METRO DE MADRID

PROGRAMA DE CONOCIMIENTOS CONVOCATORIA DE NUEVO INGRESO OFICIO

TRANSPORTE, INSTALACIONES Y MANTENIMIENTO

Solidaridad Obrera

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

TRANSPORTE, INSTALACIONES Y MANTENIMIENTO

- **Mantenimiento Electromecánico**

Los módulos profesionales de este ciclo formativo son los que a continuación se relacionan:

- 0949. Técnicas de fabricación.
- 0950. Técnicas de unión y montaje.
- 0951. Electricidad y automatismos eléctricos.
- 0952. Automatismos neumáticos e hidráulicos.
- 0953. Montaje y mantenimiento mecánico.
- 0954. Montaje y mantenimiento eléctrico-electrónico.
- 0955. Montaje y mantenimiento de líneas automatizadas.
- 0956. Formación y orientación laboral.
- 0957. Empresa e iniciativa emprendedora.
- 0958. Formación en centros de trabajo.

- **Mecatrónica Industrial**

Los módulos profesionales de este ciclo formativo son los que a continuación se relacionan:

- 0935. Sistemas mecánicos.
- 0936. Sistemas hidráulicos y neumáticos.
- 0937. Sistemas eléctricos y electrónicos.
- 0938. Elementos de máquinas.
- 0939. Procesos de fabricación.
- 0940. Representación gráfica de sistemas mecatrónicos.
- 0941. Configuración de sistemas mecatrónicos.
- 0942. Procesos y gestión de mantenimiento y calidad.
- 0943. Integración de sistemas.
- 0944. Simulación de sistemas mecatrónicos.
- 0945. Proyecto de mecatrónica industrial.
- 0946. Formación y orientación laboral.
- 0947. Empresa e iniciativa emprendedora.
- 0948. Formación en centros de trabajo.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

- **Mantenimiento de Material Rodante Ferroviario**

Los módulos profesionales de este ciclo formativo son los que a continuación se relacionan:

- 0452. Motores.
- 0742. Sistemas auxiliares del motor diésel.
- 0973. Tracción eléctrica.
- 0974. Sistemas de frenos en material rodante ferroviario.
- 0975. Circuitos auxiliares.
- 0976. Sistemas lógicos de material rodante ferroviario.
- 0977. Confortabilidad y climatización.
- 0978. Bogie, tracción y choque.
- 0260. Mecanizado básico.
- 0979. Formación y orientación laboral.
- 0980. Empresa e iniciativa emprendedora.
- 0981. Formación en centros de trabajo.

Enlace de equivalencias del Ministerio de Educación y Formación Profesional

PROGRAMA DE CONOCIMIENTOS PARA EXAMEN DE TRANSPORTE, INSTALACIONES Y MANTENIMIETO

- Electricidad y automatismos eléctricos.
- Montaje y mantenimiento mecánico.
- Montaje y mantenimiento eléctrico-electrónico.
- Sistemas mecánicos.
- Sistemas hidráulicos y neumáticos.
- Sistemas eléctricos y electrónicos.
- Representación gráfica de sistemas mecatrónicos.
- Motores.
- Tracción eléctrica.
- Sistemas de frenos en material rodante ferroviario.
- Circuitos auxiliares.
- Bogie, tracción y choque.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

ADVERTENCIA

Esta documentación se ha recogido exclusivamente con fines didácticos, siendo su acceso completamente gratuito. Todo su contenido ha sido recopilado de páginas seguras y gratuitas de internet, en caso de detectarse alguna errata será siempre debido a un error transcripción o de contenido, qué procederíamos a enmendar lo antes posible.

Queda prohibido copiar, reproducir, distribuir, publicar, transmitir, difundir, o cualquier modo de explotación de cualquier parte de este documento sin la autorización previa por escrito del Sindicato Único Solidaridad Obrera o de los titulares correspondientes. Sin embargo, usted podrá descargarse este material para uso exclusivamente personal o educacional y no comercial. Cualquier enmienda, manipulación o alteración será bajo su responsabilidad y podría ser incurrir en algún delito contra la propiedad intelectual.

ÍNDICE

1 Electricidad y automatismos eléctricos. 10
1.1 Electricidad 10
1.1.1 Realización de medidas básicas en circuitos eléctricos de corriente continua c.c: 10
1.1.2 – Circuito eléctrico. Resistencia eléctrica. Características 11
1.1.3 – Ley de Ohm en c.c. 17
1.1.4 – Asociación de resistencias serie-paralelo. 20
1.1.5 – Potencia y energía. 22
1.1.6 – Medidas de tensión, intensidad, resistencia y potencia en c.c. 23
1.1.7 – Condensadores. 26
1.1.8 Realización de medidas en circuitos de corriente alterna monofásica: 35
1.1.9 – Corriente alterna monofásica. 35
1.1.10 – Valores característicos de la c.a. 35
1.1.11 – Comportamiento de los receptores elementales (resistencias, bobina pura y condensador) en c.a. monofásica. 36
1.1.12 – Circuitos RLC serie en c.a. monofásica. 38
1.1.13 – Potencia y factor de potencia en c.a. monofásica. 39
1.1.14 – Medidas de tensión, intensidad y potencia en circuitos de c.a. monofásicos. 43
1.1.15 – Circuito eléctrico trifásico y realización de medidas en circuitos eléctricos trifásicos 46
1.1.16 – Conexión de generadores y de receptores trifásicos. 47
1.1.17 – Potencia en sistemas trifásicos. 48
1.1.18 – Medidas de tensiones, intensidades y potencias en sistemas trifásicos. 49
1.1.19 Identificación de elementos de protección: 52
1.2 AUTOMATISMOS ELÉCTRICOS 52
Principios Básicos 52
1.2.1 EL CONTACTOR 52
1.2.2 Elementos de mando y señalización 55
1.2.3 Elementos de señalización 60
1.2.4 Montajes Básicos. 61
2 Montaje y mantenimiento mecánico. 76
2.1 Determinación de bloques funcionales de máquinas y equipos: 76
2.1.1 – Cadenas cinemáticas. Definición. Eslabones. 76
2.1.2 Transmisión de movimientos. 82
2.1.3 – Tipos y aplicaciones. 82

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

2.1.4 – Acopladores de ejes de transmisión. 83
2.1.5 – Superficies de deslizamiento: guías, columnas, casquillos y carros, entre otros. 87
2.1.6 – Tipos y aplicaciones. 87
2.1.7 – Reductores 87
2.1.8 – Transformadores de movimiento lineal a circular y viceversa. 88
2.1.9 – Embragues. 89
2.1.10 – Trenes de engranajes 91
Trenes de engranes 92
2.1.11 – Poleas. 94
2.1.12 – Cajas de cambio de velocidad. 96
2.1.13 Clasificación de las cajas de cambios 100
2.1.14 – Transmisiones. 102
3 Montaje y mantenimiento eléctrico-electrónico. 107
3.1 Reconocimiento del funcionamiento de las máquinas eléctricas: 107
3.1.1 – Clasificación de las máquinas eléctricas. 107
3.1.2 – Alternador eléctrico. 107
3.1.3 – Transformador eléctrico. 109
3.1.4 – Motores eléctricos. 113
3.2 Montaje y mantenimiento de máquinas eléctricas rotativas: 130
3.2.1 – Tipos de máquinas eléctricas rotativas 130
4 Sistemas hidráulicos y neumáticos. 133
4.1 Identificación y características físicas y funcionales de los componentes neumáticos: 133
4.1.1 - Producción, almacenamiento, preparación y distribución del aire comprimido. 137
4.1.2 - Válvulas, actuadores e indicadores. Tipos, funcionamiento, aplicación y mantenimiento. 142
4.1.3 - Elementos de control, mando y regulación 145
4.1.4 - Dispositivos de mando y regulación: sensores y reguladores. 149
4.1.5 - Análisis de circuitos neumáticos: elementos de control. Relés y contactores. Elementos de protección. Elementos de medida. Interpretación de esquemas neumáticos 151
4.2 Identificación y características físicas y funcionales de los componentes hidráulicos: 151
4.2.1 - Bombas, motores y cilindros hidráulicos: características, aplicación y tipos. 151
4.2.2 - Acumuladores hidráulicos. 154
4.2.3 - Válvulas y servoválvulas. Tipos, funcionamiento, mantenimiento y aplicaciones 155
Válvulas 155
4.2.4 - Dispositivos de mando y regulación: sensores y reguladores. 156
4.2.5 - Análisis de circuitos hidráulicos: elementos de control, mando y regulación hidráulica. 157
5 Sistemas eléctricos y electrónicos. 159

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

5.1 Identificación de circuitos y elementos de los sistemas de alimentación, protección y arranque de máquinas eléctricas: 159
5.1.1 - Elementos de aparellaje eléctrico. 159
5.1.2 - Actuadores de naturaleza eléctrica. 159
5.1.3 - Sensores y transductores. 161
5.1.4 Sensores 164
5.1.5 - Sistemas eléctrico-electrónicos de protección y seguridad. 166
Característica tiempo-corriente: 167
5.1.6 Interruptores Automáticos 167
5.1.7 Relés térmicos 169
5.1.8 Alternativas de protección: 169
5.1.9 Protección contra contactos indirectos 170
5.1.10 Protección diferencial 170
5.1.11 - Componentes y buses de comunicación industriales. 171
5.2 ¿Qué son las redes de comunicación industrial? 171
5.3 ¿Cuál es la función de las redes de comunicación industrial? 172
5.4 ¿Cómo se realizan las redes de comunicación industrial? 172
5.5 Qué son los niveles de comunicación en una red industrial 173
5.5.1 Nivel de Campo 174
5.5.2 Nivel de Control 175
5.5.3 Nivel de Información 175
5.6 Tipos de Protocolo en Comunicaciones Industriales 176
5.7 Topologías de red industrial: qué son, tipos y características 177
5.7.1 Redes punto a punto 177
5.7.2 Topología de bus 178
5.7.3 Topología de estrella 178
5.7.4 Topología de árbol 178
5.8 ¿Cuál es el futuro de las redes de comunicación industrial? 178
5.9 Beneficios del uso de redes de comunicación industrial 179
6 Representación gráfica de sistemas mecatrónicos. 180
6.1 Representación de productos mecánicos: 180
6.1.1 - Técnicas de coquización. 180
6.1.2 - Sistemas de representación. 183
6.1.3 - Líneas normalizadas. 187
6.1.4 - Escalas. 191
6.1.5 - Normas de dibujo industrial. 195

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

6.1.6 - Planos de conjunto y despiece. 200
6.1.7 - Sistemas de representación gráfica. 207
6.1.8 - Vistas. 211
6.1.9 - Cortes, secciones y roturas. 216
6.2 Proceso para la realización de un corte 217
6.3 Representación de un corte 218
6.4 Diferencia entre corte y sección 218
6.5 Rayado 219
6.6 Especificación de las características de productos mecánicos: 220
6.6.1 - Simbología en sistemas mecánicos. 220
6.6.2 - Simbología de tratamientos. 221
6.6.3 - Acotación. 221
6.6.4 - Representación de tolerancias dimensionales, geométricas y superficiales. 225
6.6.5 - Representación de materiales. 228
6.6.6 - Representación de tratamientos térmicos, termoquímicos y electroquímicos. 230
6.6.7 - Representación de formas y elementos normalizados (chavetas, roscas, guías, soldaduras y otros). 232
6.7 Representación de sistemas de automatización: 242
6.7.1 - Identificación de componentes en esquemas neumáticos e hidráulicos. 242
6.7.2 - Identificación de componentes en esquemas eléctricos y programables. 242
6.7.3 - Simbología de elementos neumáticos hidráulicos y eléctricos 242
6.7.4 - Simbología de elementos eléctricos, electrónicos y programables. 242
6.7.5 - Simbología de conexiones entre componentes. 242
7 Motores. 243
8 Tracción eléctrica 257
8.1 MOTOR DE CONTINUA 257
- ESTATOR 258
- ROTOR 258
- ESCOBILLAS 258
- PIÑÓN DE ATAQUE 259
CONTROL DEL MOTOR DE CORRIENTE CONTINUA 259
8.2 MOTOR DE CORRIENTE ALTERNA; JAULA ARDILLA 261
- ESTATOR 262
- EL ROTOR 262
8.3 CONVERTIDORES 263
8.3.1 CONVERTIDORES DE TRACCIÓN 264

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

8.4 RECTIFICADOR 265
8.5 SERVICIOS AUXILIARES 265
8.6 SEMICONDUCTORES 266
8.6.1 DIODOS 266
8.6.2 TIRISTORES 267
8.7 FUNCIONAMIENTO DE UN EQUIPO DE TRACCIÓN 269
8.7.1 CONTINUA CHOPPER 251. 269
8.7.2 ALTERNA GTOS 272
9 Sistemas de frenos en material rodante ferroviario. 275
10 Circuitos auxiliares. (Pte. Versión 1.2) 301
10.1 Caracterización de la funcionalidad de los circuitos eléctricos auxiliares: 301
10.1.1 – Esquemas de circuitos eléctricos auxiliares, de alimentación eléctrica, de maniobra y control, de seguridad, de protección y otros. 301
10.1.2 – Optimización del frenado. 301
10.1.3 – Descripción de los sistemas seguridad, de ayuda a la conducción y de conducción automática 301
10.1.4 – Cálculo de sección de conductores y protección de circuitos. 302
10.1.5 – Legislación vigente 302
11 Bogie, tracción y choque. 302
11.1 – Componentes del conjunto del bogie. 303
11.1 Caracterización del sistema de tracción y choque: 320
11.1.1 – Componentes del sistema de tracción y choque 320

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

1 Electricidad y automatismos eléctricos.

1.1 Electricidad

1.1.1 Realización de medidas básicas en circuitos eléctricos de corriente continua c.c:

1.1.1.1 – Aislantes, conductores y semiconductores.

No todos los materiales permiten el paso de la corriente eléctrica. Hay materiales por los que los electrones no pueden circular y otros por los que los electrones fluyen con mucha facilidad. Conocer estos materiales va a serte útil para fabricar componentes eléctricos.



- **Aislantes**

Entre los conductores se encuentran los metales, el agua salada, etc. Por estos materiales los electrones pueden desplazarse libremente de un punto a otro si le conectamos una fuente de tensión.

- **Conductores**

Los conductores son aquellos materiales que contienen electrones que pueden moverse libremente. Son los materiales que nos van a servir para hacer circuitos eléctricos.

Entre los conductores se encuentran los metales, el agua salada, etc. Por estos materiales los electrones pueden desplazarse libremente de un punto a otro si le conectamos una fuente de tensión.

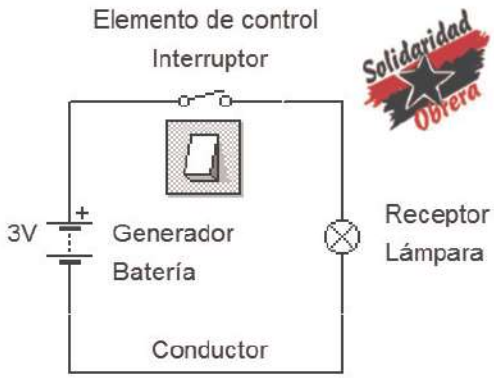
- **Semiconductores**

Los semiconductores, como el silicio o el germanio, presentan propiedades eléctricas que están entre los conductores y los aislantes. Se utilizan principalmente cómo elementos de los circuitos electrónicos.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

1.1.2 – Circuito eléctrico. Resistencia eléctrica. Características.

Todo circuito eléctrico, independientemente de dónde se encuentre o de lo grande o pequeño que sea, tiene cinco partes básicas. A continuación, te mencionaremos la función de cada una de las partes de un circuito eléctrico simple.

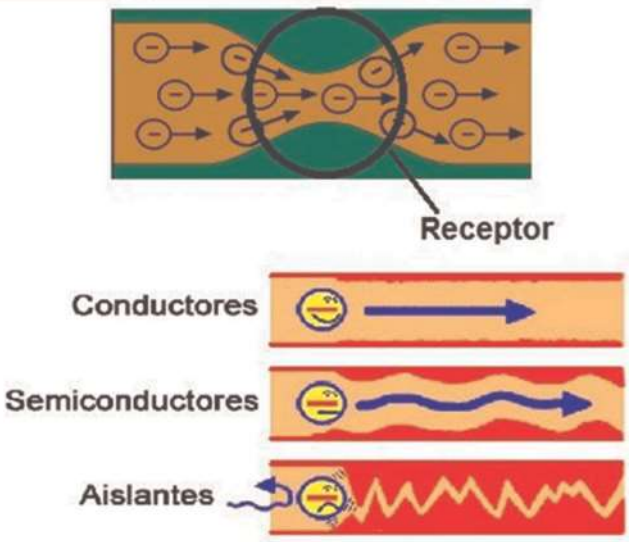


- **Generadores:** Son los que producen la corriente eléctrica. Por ejemplo, Fuentes de Alimentación, Pilas y Baterías.
- **Conductores:** Es por donde pasa la corriente eléctrica de un elemento a otro en el circuito. Por ejemplo, Cables, Protoboards y Placas de Circuitos Impresos
- **Receptores:** Son elementos que transforman la energía eléctrica en otro tipo de energía. Por ejemplo, Motores, Resistencias, Lámparas, Zumbadores, etc.
- **Elementos de Protección:** Son aquellos elementos que protegen a los circuitos y a las personas de corrientes muy elevadas. Por ejemplo, Fusibles, Termo-magnéticos, Diferenciales, Instalaciones de puesta a tierra, etc.

Elementos de Control: Permiten o cortan el paso de la corriente eléctrica en un circuito. Por ejemplo, Interruptores, Pulsadores, Conmutadores Unipolar y Bipolar.

1.1.2.1 RESISTENCIAS

La resistencia eléctrica es la oposición (dificultad) al paso de la corriente eléctrica. Sabemos que la corriente eléctrica es el paso (movimiento) de electrones por un circuito o, a través de un elemento de un circuito (receptor). Según lo dicho podemos concluir que **"la corriente eléctrica es un movimiento de electrones".**



Dependiendo del tipo, material y sección (grosor) de cable o conductor por el que tengan que pasar los electrones les costará más o menos trabajo. Un buen conductor casi no le ofrecerá resistencia a su paso por él, un aislante les ofrecerá tanta resistencia que los electrones no podrán pasar a través de él. Ese esfuerzo que tienen que vencer los electrones para circular, es precisamente la **Resistencia Eléctrica**. Luego lo veremos más detalladamente.

Además, estos electrones cuando llegan algún receptor, como por ejemplo una lámpara, para pasar a través de ella les cuesta más trabajo, es decir, también les ofrece resistencia a que pasen por el receptor.

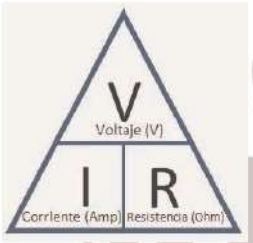
PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

Como ves, en un circuito eléctrico encontramos resistencia en los propios cables o conductores y en los receptores (lámparas, motores, etc.).

¿Qué es una Resistencia?

La Resistencia Eléctrica es la oposición o dificultad al paso de la corriente eléctrica. Cuanto más se opone un elemento de un circuito a que pase por el la corriente, más resistencia tendrá.

Veamos esto mediante la fórmula de la Ley de Ohm, formula fundamental de los circuitos eléctricos:



Esta fórmula nos dice que la Intensidad o Intensidad de Corriente Eléctrica (I) que recorre un circuito o que atraviesa cualquier elemento de un circuito, es igual a la Tensión (V) a la que está conectado, dividido por su Resistencia (R). Esta fórmula nos sirve para calcular la resistencia de un elemento dentro de un circuito o la del circuito entero.

Según esta fórmula en un circuito o en un receptor que esté sometido a una tensión constante (por ejemplo, a la tensión de una pila de 4V) la intensidad que lo recorre será menor cuanto más grande sea su resistencia.

Comprobado: la resistencia se opone al paso de la corriente, a más R menos I, según la Ley de Ohm.

Todos los elementos de un circuito tienen resistencia eléctrica. La resistencia eléctrica se mide en Ohmios (Ω) y se representa con la letra R.

En un circuito de corriente continua podemos calcular la resistencia despejándola de la fórmula de la ley de ohm:

R = V/I; V en voltios e I en amperios nos dará la resistencia en Ohmios (Ω).

Para el símbolo de la resistencia eléctrica, dentro de los circuitos eléctricos, podemos usar dos diferentes:



Aunque en los circuitos pequeños la resistencia de los conductores se considera la mayoría de las veces cero, cuando hablamos de circuitos donde los cables son muy largos, debemos calcular el valor de la resistencia del conductor entre un extremo y el otro del cable. Más adelante veremos cómo se hace.

Ya sabemos que los elementos de un circuito tienen resistencia eléctrica, pero lógicamente unos tienen más que otros.

A parte de la resistencia de los receptores también hay unos elementos que se colocan dentro de los circuitos y que su única función es precisamente esa, oponerse al paso de la corriente u ofrecer resistencia al paso de

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

la corriente para limitarla y que nunca supere una cantidad de corriente determinada. Son muy usados en electrónica.

Un elemento de este tipo también se llama también Resistencia Eléctrica. A continuación, vemos algunas de las más usadas y como se calcula su valor.

Tipos de Resistencias

Película de carbón
- 5%, 10%
- Barato
- Propósito general



Óxido metálico
- Mayor potencia



Película metálica
- Precisión 1%
- Alto desempeño



Alambre
- Alta potencia, Alta corriente





SMD para circuitos impresos

Alta Potencia



Resistencias fijas.



Pueden ser de carbón, película de carbón, película metálica y óxido de metal, siendo las de película de carbón y metálica las más usadas. Se fabrican en diversos tamaños, según la potencia que deban soportar. Siendo de 1/8w, 1/4w, 1/2w, 1w y 2w. El color del cuerpo puede variar, aunque no influye en su valor, pudiendo encontrarlas de color crema claro, rojo, violeta y azul principalmente.
Sus tolerancias pueden ser del 0.5%, 1%, 2%, 5%, 10% y 20%. Las más usadas son las del 1% y 5%.



También las hay encapsuladas en grupos (se suelen llamar arrays de resistencias), que pueden tener una patilla en común o ser cada una de ellas independiente eléctricamente. Lo que se consigue con esto es tener en un espacio reducido varias resistencias con el mismo valor y una tolerancia muy ajustada.

Resistencias fijas bobinadas



Están construidas con hilo resistivo, conformando una bobina sobre un soporte. La potencia soportada va desde 2w hasta 4w.Se utilizan cuando se requieren altas potencias de disipación.

Resistencias fijas bobinadas-cementadas (tipo tiza)



Al igual que las anteriores, están constituidas por una bobina de hilo resistivo sobre un soporte, pero ademas tienen un recubrimiento cerámico que las dota de una mayor disipación de calor y por lo tanto una mayor potencia soportada (4w a 17w).

Resistencias fijas de potencia



Similares a las anteriores, pero con un encapsulado metálico que les confiere una mayor capacidad para disipar el calor, y por lo tanto una mayor potencia soportada. Además pueden ser ancladas con tornillos a disipadores mayores o al chasis del montaje.

Resistencias ajustables



Permiten variar su resistencia. Se componen de una parte fija, normalmente de carbón, y una parte movil que se desplaza por la pista fija de carbón, permitiendo modificar la resistencia entre los extremos de la parte fija y el eje movil. Su escala puede ser lineal o logarítmica.

Resistencias ajustables multivuelta



Con características similares a las anteriores, pero en este caso el eje gira sobre la parte fija en forma de muelle, para obtener un efecto mecánico de desmultiplicación. El resultado obtenido es una gran precisión en el ajuste, ya que entre los extremos máximo y mínimo de la resistencia el eje da varias vueltas, a diferencia de las anteriores en las que la variación se realiza con un solo giro del eje.

Potenciómetros.





Con la misma funcionalidad que las resistencias ajustables, pero dotadas de un eje para colocarlos en paneles externos. Los hay de grafito y bobinados. Son tradicionales por ejemplo en los controles de volumen y tonos de un amplificador. Los hay dobles y triples, configuración denominada TANDEM. Hay versiones con escalas lineales y logarítmicas.
Los modelos deslizantes, son una versión especial, usados por ejemplo en mesas de mezclas tradicionalmente.

Resistencias SMD



Las resistencias SMD o de montaje en superficie, ejercen la misma función que las tradicionales resistencias, pero su tamaño es minúsculo, adecuado para montar circuitos mucho más pequeños, con el mismo comportamiento, pero con el correspondiente ahorro de espacio.

LDR o fotoresistencias:



Son resistencias sensibles a la luz y varían su resistencia proporcionalmente a la luz recibida. Usadas en alarmas, robótica, domótica, etc..

Termistores (NTC-PTC):



Son resistencias que varían en función de la temperatura. Usados como sensores en termostatos, termómetros y cualquier dispositivo que requiera un control de temperatura.
Hay 2 tipos; NTC con respuesta negativa y PTC con respuesta positiva.

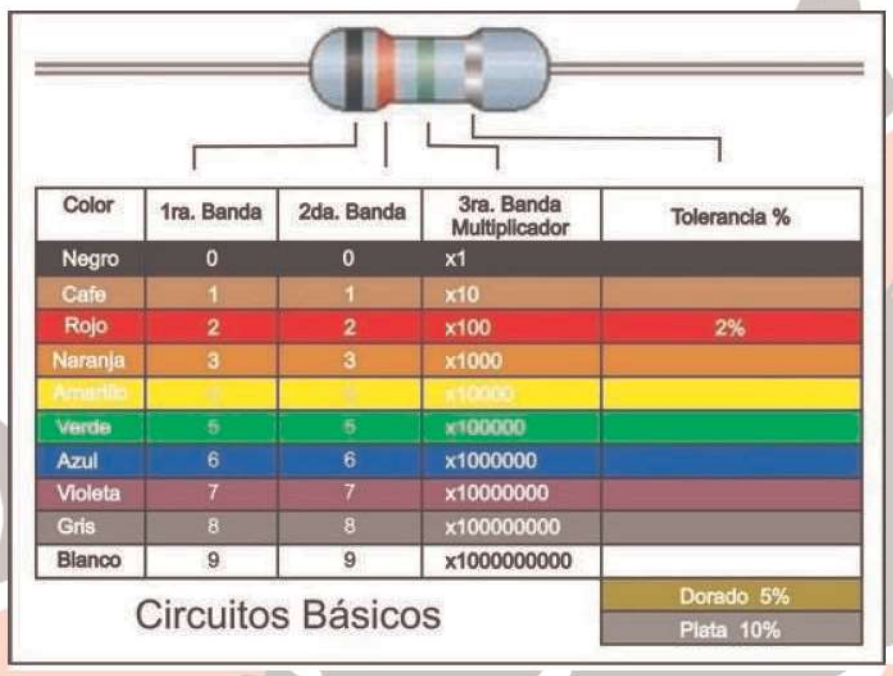
PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

VDR o varistor:
Son resistencias que varían en función del voltaje al que se ven sometidas. Usadas en circuitos que precisan una auto-regulación o como protección contra sobre-tensiones.



Código de Colores Para Resistencias

Para saber el valor de una resistencia tenemos que fijarnos que tiene 3 bandas de colores seguidas y una cuarta más separada. Las 3 primeras bandas nos dicen su valor, la cuarta banda nos indica la tolerancia, es decir el valor + - el valor que puede tener por encima o por debajo del valor que marcan las 3 primeras bandas.



Color	1ra. Banda	2da. Banda	3ra. Banda Multiplicador	Tolerancia %
Negro	0	0	x1	
Cafe	1	1	x10	
Rojo	2	2	x100	2%
Naranja	3	3	x1000	
Amarillo	4	4	x10000	
Verde	5	5	x100000	
Azul	6	6	x1000000	
Violeta	7	7	x10000000	
Gris	8	8	x100000000	
Blanco	9	9	x1000000000	
				Dorado 5%
				Plata 10%

El Valor real de una resistencia lo podemos averiguar mediante el polímetro, aparato de medidas eléctricas, incluida el valor de la resistencia eléctrica. También con el Fluke usado por la mayoría de los electricistas.

Valor de la Resistencia entre 2 Puntos de un cable

Ya sabemos que para calcular el valor de la resistencia de un elemento dentro de un circuito se hace mediante la ley de ohm R = V/I. Pero a veces es necesario calcular la resistencia de un cable desde un extremo a otro.

Imaginemos que queremos calcular la resistencia que tendrá el paso de la corriente entre dos puntos de un circuito en el que solo hay cable. Ya dijimos que en los cables casi no hay resistencia, pero en algunos casos hay que calcular la resistencia que tiene el cable, sobre todo en distancias largas o en bobinas de cables. Para estos casos la fórmula para hallar la resistencia es:

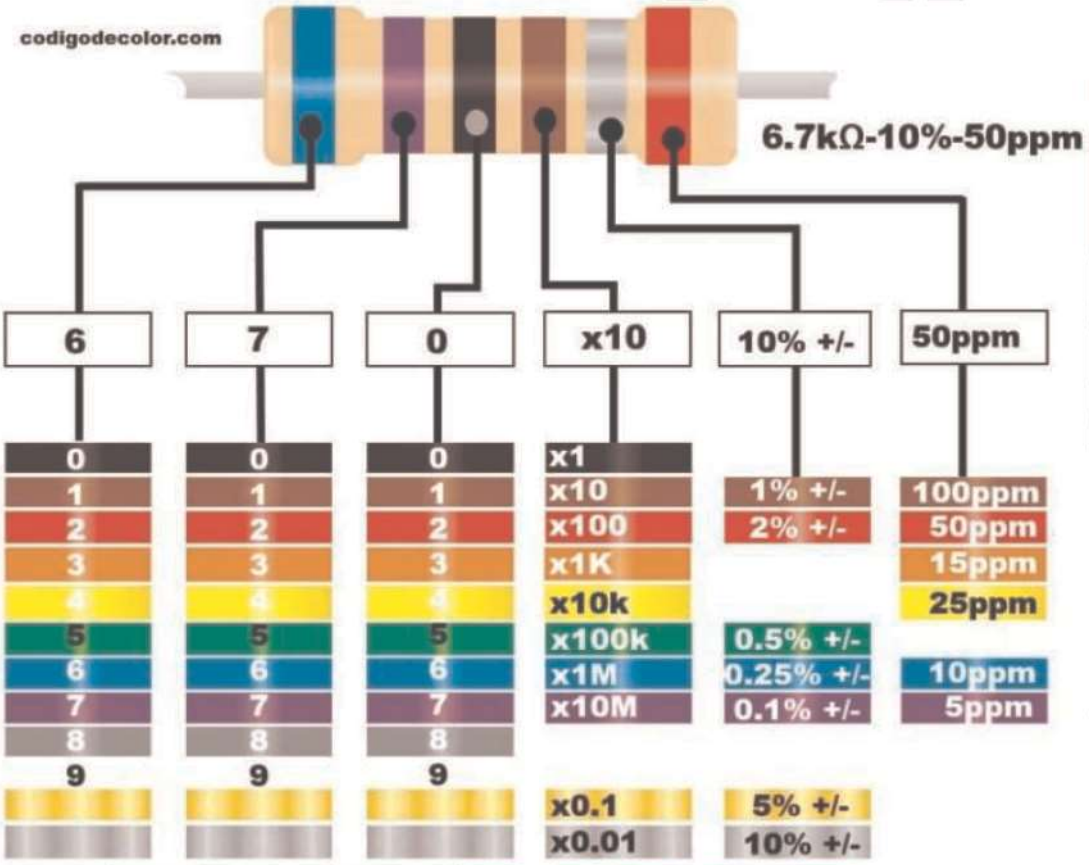
$$R = \rho \frac{L}{s}$$

Donde L es la longitud del cable, S la sección del cable y p es la resistividad del conductor o cable, un valor que nos da el fabricante del cable. La L se pone en metros, la Sección o diámetro en mm cuadrados y la resistencia nos dará en ohmios.

- **Código de colores de Resistencia de 6 líneas o bandas**

Código de colores de Resistencia de 6 líneas o bandas estas resistencias cuentan con 6 bandas su medición es un poco similar a las anteriores sin embargo cuentan con un color adicional para determinar su valor PPM. Esto se refiere a la capacidad de cambio por temperatura del resistor.

Código de colores resistencias de 6 Bandas



Son exactamente iguales que las de 5 bandas con la diferencia de que incluyen una sexta banda que representa el coeficiente de temperatura. El **Coeficiente de Temperatura de la Resistencia** (CTR) en las resistencias de película de carbón está alrededor de **200 y 500 ppm (partes por millón) /°C.**

Coeficiente de Temperatura de la Resistencia de 6 líneas o bandas

Este coeficiente indica como aumenta o disminuye la resistencia con la variación de la temperatura Se mide en ppm (partes por millón). Esto significa que, si la resistencia tiene, por ejemplo, un coeficiente de temperatura de 50 ppm, el valor de la resistencia variaría 0.00005 (50/1000000) ohmios por cada grado que variase la temperatura nominal de esta. Supongamos que la resistencia tiene una temperatura nominal de 25ºC. Si la temperatura de trabajo es de 30ºC y trabajamos con una resistencia de 270 ohmios el valor de esta variaría 0.00025 ohmios puesto que trabajamos con 5ºC por encima de la temperatura nominal de la resistencia.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

200 ppm/°C significa que para cada 1°C la resistencia no cambiará en más de 200 ohms por cada 1 Mega ohm del valor de resistencia. En términos de porcentajes, es un cambio de **0,02 % / °C**. Así, por un cambio en la temperatura 80°C, 200 ppm / °C significa un cambio de 1,6 ohmios de la resistencia.

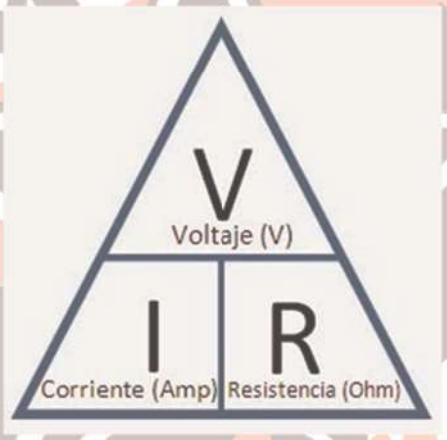
Las resistencias de película de carbón suelen oscilar de **1 ohm a 10 kilo ohms**, tienen potencias de 1/16W a 5W y pueden manejar voltajes hasta en kilo voltios. este tipo de resistencias se utilizan en una infinidad de circuitos electrónicos.

Como podemos observar el código de colores se aplica de la misma manera a todo tipo de resistencias desde las resistencias de 4 bandas hasta las de 5 y 6 que suponen unos valores semejantes con diferentes tolerancias y variaciones por temperatura.

1.1.3 – Ley de Ohm en c.c.

La **ley de Ohm** se usa para determinar la relación entre tensión, corriente y resistencia en un circuito eléctrico.

Para los estudiantes de electrónica, la ley de Ohm (V = IR) es tan fundamental como lo es la ecuación de la relatividad de Einstein ($E = mc^2$) para los físicos.



V = I x R

Cuando se enuncia de forma explícita, significa **tensión = corriente x resistencia, o voltios = amperios x ohmios, o V = A x Ω.**

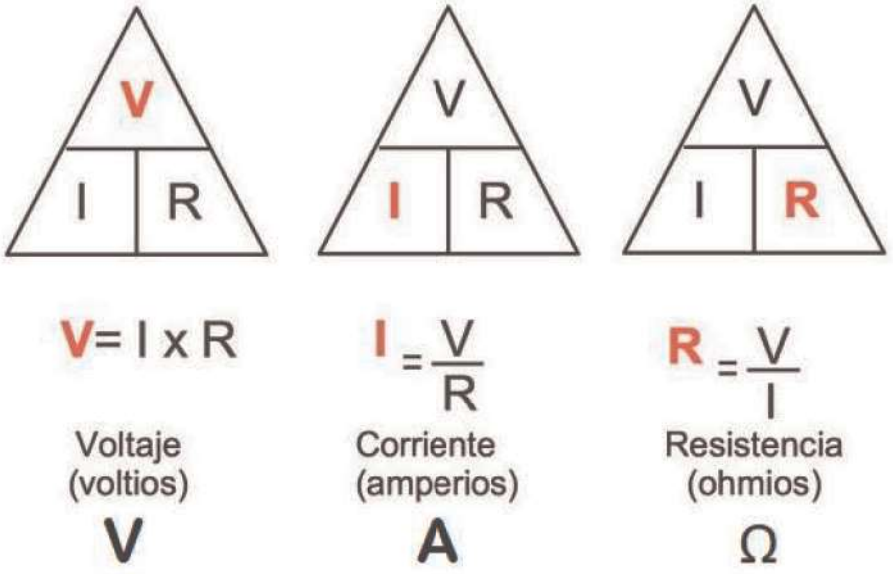
La ley de Ohm recibió su nombre en honor al físico alemán Georg Ohm (1789-1854) y aborda las cantidades clave en funcionamiento en los circuitos:

Cantidad	Símbolo de ley de Ohm	Unidad de medida (abreviatura)	Rol en los circuitos	En caso de que se lo esté preguntando:

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

Tensión	V	Voltio (V)	Presión que desencadena el flujo de electrones	V = fuerza electromotriz (término anticuado)
Corriente	I	Amperio (A)	Caudal de electrones	I = intensidad
Resistencia	R	Ohmio (Ω)	Inhibidor de flujo	Ω = Letra griega omega

Si se conocen dos de estos valores, los técnicos pueden reconfigurar la ley de Ohm para calcular el tercero. Simplemente, se debe modificar la pirámide de la siguiente manera:



Si conoce la tensión (V) y la corriente (I) y quiere conocer la resistencia (R), suprima la R en la pirámide y calcule la ecuación restante (véase la pirámide primera o izquierda de arriba).

Nota: la resistencia no puede medirse en un circuito en funcionamiento. Por lo tanto, para calcularla, la ley de Ohm es muy útil. En lugar de desconectar el circuito para medir la resistencia, un técnico puede determinar la R mediante la variación por sobre la ley de Ohm.

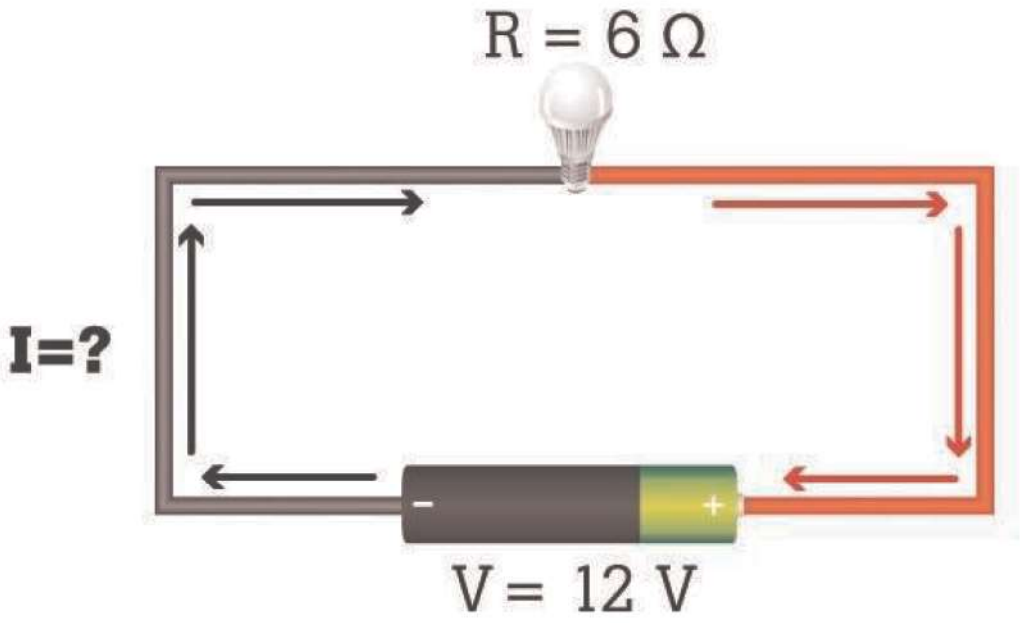
Ahora, si conoce la tensión (V) y la resistencia (R) y quiere conocer la **corriente** (I), suprima la I y calcule con los dos símbolos restantes (véase la pirámide media anterior).

Y si conoce la corriente (I) y la resistencia (R) y quiere saber la **tensión** (V), multiplique las mitades de la parte inferior de la pirámide (véase la tercera pirámide o la ubicada en el extremo derecho arriba).

Pruebe con algunos cálculos de ejemplo basados en un circuito simple de la serie, que incluye una fuente de tensión (batería) y resistencia (luz). Se conocen dos valores en cada ejemplo. Use la ley de Ohm para calcular el tercero.

Ejemplo 1: se conocen la tensión (V) y la resistencia (R).

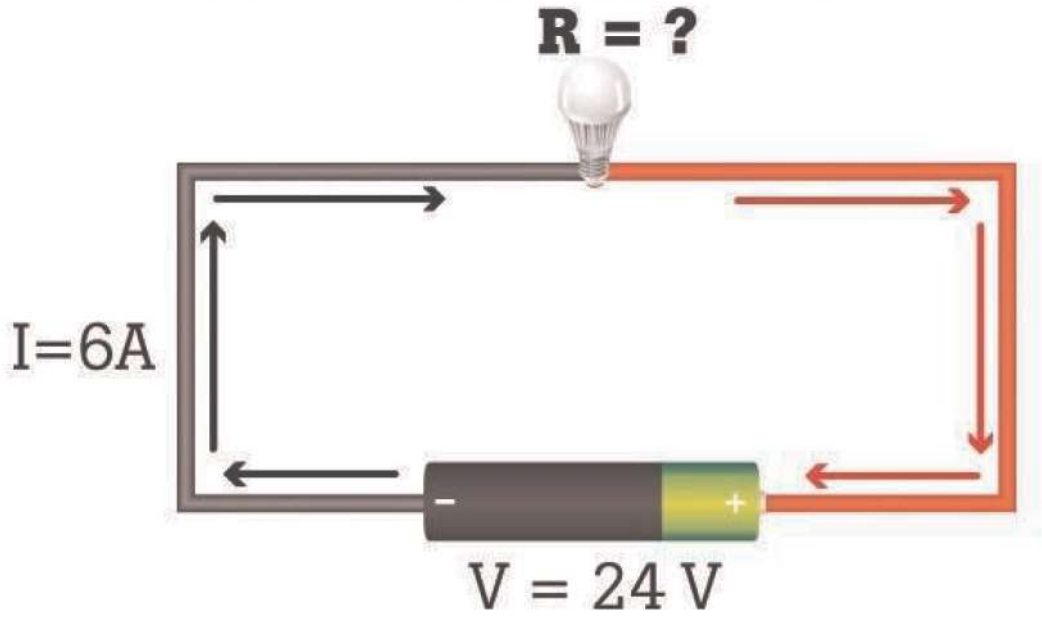
PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA



¿Cuál es la corriente en el circuito?

I = E/R = 12 V/6 Ω = 2 A

Ejemplo 2: se conocen la tensión (E) y la corriente (I).

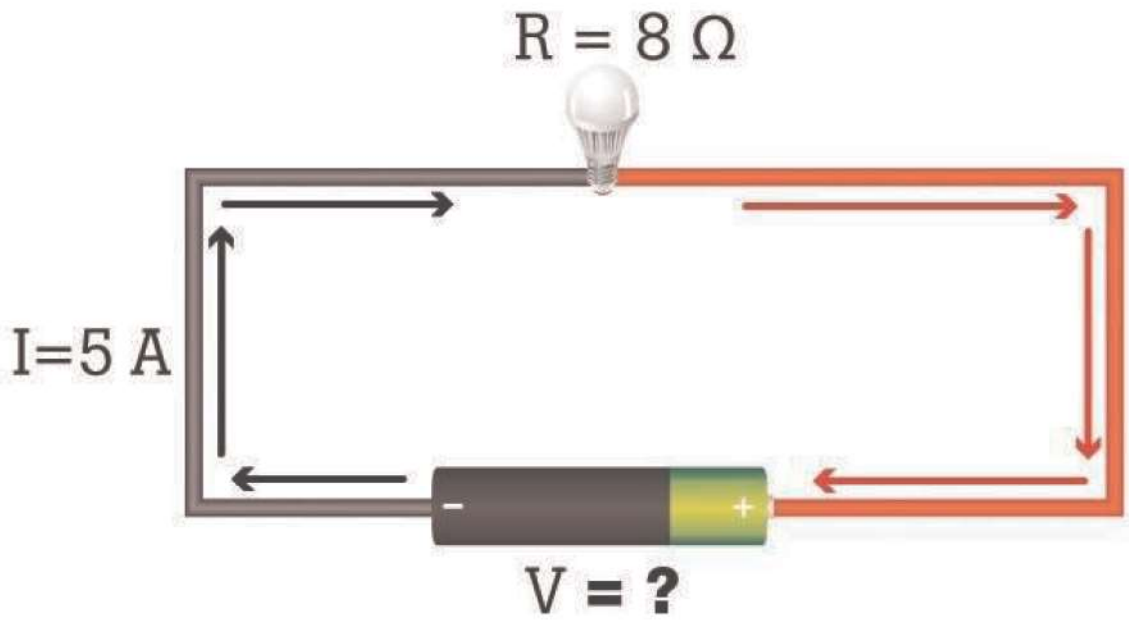


¿Cuál es la resistencia creada por la lámpara?

V = E/I = 24 V/6 A = 4 Ω

Ejemplo 3: se conocen la corriente (I) y la resistencia (R). ¿Cuál es la tensión?

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA



¿Cuál es la tensión en el circuito?

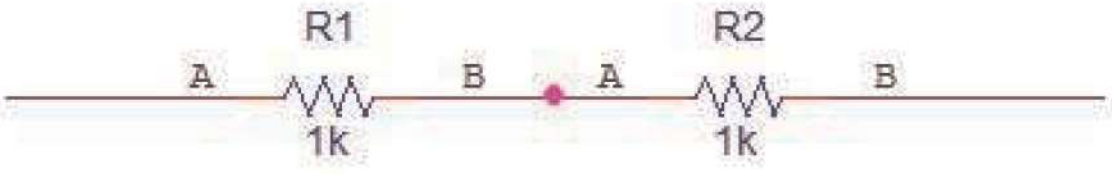
V = I x R = (5 A)(8 Ω) = 40 V

Cuando Ohm publicó su fórmula en 1827, su descubrimiento principal fue que la cantidad de corriente eléctrica que fluye a través de un conductor es **directamente proporcional** a la tensión impuesta sobre él. En otras palabras, es necesario un voltio de presión para empujar un amperio de corriente a través de un ohmio de resistencia.

1.1.4 – Asociación de resistencias serie-paralelo.

1.1.4.1 ASOCIACIÓN RESISTENCIAS EN SERIE

Dos resistencias están en serie cuando únicamente tienen unidas dos de sus patillas. Tal y como se puede ver en la siguiente figura, las dos resistencias están unidas por las patillas «B» de R1 y la patilla «A» de R2. Además, en ese punto de unión no puede haber conectado ningún otro elemento.



- **¿Como calcular la resistencia equivalente de resistencias en serie?**

Al estar asociadas en serie, la resistencia total de la asociación es:

$$R_{total} = R1 + R2$$

En caso de que hubiese más resistencias en serie, la resistencia total sería la suma algebraica de todas ellas.

$$Rtotal = R1 + R2 + R3 + R4 + R5 + \ldots\ldots\ldots\ldots + Rn$$

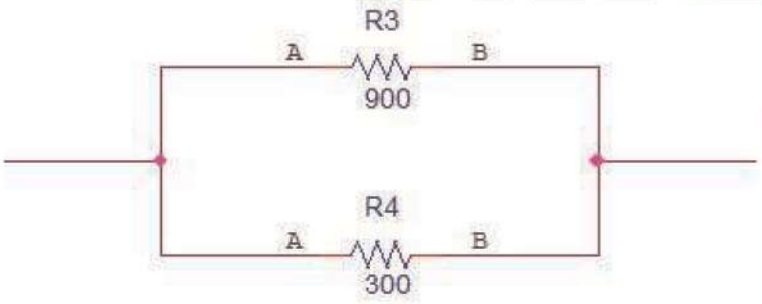
Por ello, la resistencia total de la asociación serie de resistencias es:

$$Rtotal = 1000 + 1000 = 2000\ Ohm$$

Nota: por si alguien se despista, el valor de R = 1k es lo mismo que 1000. Al trabajar con circuitos eléctricos, es necesario acostumbrarse a manejar múltiplos y submúltiplos de las unidades.

1.1.4.2 ASOCIACIÓN DE RESISTENCIAS EN PARALELO

Otra forma de asociar resistencias es la conocida como **ASOCIACIÓN PARALELO**. En este caso, las resistencias están unidas por sus dos patillas, tal y como se puede observar en la imagen.



En este caso, la patilla «A» de R3 y la patilla «A» de R4 están unidas, asimismo las patillas «B» de R3 y R4 también están unidas. Cabe destacar que no importa cómo se «llamen las patillas» (A, B, C, etc), es decir, lo que importa es que tengan unidas las dos patillas entre sí.

Resistencia equivalente total de resistencias en paralelo

Para calcular la resistencia total equivalente de una asociación de resistencia en paralelo disponeos de dos formas.

La fórmula general se puede utilizar siempre, sin tener en cuenta el número de resistencias que se vayan a asociar. Su expresión general es:

$$Rtotal = \frac{1}{\frac{1}{R1} + \frac{1}{R2} + \frac{1}{R3} + \cdots + \frac{1}{Rn}}$$

En el caso del ejemplo que tenemos más arriba es:

$$Rtotal = \frac{1}{\frac{1}{900} + \frac{1}{300}} = 225\ \Omega$$

La segunda opción para realizar el cálculo, es más cómoda, pero **solo** se puede aplicar cuando **asociamos resistencias de dos en dos.**

$$Rtotal = \frac{R1 * R2}{R1 + R2}$$

Si aplicamos esa expresión al ejemplo anterior nos queda:

$$Rtotal = \frac{900 * 300}{900 + 300} = 225\ \Omega$$

El resultado, evidentemente es el mismo. Pero la segunda opción suele ser más rápida a la hora de hacer los cálculos.

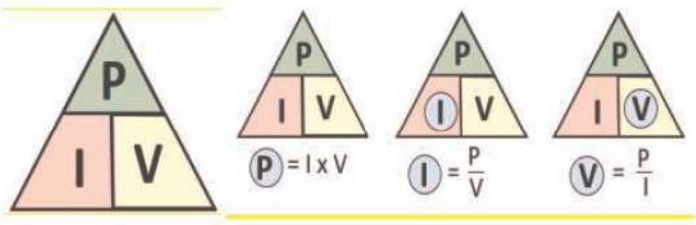
1.1.5 – Potencia y energía.

1.1.5.1 POTENCIA

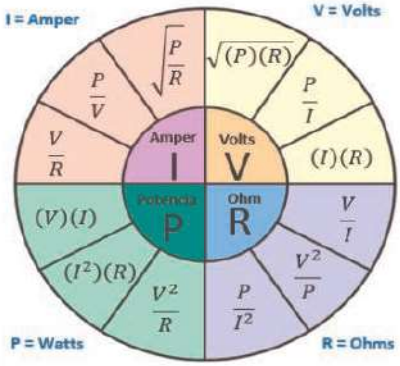
La potencia se define como la energía o trabajo consumido o producido en un determinado tiempo. En los circuitos eléctricos la unidad de potencia es el Vatio (en castellano) o Watt en inglés; según la bibliografía, se usan dos letras, W (watt) o P (Potencia). La unidad de potencia eléctrica watt tiene correspondencia con otras unidades de potencia, una de las más utilizadas, por ejemplo, con motores, son los caballos (CV o HP).

1 CV (caballo de vapor) equivale a 736 W o 1 HP (caballo de fuerza) equivale a 746 W

De la misma forma que la ley anterior, la potencia eléctrica tiene su representación:



Uniendo Ley de OHM y de Potencia obtenemos todas las variantes resumidas en el siguiente cuadro:



1.1.5.2 **ENERGIA**

La energía eléctrica es la potencia multiplicada por el tiempo que se consumió. Esta unidad es de gran utilidad porque las prestadoras de servicios nos facturan en kilowatts-hora, prorrateado en un mes o dos meses.

Energía = Potencia x Tiempo

1.1.6 – Medidas de tensión, intensidad, resistencia y potencia en c.c.

Para medir las tres magnitudes eléctricas se emplean distintos aparatos de medida y para cada uno de ellos hay que tener en cuenta ciertas consideraciones, como vamos a explicar a continuación.

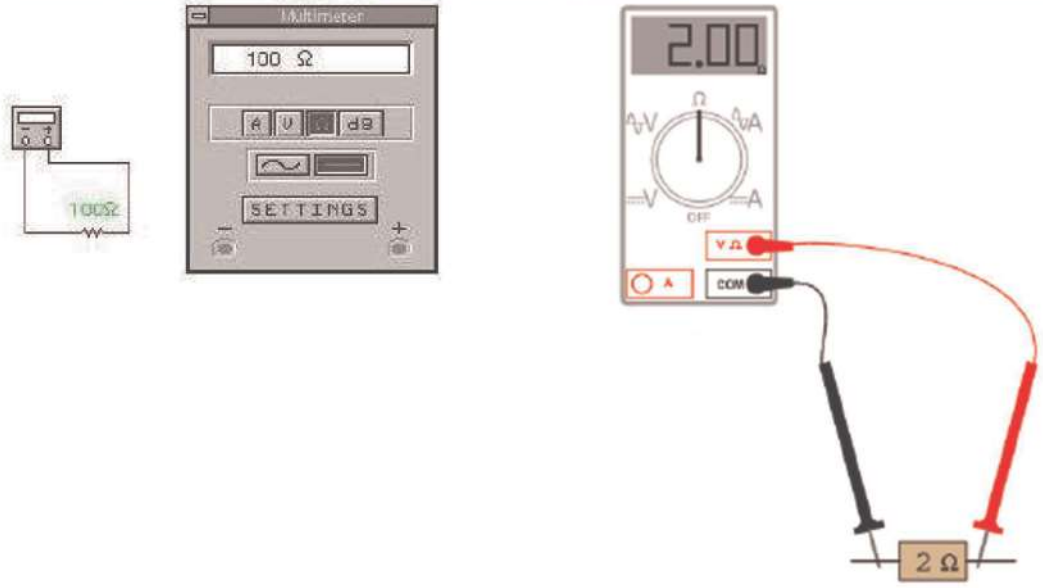
Parámetro Eléctrico	Unidad de Medida	Símbolo	Descripción
Voltaje	Volt	V ó E	Unidad de Tensión Eléctrica
Corriente	Amper	I ó i	Unidad de Corriente Eléctrica
Resistencia	Ohm	R ó Ω	Unidad de Resistencia en CD
Conductancia	Siemen	G	Recíproco de la Resistencia
Capacitancia	Faradios	C	Unidad de Capacitancia
Carga	Coulomb	Q	Unidad de Carga Eléctrica
Inductancia	Henrys	L ó H	Unidad de Inductancia
Potencia	Watts	W	Unidad de Potencia Eléctrica
Impedancia	Ohm	Z	Unidad de Resistencia en CA
Frecuencia	Hertz	Hz	Unidad de Frecuencia

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

PREFIJO	SIMBOLO	EQUIVALENCIA DECIMAL
TERA	T	1 000 000 000 000
GIGA	G	1 000 000 000
MEGA	M	1 000 000
KILO	K	1 000
UNIDAD	UNIDAD	1
MILI	m	0.001
MICRO	µ - u	0.000 001
NANO	n	0.000 000 001
PICO	p	0.000 000 000 001

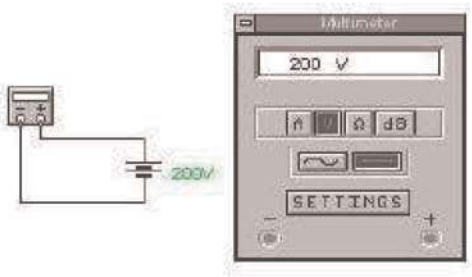
1.1.6.1 Medida de la resistencia.

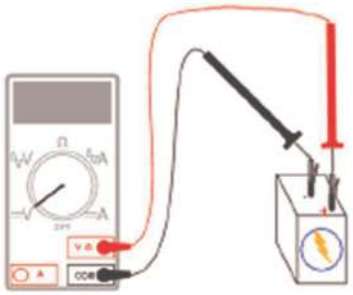
La resistencia se mide con un óhmetro, y se conecta entre los dos extremos de la resistencia a medir, estando ésta desconectada del circuito eléctrico.



1.1.6.2 Medida de la tensión.

La tensión se mide con un voltímetro y se conecta en paralelo a los dos puntos donde se desea medir la tensión.
El terminal positivo del voltímetro se conecta al terminal positivo de la tensión.

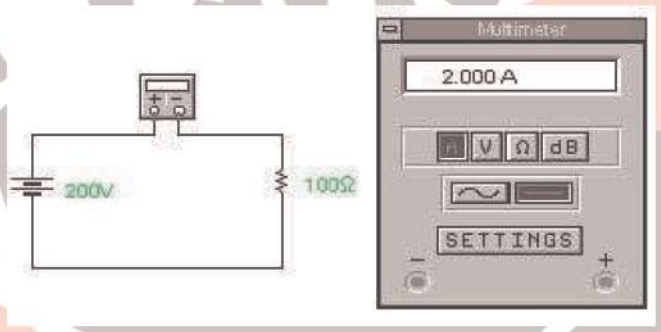




1.1.6.3 **Medida de la intensidad.**

La intensidad se mide con un amperímetro que se intercala en serie en el circuito donde se quiere medir la intensidad.

Aquí también hay que tener en cuenta la polaridad de la conexión.



1.1.6.4 **Medida de la potencia.**

La potencia de un sistema es el trabajo realizado en la unidad de tiempo. Su unidad en el Sistema Internacional (SI) es el vatio, definido como la potencia de una máquina que realiza el trabajo de un julio en el tiempo de un segundo. Su símbolo es W.

En el sector eléctrico se utilizan múltiplos de esta unidad: el kilovatio (kW), que equivale a 1.000 vatios; el megavatio (MW), que tiene 106 vatios; y el gigavatio (GW), que equivale a 109 vatios.

En el Sector Eléctrico se utilizan mucho el kilo- vatio hora (kWh) para medir la energía producida o consumida por una instalación, y el kilovatio (kW) para medir la potencia o capacidad. El kWh es, por tanto, la energía producida o consumida por una instalación de potencia 1 kW, trabajando durante una hora. Es decir:

1kWh = 1kW × 1hora (Energía) = (potencia) × (tiempo)

Para instalaciones eléctricas de gran tamaño se utilizan múltiplos de estas unidades.

Potencia:

- 1 Megavatio (MW) = 106 vatios (W) = 103 kilovatios (kW) 1 Gigavatio (GW) = 109 vatios (W) = 106 kilovatios (kW) 1 Teravatio (TW) = 1012 vatios (W) = 109 kilovatios (kW)
-

Energía:

- 1 Megavatio hora (MWh) = 106 vatios hora (Wh) = = 103 kilovatios hora (kWh)
- 1 Gigavatio hora (GWh) = 109 vatios hora (Wh) = = 106 kilovatios hora (kWh)
- 1 Teravatio hora (TWh) = 1012 vatios hora (Wh) = = 109 kilovatios hora (kWh)

Consideraciones importantes a tener en cuenta.

Como ya se ha dicho para medir la resistencia de un circuito eléctrico se tiene que realizar sin tensión, si no es así el óhmetro puede estropearse.

Para medir la tensión el voltímetro se conecta en paralelo. Un voltímetro tiene una resistencia interna muy grande (en teoría infinita). Si éste se conecta en serie la resistencia del circuito será infinita y no circulará intensidad. No se corre riesgo de estropear el voltímetro, pero la medida será incorrecta.

Para medir la intensidad el amperímetro se conecta en serie. Un amperímetro tiene una resistencia interna muy pequeña (en teoría cero). Si éste se conecta en paralelo, la intensidad que circulará por el amperímetro será muy elevada (en teoría infinita), realmente lo que estamos haciendo es un cortocircuito. El amperímetro corre un serio riesgo de estropearse. La mayoría de los amperímetros llevan incorporado un fusible para protegerlos, aun así si la intensidad del cortocircuito es muy elevada el amperímetro puede quedar inservible.

En la práctica se comercializan unos aparatos llamados polímetros, multímetros o testers que pueden medir la resistencia, intensidad, tensión y más magnitudes eléctricas.

1.1.7 – Condensadores.

Un condensador es un componente eléctrico que almacena carga eléctrica en forma de diferencia de potencial para liberarla posteriormente.

También se suele llamar capacitor eléctrico.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA



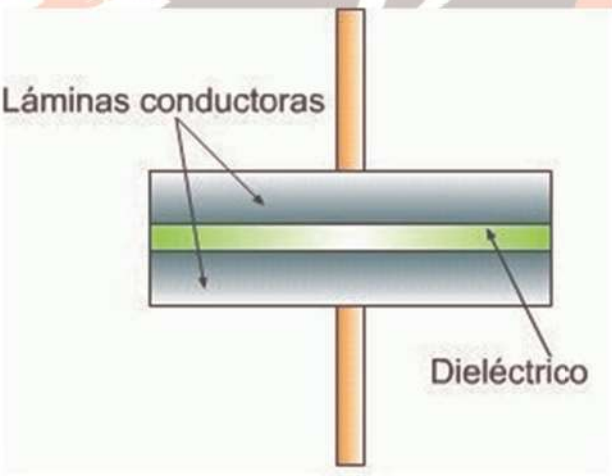
- **¿Cómo almacena la Carga el Condensador?**

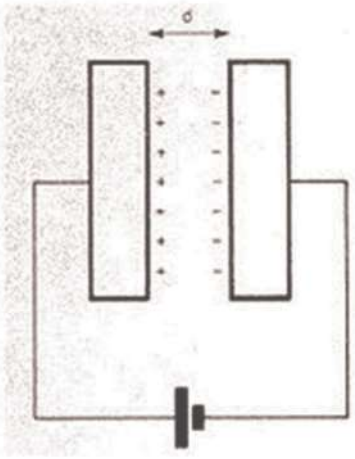
Para almacenar la carga eléctrica, utiliza dos placas o superficies conductoras en forma de láminas separadas por un **material dieléctrico** (aislante).

Estas placas son las que se cargarán eléctricamente cuando lo conectemos a una batería o a una fuente de tensión.

Las placas se cargarán con la misma **cantidad de carga (q)** pero con distintos signos (una + y la otra -).

Una vez cargado ya tenemos **entre las dos placas una d.d.p o tensión**, y estará preparado para soltar esa carga cuando lo conectemos a un receptor de salida.





El material dieléctrico que separa las placas o láminas suele ser aire, tantalio, papel, aluminio, cerámica y ciertos plásticos, depende del tipo de condensador.

Un material dieléctrico es usado para aislar componentes eléctricamente entre si, por eso deben de ser buenos aislantes.

En el caso del condensador separa las dos láminas con carga eléctrica.

La cantidad de carga eléctrica que almacena se mide en **Faradios**.

Esta unidad es muy grande, por eso se suele utilizar el microfaradio, 10 elevado a menos 6 faradios. 1 µF = 10-6 F.

También se usa una unidad menor el picofaradio, que son 10 elevado a menos 12 Faradios. 1 pF = 10-12 F.

Esta cantidad de carga que puede almacenar un condensador, se llama **Capacidad del Condensador** y viene expresada por la siguiente fórmula:

$$C = q / V$$

- **q** = a la carga de una de las dos placas. (Se mide en Culombios).
- **V** = es la tensión o d.d.p entre los dos extremos o placas o lo que es lo mismo la tensión del condensador. (Se mide en voltios).

Según la fórmula un condensador con una carga de 1 Culombio y con una tensión de 1 Voltio, tendrá una capacidad de 1 Faradio.

Como ya dijimos antes este condensador sería enorme, ya que 1 Faradio es una unidad de capacidad muy grande (ocuparía un área aproximada de 1.011m2, que en la práctica es imposible).

Podríamos despejar la tensión del condensador en la fórmula anterior y quedaría:

$$V = q / C$$

- **Carga y Descarga de Un Condensado**

Un condensador **no se descarga instantáneamente**, lo mismo que ocurre si queremos pasar en un coche de 100Km/h a 120Km/h, no podríamos pasar directamente, sino que hay un periodo transitorio.

Lo mismo ocurre con **su carga, tampoco es instantánea.**

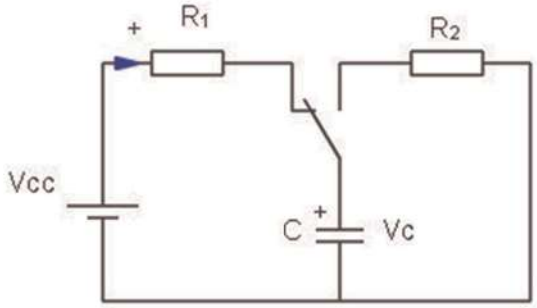
Como veremos más adelante, esto hace que los condensadores se puedan usar como temporizadores.

Vamos a ver como se carga y descarga un condensador partiendo de un circuito muy sencillo, en el que solo tenemos una resistencia de salida R2 y un conmutador, paro cargar o descargar el condensador, dependiendo de su posición.

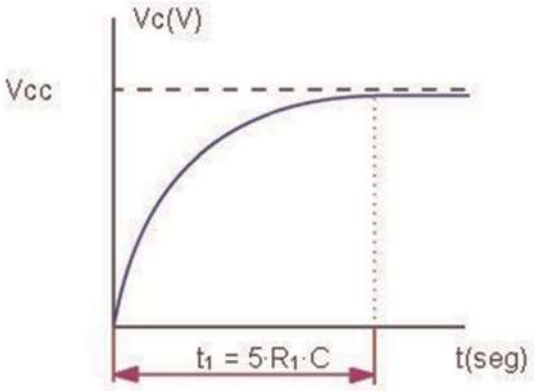
La R1, como ya veremos es para poder controlar el tiempo de carga y se llama **resistencia de carga.**

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

Carga del Condensador



Carga del condensador



Al poner el conmutador tal como está en la posición del circuito anterior, el condensador estará en serie con R2 y estará cargándose.

El tiempo de carga dependerá de la capacidad del condensador y de la resistencia que hemos puesto en serie con él.

La resistencia lo que hace es hacer más difícil el paso de la corriente hacia el condensador, por eso cuanto mayor sea esta, mayor será el tiempo de carga.

Los electrones que circulan por el circuito irán más lentos hacia el condensador por culpa de la resistencia.

Fíjate en la gráfica del tiempo en función de la tensión del condensador, el condensador se va cargando hasta alcanzar su capacidad máxima al cabo de **5 x R1 x C segundos.**

t = 5 x R x C; Tiempo de carga de un condensador.

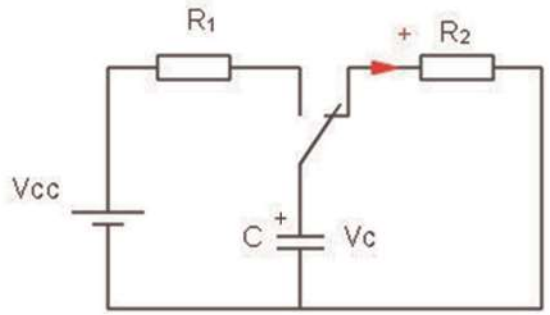
t = tiempo de carga.

R = resistencia de carga.

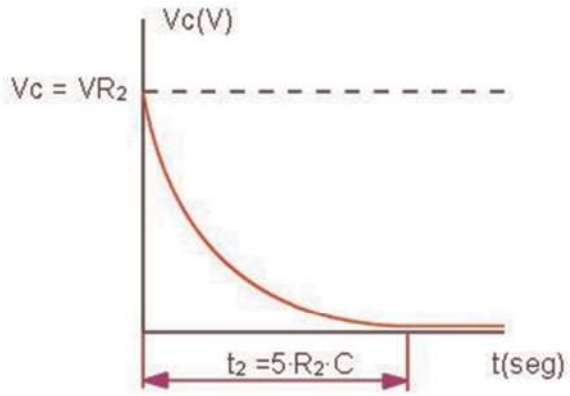
C = capacidad del condensador.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

- **Descarga del Condensador**



Descarga del condensador



Como ves en el esquema, **hemos cambiado la posición del conmutador** y ahora la carga del condensador se descargará sobre la resistencia de salida R2.

Igual que antes, esta descarga no será instantánea, dependerá de la R2 de salida y de la capacidad del condensador.

- **Tipos de Capacitores**

Los condensadores o capacitores se clasifican según el dieléctrico que utilizan.

- El tipo no es muy importante, aunque los más utilizados son los electrolíticos, los de papel, los de aire y los cerámicos.
- Los electrolíticos son condensadores que tienen polaridad, es decir tienen positivo y negativos fijos para su conexión.
- No se puede cambiar la polaridad en sus patillas.
- El material más usado para la fabricación de condensadores es el Tantalio, por su gran capacidad de almacenamiento y su poder de miniaturización, condensadores muy criticados por ser un mineral que procede del coltan, material que, por su explotación, provoca muchas muertes en el Congo (sigue el enlace subrayado en rojo si quieres saber más sobre el coltan).

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

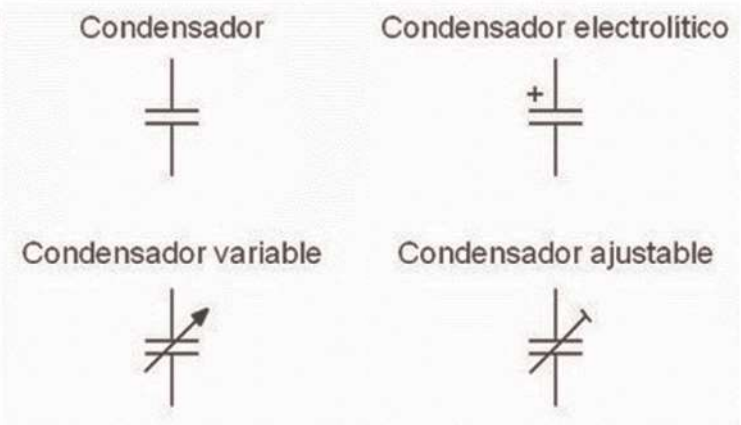
Ojo los condensadores electrolíticos están formados por una disolución química corrosiva, por eso siempre hay que conectarlos con la polaridad correcta.

- Tienen una patilla larga y una corta, la larga siempre debe ir al positivo y la corta al negativo.
- También se pueden clasificar como fijos y variables.
- Los fijos tienen un valor de la capacidad fija y los variables tienen una capacidad que se puede ajustar.

Veamos cómo son algunos de los diferentes tipos de capacitores:



Algunos de los símbolos usados en los circuitos en función del tipo de condensador:



Código de los Condensadores

Los condensadores tienen un código de colores, similar al de las resistencias, para calcular el valor de su capacidad, pero OJO en picofaradios (10-12 Faradios).



El primer color, nos dice el valor de la primera cifra de la capacidad, el segundo el de la segunda y el tercero el del factor de multiplicación, que es 10 elevado al número del código del color.

El cuarto color nos indica la tolerancia, el porcentaje que puede variar del valor teórico (el sacado de los 3 primeros colores) de su capacidad. Por ejemplo 10%, 20%, etc.

Si un condensador tiene un valor de 1000pF y una tolerancia del 10%, quiere decir que el valor real puede oscilar entre un 10% más o un 10% menos.

Podría valer entre 900 y 1100 pF, aunque normalmente se ajustan bastante al valor teórico, en este caso 1000pF.

El quinto color nos indica la tensión de trabajo del condensador, es decir tensión a la que se carga.

El valor de los colores viene en una tabla, iguales a los de las resistencias, que puedes ver aquí: Código Colores Resistencia.

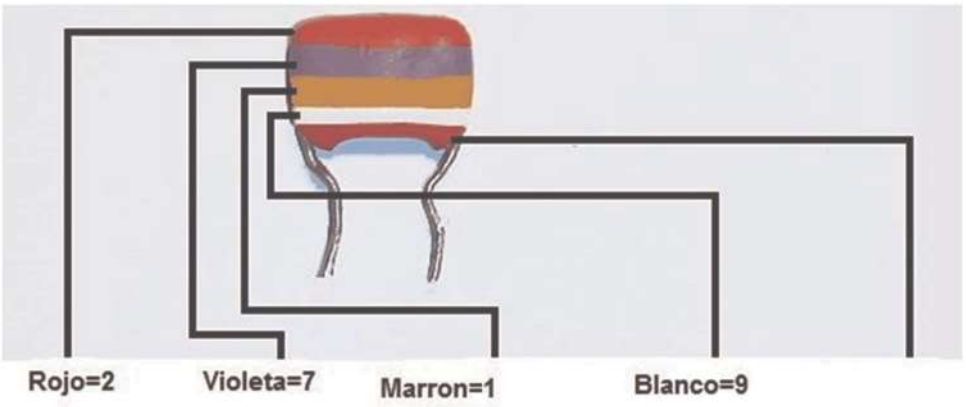
Sabiendo el valor de los colores, veamos un ejemplo:

¿Qué valor tendría un condensador con los siguientes colores verde-azul-naranja?

Verde = 5; azul = 6, Naranja = 3; por lo tanto, tendrá una capacidad = 56 x 103 picofaradios = 56000 pF = 56 nF.

Si te ha quedado alguna duda fíjate en este otro ejemplo:

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA



27×10^1 Picofaradios

Hay otro código que se usa en los condensadores es el llamado código japonés o código 101.

Este código lleva 3 números.

Imagina que ves un condensador como el de la figura, un condensador llamado condensador 104:



Este condensador lleva el código japonés. Los 2 primeros dígitos hay que multiplicarlos por 10 elevado al tercer dígito (llamado multiplicador) para calcular su capacidad, en picofaradios (10-12 Faradios).

En este ejemplo sería 10 x 104 picofaradios = 0.1 microfaradios.

Este condensador se llamaría condensador cerámico 104.

También se usa el código de letras, en lugar de banda de colores se imprimen en el propio condensador unas letras y números.

Por ejemplo, la letra K indica cerámico, pero el resto de letras nos indica la tolerancia.

Al final o al principio aparece un número que es el valor de la capacidad o de la tensión.

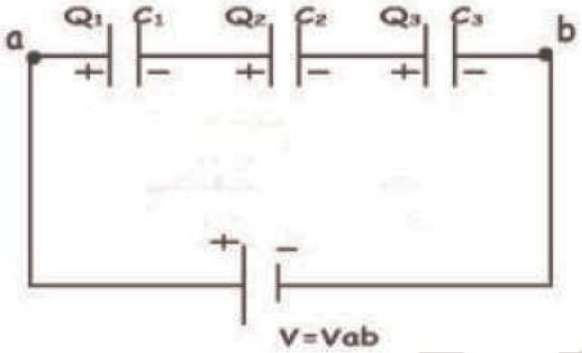
Por poner un ejemplo, pero hay muchos diferentes, si vemos un condensador marcado con las letras 47J, la J indica tolerancia del 5% y el número 47 quiere decir 47 pF.

Otro ejemplo 4p7M; el 4p7 indica 4,7pF y las letras M tolerancia 20%.

Hay tantas formas diferentes que no merece la pena aprenderse este código de letras.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

- Condensadores en Serie



La tensión total es la suma de las tensiones de los 2 condensadores:

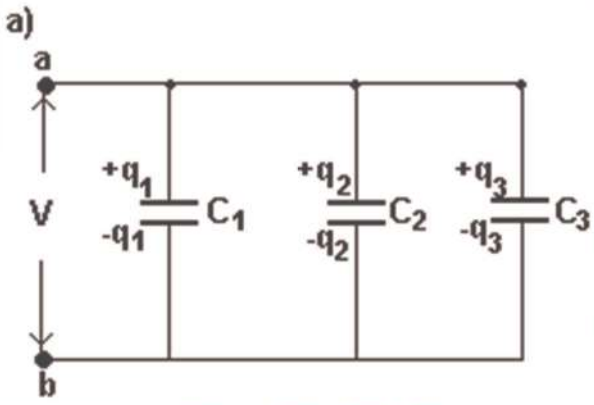
Vt = V1 + V2; en el caso del circuito de la figura Vab será la total.

Recuerda que V1= q/C1, con esta fórmula podríamos sustituir las V en la anterior.

La capacidad total de todos los condensadores en el circuito en serie sería:

1/C = 1/C1 + 1/C2 + 1/C3.... hasta el número total de condensadores que tengamos conectado en serie.

- Condensadores en Paralelo



En este caso la tensión de carga de cada condensador es igual a la de la batería por estar en paralelo:

Vab = V1 = V2 = V3 .....

La carga total almacenada en el circuito con todos los condensadores sería la suma de las cargas de todos los condensadores:

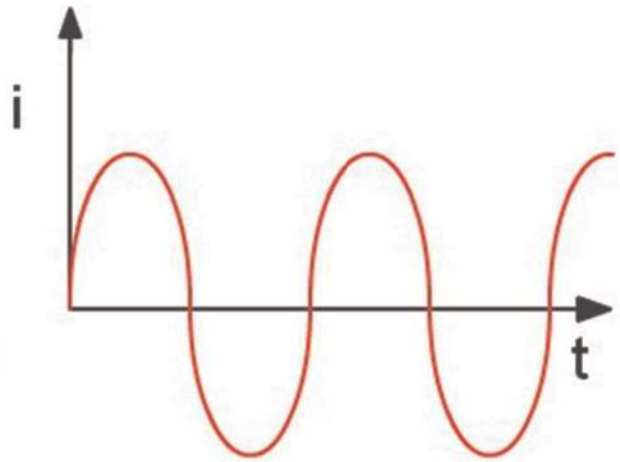
Ct = C1 + C2 + C3 .....

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

1.1.8 Realización de medidas en circuitos de corriente alterna monofásica:

1.1.9 – Corriente alterna monofásica.

Se denomina corriente alterna (simbolizada CA en español y AC en inglés, de Alternating Current) a la corriente eléctrica en la que la magnitud y dirección varían cíclicamente. La forma de onda de la corriente alterna más comúnmente utilizada es la de una onda sinoidal. En el uso coloquial, "corriente alterna" se refiere a la forma en la cual la electricidad llega a los hogares y a las empresas.



Comportamiento de la corriente alterna en el tiempo. Varía de positivo a negativo en forma periódica.

La corriente alterna es el tipo de corriente más empleado en la industria y es también la que consumimos en nuestros hogares. La corriente alterna de uso doméstico e industrial cambia su polaridad o sentido de circulación 50 ó 60 veces por segundo, según el país de que se trate. Esto se conoce como frecuencia de la corriente alterna.

En los países de Europa la corriente alterna posee 50 ciclos o hertz (Hz) por segundo de frecuencia, mientras que los en los países de América la frecuencia es de 60 ciclos o hertz.

1.1.10 – Valores característicos de la c.a.

A continuación, se indican otros valores significativos de una señal sinusoidal:

- **Valor instantáneo** (*a(t)*): es el que toma la ordenada en un instante, t, determinado.
- **Valor pico a pico** (A_{pp}): diferencia entre su pico o máximo positivo y su pico negativo. Dado que el valor máximo de *sen(x)* es +1 y el valor mínimo es -1, una señal sinusoidal que oscila entre $+A_0$ y $-A_0$. El valor de pico a pico, escrito como $A_{P\text{-}P}$, es por lo tanto $(+A_0)-(-A_0) = 2\times A_0$.
- **Valor medio** (A_{med}): valor del área que forma con el eje de abscisas partido por su período. El valor medio se puede interpretar como el componente de continua de la oscilación sinusoidal. El área se

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

considera positiva si está por encima del eje de abscisas y negativa si está por debajo. Como en una señal sinusoidal el semiciclo positivo es idéntico al negativo, su valor medio es nulo. Por eso el valor medio de una oscilación sinusoidal se refiere a un semiciclo. Mediante el cálculo integral se puede demostrar que su expresión es la siguiente;

$$A_{med} = \frac{2A_0}{\pi}$$

- **Pico o cresta**: valor máximo, de signo positivo (+), que toma la oscilación sinusoidal del espectro electromagnético, cada medio ciclo, a partir del punto "0". Ese valor aumenta o disminuye a medida que la amplitud "A" de la propia oscilación crece o decrece positivamente por encima del valor "0".
- **Valor eficaz** (A): el valor eficaz se define como el valor de una corriente (o tensión) continua que produce los mismos efectos calóricos que su equivalente de alterna. Es decir que para determinada corriente alterna, su valor eficaz (Ief) será la corriente continua que produzca la misma disipación de potencia (P) en una resistencia (R). Matemáticamente, el valor eficaz de una magnitud variable con el tiempo, se define como la raíz cuadrada de la media de los cuadrados de los valores instantáneos alcanzados durante un período:

$$A = \sqrt{\frac{1}{T}\int_0^T a^2(t)dt}$$

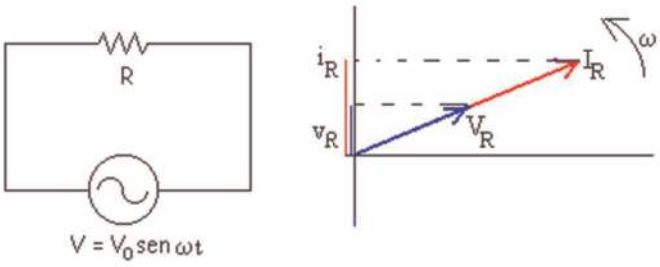
En la literatura inglesa este valor se conoce como el valor cuadrático medio de una función. En el campo industrial, el valor eficaz es de gran importancia, ya que casi todas las operaciones con magnitudes energéticas se hacen con dicho valor. De ahí que por rapidez y claridad se represente con la letra mayúscula de la magnitud que se trate (I, V, P, etc.). Matemáticamente, se demuestra que para una corriente alterna sinusoidal el valor eficaz viene dado por la expresión:

$$A = \frac{A_0}{\sqrt{2}}$$

El valor A, tensión o intensidad, es útil para calcular la potencia consumida por una carga. Así, si una tensión de alterna, desarrolla una cierta potencia P en una carga resistiva dada, una tensión de continua de Vrms desarrollará la misma potencia P en la misma carga, por lo que, Vrms x I = VCA x I.

1.1.11 – Comportamiento de los receptores elementales (resistencias, bobina pura y condensador) en c.a. monofásica.

- **Resistencia**



La ecuación de este circuito simple es (intensidad por resistencia igual a la fem)

$$iR=V_0 \text{sen}(w\,t)$$

$$i_R = \frac{V_0}{R}\text{sen}(\omega t)$$

La diferencia de potencial en la resistencia es

$$v_R = V_0 \text{sen}(w\,t)$$

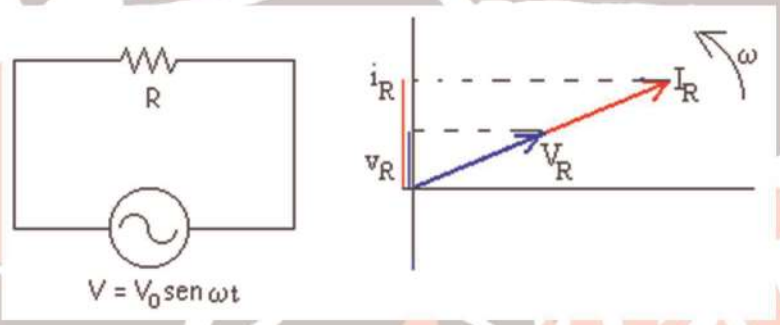
En una resistencia, la **intensidad** i_R y la diferencia de potencial v_R **están en fase**. La relación entre sus amplitudes es

$$I_R = \frac{V_R}{R}$$

con $V_R=V_0$, la amplitud de la fem alterna

Como vemos en la representación vectorial de la figura, al cabo de un cierto tiempo *t*, los vectores rotatorios que representan a la intensidad en la resistencia y a la diferencia de potencial entre sus extremos, ha girado un ángulo *w t*. Sus proyecciones sobre el eje vertical marcados por los segmentos de color azul y rojo son respectivamente, los valores en el instante *t* de la intensidad que circula por la resistencia y de la diferencia de potencial entre sus extremos.

- **Bobina**



La ecuación de este circuito simple es (intensidad por resistencia igual a la fem)

$$iR=V_0 \text{sen}(w\,t)$$

$$i_R = \frac{V_0}{R}\text{sen}(\omega t)$$

La diferencia de potencial en la resistencia es

$$v_R = V_0 \text{sen}(w\,t)$$

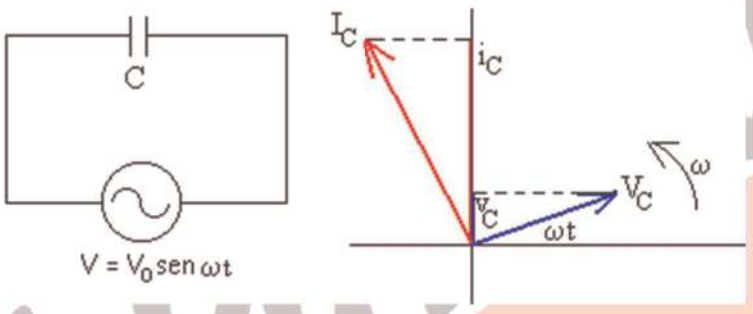
En una resistencia, la **intensidad** i_R y la diferencia de potencial v_R **están en fase**. La relación entre sus amplitudes es

$$I_R = \frac{V_R}{R}$$

con V_R=V_0, la amplitud de la fem alterna

Como vemos en la representación vectorial de la figura, al cabo de un cierto tiempo *t*, los vectores rotatorios que representan a la intensidad en la resistencia y a la diferencia de potencial entre sus extremos, ha girado un ángulo *w t*. Sus proyecciones sobre el eje vertical marcados por los segmentos de color azul y rojo son respectivamente, los valores en el instante *t* de la intensidad que circula por la resistencia y de la diferencia de potencial entre sus extremos.

- **Condensador**



En un condensador la carga *q*, la capacidad *C* y diferencia de potencial *v* entre sus placas están relacionadas entre sí

$$q=C\cdot v$$

Si se conecta las placas del condensador a un generador de corriente alterna

$$q=C\cdot V_0\cdot \text{sen}(w\,t)$$

La intensidad se obtiene derivando la carga respecto del tiempo, *i=dq/dt*

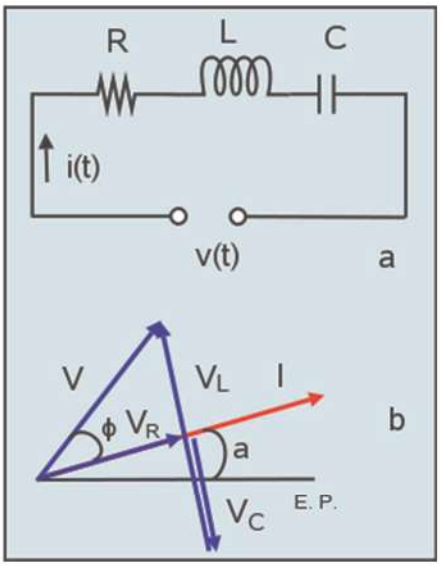
$$i_C = C\,\omega V_0 \cos(\omega t) = C\,\omega V_0\,\text{sen}\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$$

Para un condensador, la **intensidad i_C está adelantada 90º** respecto a la diferencia de potencial v_C. La relación ente sus amplitudes es

$$I_C = C\,\omega V_C$$

con V_C=V_0, la amplitud de la fem alterna

1.1.12 – Circuitos RLC serie en c.a. monofásica.



Razonado de modo similar en el circuito serie RLC de la figura se llega a la conclusión de que la impedancia Z tiene un valor de:

$$\vec{Z} = Z \angle \phi = R + (X_L - X_C)j$$

siendo ϕ

$$\phi = \arctan\left(\frac{X_L - X_C}{R}\right)$$

En el diagrama se ha supuesto que el circuito era $X_L > X_C$ inductivo ( ), pero en general se pueden dar los siguientes casos:

- $X_L > X_C$: circuito inductivo, la intensidad queda retrasada respecto de la tensión (caso de la figura 12, donde ϕ es el ángulo de desfase).
- $X_L < X_C$: circuito capacitivo, la intensidad queda adelantada respecto de la tensión.
- $X_L = X_C$: circuito resistivo, la intensidad queda en fase con la tensión (en este caso se dice que hay resonancia).

1.1.13 – Potencia y factor de potencia en c.a. monofásica.

- **POTENCIA**

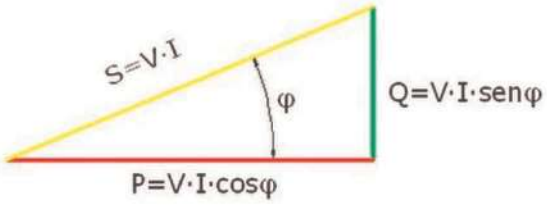
Aquí la potencia es un poco más compleja, ya que no solo hay una potencia, sino que hay 3 diferentes. Se comporta como la potencia para corriente continua, con el agregado de un concepto nuevo que se irá desarrollando durante el curso y es el FACTOR DE POTENCIA o conocido como COSENO DE FI "cos(Ø)"

Tipos de Potencia

Potencia Activa Es la única de las 3 potencia que se transforma en energía útil, es decir es la potencia útil del receptor, que se transforma en calor o trabajo.	**P = V x I x cos (Ø)**	se mide en W (vatios)
Potencia Reactiva Esta potencia es una potencia consumida por las bobinas y por los capacitores, ejemplo, motores, transformadores, etc. No genera trabajo ni calor.	**Q = V x I x seno (ϕ)**	se mide en VAR (voltio amperios reactivos)
Potencia Aparente Es la suma vectorial de las otras dos, es la potencia útil más la potencia perdida.	**S = V x I**	se mide en voltio amperios (VA)

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

Se representan según el siguiente esquema llamado, triángulo de potencias:



Cálculo de Potencia

Para calcular la potencia usaremos la fórmula de la POTENCIA APARENTE (que viene dado en "VA"), de acuerdo a la fórmula:

$$S = V \times I$$

Siendo:

"**S**" el valor de potencia que queremos obtener.

"**V**" la tensión de la energía que provee la empresa distribuidora (que debería ser, siempre, 220V).

"**I**" el valor de la medición obtenida con la pinza amperométrica. Vamos a suponer que diera 1,5 Amperes...

En nuestro caso será: S (potencia aparente) = 220 V (tensión) x 1,5 A (corriente) S (potencia aparente) = 330 VA.

Por lo tanto: De esta manera se puede conocer la potencia de cada aparato, o equipo eléctrico, en particular, en forma individual, o tomando una medición total en la llave termomagnética que controla a todo el circuito

ACLARACIÓN:

En el ejemplo obtuvimos la potencia aparente solamente con medir la corriente, pero podríamos medir la tensión también. La mayoría de los aparatos eléctricos, posee una chapa o lámina con las características eléctricas, esto es, la tensión (V), la potencia (W), la corriente (A), la frecuencia (Hz) y demás, dependiendo del tipo de aparato.

- **FACTOR DE POTENCIA**

¿Para qué sirve el Factor de Potencia?

El factor de potencia sirve para medir la eficiencia de su consumo eléctrico, a la hora de convertirlo en potencia útil, como luz, calor o movimiento mecánico.

Potencias

Potencia Activa: La potencia activa, es la que representa la capacidad de un circuito para poder realizar un proceso de transformación de la energía eléctrica en trabajo.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

Potencia Aparente: La potencia reactiva es un tipo de potencia eléctrica, que absorben de la red algunos equipos eléctricos pero que luego la devuelven, por lo que no supone un consumo, aunque sí hay que generarla y transportarla hasta los equipos.



¿Dónde se pierde esta energía?

La energía eléctrica que se pierde en los receptores se **pierde por culpa de las bobinas** (hilo de cable enrollado) que algunos receptores llevan y que son necesarias para su funcionamiento.

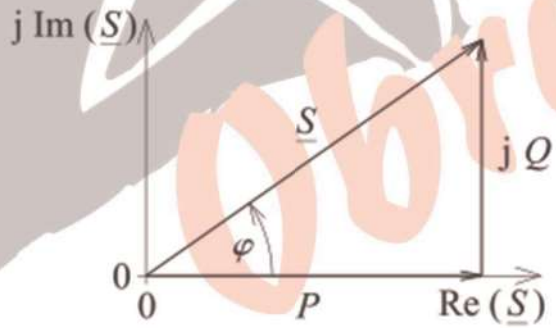
Fórmula Factor de Potencia

$$FP = \frac{P}{S} = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2 + D^2}}$$

Circuitos

- **Lineales**

En los circuitos lineales, las corrientes y tensiones son perfectamente senoidales.

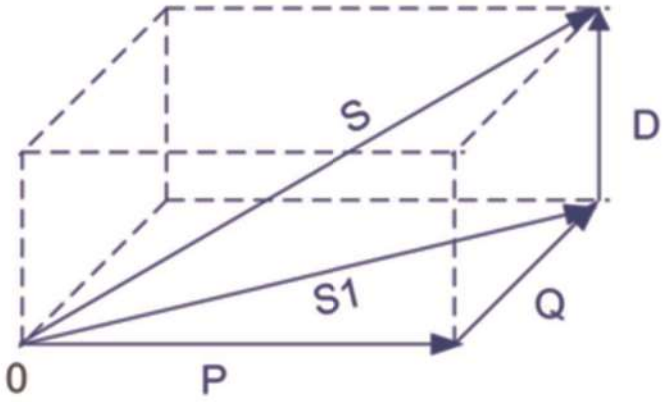


- **No lineales**

En los circuitos no lineales la forma de la onda no es perfectamente senoidal. Las cargas no lineales crean corrientes armónicas, que pueden ser representadas por la tasa de distorsión armónica (THD).

En este caso la potencia aparente **S** no estaría únicamente compuesta por **P** y **Q**, sino que aparece una tercera componente suma de todas las potencias que genera la distorsión. Denominada **D**.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA



Valor Ideal

El **factor de potencia** puede tomar valores entre 0 y 1, el valor ideal es igual a 1, esto indica que toda la energía consumida por los aparatos ha sido transformada en trabajo. Por el contrario, un factor de potencia menor a la 1 significa mayor consumo de energía para producir un trabajo útil.

Beneficios

- **Disminución** de la sección de los **cables**: El cuadro anterior indica el aumento de sección de los cables motivado por un bajo cos Φ. De este modo se ve que cuanto mejor es el factor de potencia (próximo a 1), menor será la sección de los cables.
- **Disminución** de **pérdidas** en las líneas: Un buen factor de potencia permite una reducción de las pérdidas en las líneas para una potencia activa constante.

  Las pérdidas en vatios están integradas en el consumo registrado por los contadores de **energía activa** (kWh) y son proporcionales al cuadrado de la intensidad transportada.
- **Reducción** de la **caída de tensión**: La instalación de condensadores permite reducir, incluso eliminar, la energía reactiva transportada, y por lo tanto, reducir las caídas de tensión en línea.
- **Aumento** de la **potencia** disponible: La instalación de condensadores hacia abajo de un transformador sobrecargado que alimenta una instalación cuyo factor de potencia es bajo, y por lo tanto malo, permite aumentar la potencia disponible en el secundario de dicho transformador. De este modo es posible ampliar una instalación sin tener que cambiar el transformador.

La mejora del factor de potencia **optimiza** el dimensionamiento de los transformadores y cables. **Reduce** también las **pérdidas** en las líneas y las caídas de tensión.

Corrección del Factor de Potencia

Es posible ajustar el **factor de potencia** a un valor muy próximo a la unidad.

Esta práctica es conocida como **corrección** del factor de potencia, se realiza mediante la conexión a través de conmutadores, bancos de condensadores o inductancias, según el tipo de cargas.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

En ocasiones pueden instalarse motores síncronos para inyectar **potencia** capacitiva o reactiva con tan solo variar la corriente de **excitación** del motor.

Las pérdidas de energía en las líneas de transporte de energía eléctrica aumentan con el incremento de la intensidad.

Cuanto más bajo sea el factor de potencia. de una carga, se requiere más corriente para conseguir la misma cantidad de **energía útil**.

Por lo cual, las compañías suministradoras de electricidad requieren que los usuarios mantengan los factores de potencia de sus cargas dentro de límites especificados. De lo contrario, estarán sujetos a **pagos adicionales** por energía reactiva.

La **mejora** del factor de potencia debe ser realizada de una forma cuidadosa para mantenerlo lo más alto posible.

Por ello en los casos de grandes variaciones en la composición de la carga es preferible que la corrección se realice por medios automáticos.

1.1.14 – Medidas de tensión, intensidad y potencia en circuitos de c.a. monofásicos.

1.1.14.1 Tensión

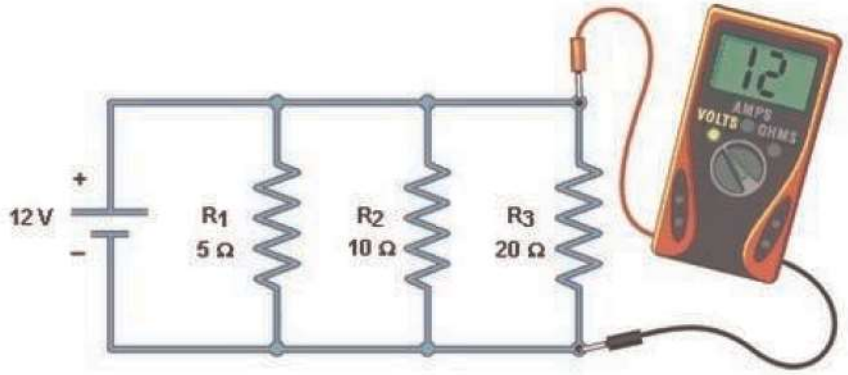
Medir en corriente alterna (C.A.) es igual de fácil que hacer las mediciones en corriente directa (DC).

- Se selecciona, en el **multímetro** que estemos utilizando, la unidad (voltios) en AC (c.a.). Como se va a realizar una medición en corriente alterna, no es importante la posición de los cables negro y el rojo. Acordarse que en corriente alterna, la corriente fluye alternadamente en ambos sentidos.

- Se selecciona la escala adecuada, si tiene selector de escala, (si no se sabe que magnitud de voltaje se va a medir, escoger la escala más grande). Si no tiene selector de escala seguramente el **multímetro (VOM)** escoge la escala para medir automáticamente y vaya a medir voltaje con multímetro digital.

- Se conecta el **multímetro** a los extremos del componente (se pone en paralelo) y se obtiene la lectura en la pantalla.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA



1.1.14.2 Intensidad

- Se selecciona, en el **multímetro** que estemos utilizando, la unidad (amperios) en AC (c.a.). Como se está midiendo en corriente alterna (C.A.), es indiferente la posición del cable negro y el rojo.
- Se selecciona la escala adecuada, si tiene selector de escala (si no se sabe que magnitud de corriente se va a medir, escoger la escala más grande). Si no tiene selector de escala seguramente el **multímetro / VOM** escoge la escala automáticamente y vaya a medir corriente con multímetro digital.
- Para medir una corriente con el **multímetro**, este tiene que ubicarse en el paso de la corriente que se desea medir. Para esto se abre el circuito en el lugar donde la corriente a medir y conectamos el multímetro (se pone en "serie"). Ver el diagrama.

En algunas ocasiones no es posible abrir el circuito para colocar el amperímetro. En estos casos, si se desea averiguar la corriente que pasa por un elemento, se utiliza la Ley de Ohm para averiguar la corriente en forma indirecta.

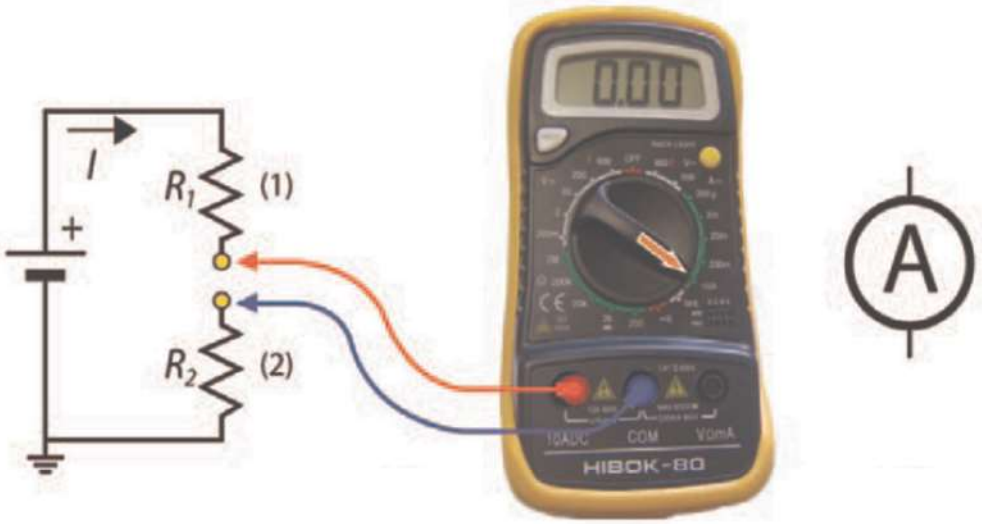
Se mide el voltaje que hay entre los terminales del elemento por el cual pasa la corriente que se desea averiguar y después, con la ayuda de la Ley de Ohm (V = I x R), se obtiene la corriente (I = V/R). Para obtener una buena medición, se debe tener los valores exactos tanto del voltaje (en AC) como del resistor.

Otra opción es utilizar un **amperímetro de gancho**, que permite obtener la corriente que pasa por un circuito sin abrirlo. Este dispositivo, como su nombre lo indica, tiene un gancho que se coloca alrededor del conductor por donde pasa la corriente y mide el campo magnético alrededor de él. Esta medición es directamente proporcional a la corriente que circula por el conductor y que se muestra con ayuda de una aguja o pantalla.

El valor de la corriente obtenido por este tipo de medición es RMS o efectivo.

Nota: Multímetro = VOM = Tester = Polímetro

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA



1.1.14.3 Potencia

La potencia depende en CA de la tensión, intensidad y su desfasaje a través del factor de potencia (cos φ), por lo que hay 2 métodos de para medir dicha potencia:

El método indirecto basado en la definición de potencia en CA

$$PCA = U\ I \cos \varphi$$

Este método hace uso de un amperímetro, un voltímetro y un cosfímetro. Fig 1.

Medición directa mediante un vatímetro, que también admite 2 formas de conexión de acuerdo como se conecte su rama voltímetrica. Recordar la conexión volt- amperométrica en función del valor de la carga. Fig. 2.

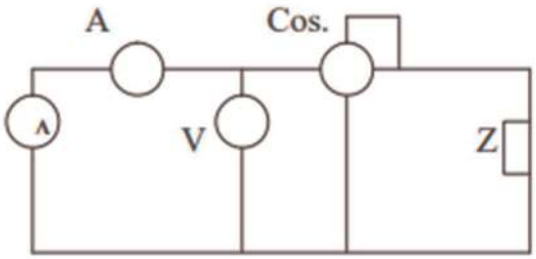


Fig. 1

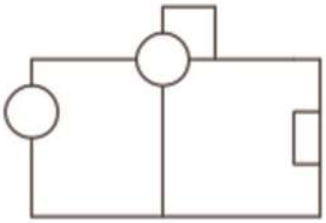
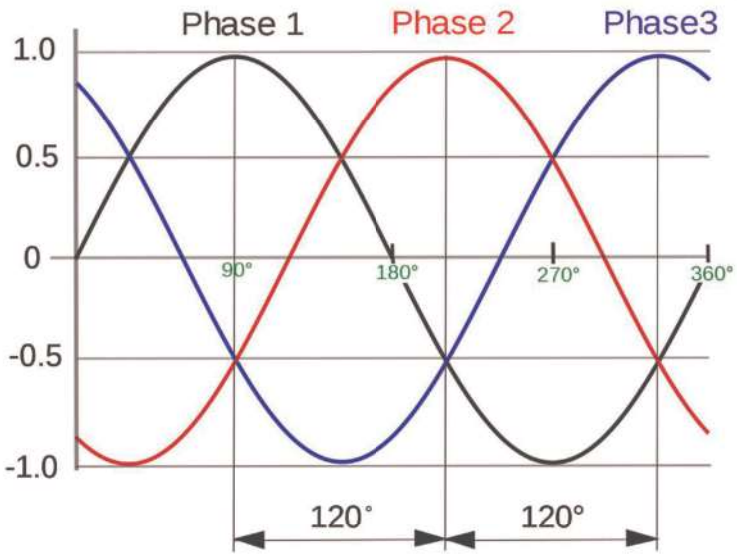


Fig. 2

La potencia reactiva en el primer caso se calcula, en el segundo se mide usando un vatímetro.

1.1.15 – Circuito eléctrico trifásico y realización de medidas en circuitos eléctricos trifásicos

En ingeniería eléctrica, un sistema trifásico es un sistema de producción, distribución y consumo de energía eléctrica formado por tres corrientes alternas monofásicas de igual frecuencia y amplitud (y por consiguiente valor eficaz), que presentan una diferencia de fase entre ellas de 120° eléctricos, y están dadas en un orden determinado. Cada una de las corrientes monofásicas que forman el sistema se designa con el nombre de fase.



Tensión en las fases de un sistema trifásico equilibrado. Entre cada una de las fases hay un desfase de 120°.

Un sistema trifásico de tensiones se dice que es equilibrado cuando sus corrientes tienen magnitudes iguales y están desfasadas simétricamente.

Cuando alguna de las condiciones anteriores no se cumple (corrientes diferentes o distintos desfases entre ellas), el sistema de tensiones está desequilibrado o más comúnmente llamado un sistema desbalanceado. Recibe el nombre de sistema de cargas desequilibradas, el conjunto de impedancias distintas que dan lugar a que por el receptor circulen corrientes de amplitudes diferentes o con diferencias de fase entre ellas distintas a 120°, aunque las tensiones del sistema o de la línea sean equilibradas o balanceadas.

El sistema trifásico presenta una serie de ventajas, como son la economía de sus líneas de transporte de energía (hilos de menor sección que en una línea monofásica equivalente) y de los transformadores utilizados, así como su elevado rendimiento de los receptores, especialmente motores, a los que la línea trifásica alimenta con potencia constante.

Los generadores utilizados en centrales eléctricas son trifásicos, dado que la conexión a la red eléctrica debe ser trifásica (salvo para centrales de poca potencia). La trifásica se usa masivamente en industrias, donde las máquinas funcionan con motores trifásicos.

Existen dos tipos principales de conexión; en triángulo y en estrella. En estrella, el neutro es el punto de unión de las fases.

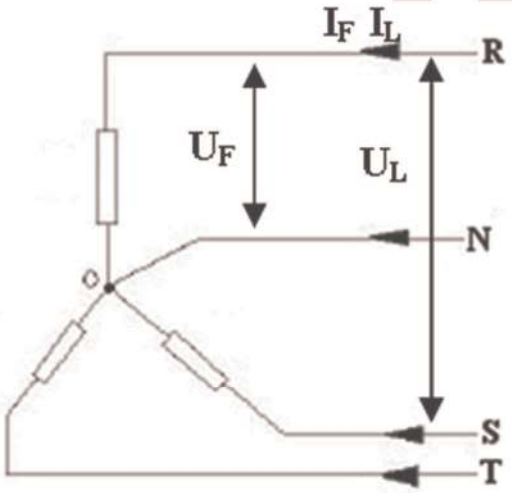
PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

1.1.16 – Conexión de generadores y de receptores trifásicos.

1.1.16.1 Conexión estrella.

Diferenciamos valores de línea marcados con el subíndice L que son los de nuestra red eléctrica, los que podremos medir en los cables de alimentación, o en los terminales del pupitre del taller. Y valores de fase que son los que atraviesan la carga, la resistencia marcados con el subíndice F. En el caso de un motor serían las tres bobinas internas del motor.

En la conexión en estrella, lógicamente la Intensidad de Fase es la misma que la Intensidad de Línea, ya que el cable no se divide, en cambio la tensión de línea UL se va a repartir entre dos cargas siendo la tensión de fase UF = UL/√3



Cargas trifásicas conectadas en estrella.

UF = UL / √3 // IF = IL

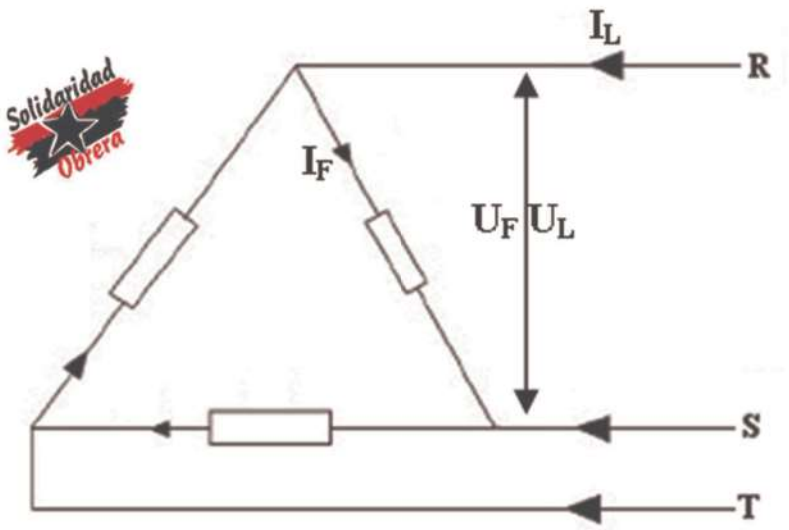
P = 3 UF * IF = 3 UL/√3 * IL = √3 UL IL

Como conclusión la potencia eléctrica es √3 veces la tensión de línea por la intensidad de línea, valores medidos en los cables de alimentación.

1.1.16.2 Conexión triángulo

En la conexión en triángulo la tensión de fase UF es igual a la tensión de línea UL ya que medimos entre los mismos puntos, en cambio la IF se reparte entre dos cargas siendo IF=IL/√3

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA



Cargas trifásicas equilibradas conectadas en triángulo

$$IF = IL / \sqrt{3} \quad // \quad Uf = UL$$

$$P = 3\ UF * IF = 3\ UL * IL/\sqrt{3} = \sqrt{3}\ UL\ IL$$

Obteniendo la misma expresión que en el caso de la conexión en estrella. La potencia eléctrica es $\sqrt{3}$ veces la tensión de línea por la intensidad de línea, valores medidos en los cables de alimentación.

1.1.17 – Potencia en sistemas trifásicos.

La potencia activa de un sistema trifásico es la suma de las potencias activas de los sistemas monofásicos que lo componen. Si se supone equilibrado, la potencia activa buscada es tres veces la de uno de sus sistemas monofásicos. ... Por lo tanto, cosφ es el factor de potencia de cada sistema monofásico o fase.

"Potencia Activa" es potencia que hace un trabajo real: creando calor, operando una carga, etc.

"Potencia Reactiva" es potencia en la cual la corriente, está fuera de fase con respecto al voltaje y el producto volts por los amperes no hace trabajo real. Ejemplo; la corriente que se carga en un capacitor o la que crea un campo magnético alrededor de una bobina.

"La Potencia Aparente" es la combinación matemática de las dos.

La mejor representación, es un diagrama vectorial, en donde la potencia "Activa" está representada por el eje positivo X y la potencia "Reactiva" por el eje Y. La potencia inductiva, es decir la encargada de crear y mantener un campo electromagnético alrededor de una bobina, puede ser representada por el eje Y positivo. La potencia capacitiva puede ser representada en el eje Y negativo, por lo tanto, estas dos potencias, tienden a cancelarse, resultando un vector que puede ser positive o negativo sobre el eje Y.

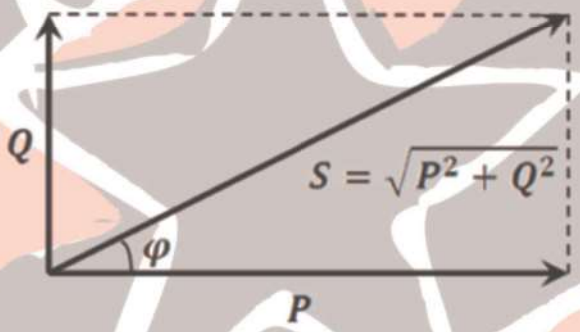
PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

Ejemplo: En un motor trifásico, se requiere una cierta cantidad de corriente para magnetizar los devanados (bobinas) del motor, el componente capacitivo, es despreciable. Esta corriente no contribuye a la producción del torque del motor y puede ser representado por corriente en el eje Y positivo que denominaremos como Q. La porción de la corriente que, si hace trabajo real, se puede representar en el eje X positivo y lo denominamos P. Esto produce una suma vectorial con un valor √P^(2+Q^2)

Como se muestra en el diagrama.

Cos Φ es el factor de potencia, el cual, para un motor inductivo trifásico, está en el orden de 0.8 a 0.9. Para reducir el ángulo Φ y mejorar el factor de potencia, se añaden capacitores al circuito del motor. La función de estos capacitores es proporcionar la corriente de magnetización y por lo tanto reducir la amplitud de la potencia reactiva. De nuestro ejemplo, la potencia inductiva es positiva sobre el eje Y y la potencia capacitiva es negativa sobre el eje Y. Entre más cerrado sea el ángulo Φ, la corriente aparente, estará más cercana a la corriente activa. En realidad, una vez que se establece el campo magnético del motor, la corriente requerida para mantener el campo, circula a través de los capacitores que se han agregado y no de la red eléctrica

La empresa generadora de la energía eléctrica (nuestro proveedor), cuida los consumos de potencia aparente permitiéndonos hasta un 10% menos de perdida sin cargo con penalidad, pero si nos cobra su consumo. A mayor perdida, el cargo puede llegar hasta el 120% de penalidad por el bajo factor de potencia con que estemos usando nuestros consumos eléctricos, ya que, si la corriente que demandamos, produce trabajo real o no, la empresa tiene que producirla.
Entre más cercano al 100% de eficiencia sean nuestros consumos eléctricos, mejor será el factor de potencia, menor será la demanda de corriente y menor pago al suministrador.



1.1.18 – Medidas de tensiones, intensidades y potencias en sistemas trifásicos.

1.1.18.1 Medida de tensión

Coloque el multímetro digital en la posición "AC Volt". Conecte las puntas del multímetro a la conexión "Voltios" y consejos "generales". Si el multímetro no es un multímetro de rango automático, elija un rango de voltaje que sea más alto que el voltaje que desea probar.

Mire el interruptor del motor. verá un conjunto de tres cables salientes y un conjunto de tres cables salientes. Las conexiones a las que están conectados los cables entrantes se conocen como L1, L2 y L3 o como línea 1,

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

línea 2 y línea 3. los terminales de los cables salientes tienen diferentes etiquetas: T1, T2 y T3 o carga 1, carga 2 y carga 3. cada cable tiene una fase de corriente trifásica, y los números indican la fase de corriente. Por ejemplo, L1 y T1 llevan la primera fase.

Coloque un extremo del multímetro en L1 y el otro en L2. espere a que el multímetro muestre el voltaje. Realice la misma prueba entre L1 y L3 y entre L2 y L3. El valor de voltaje debe ser el mismo para cada prueba.

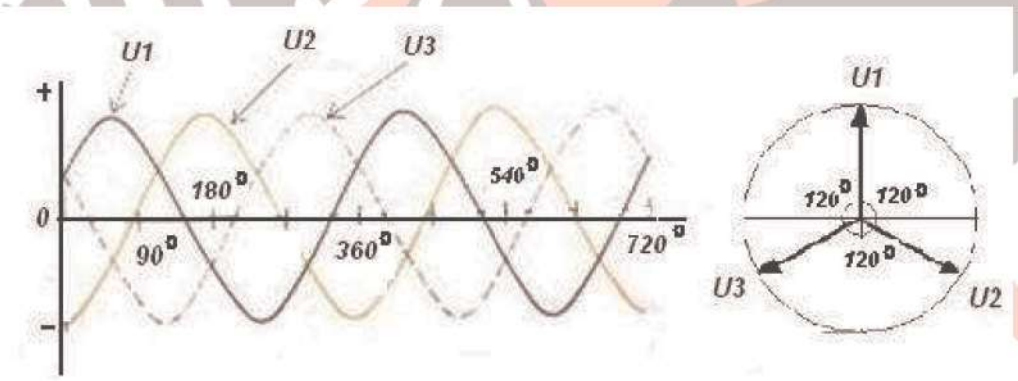
Coloque las puntas del multímetro en T1 y T2. El voltaje debe ser 0. realice pruebas similares entre T1 y T3 y entre T2 y T3. todos deben Leer cero voltios.

Mueva la palanca selectora a la posición "On". Prueba entre las puntas T1 y T2. El voltaje debe coincidir con la prueba para L1 y L2. repita las pruebas entre T1 y T3 y entre T2 y T3. El voltaje no debe diferir en más de unos pocos voltios en cada prueba.

Verifique el voltaje monofásico entre L1 y neutral si hay un terminal neutral. La corriente monofásica se puede obtener de L1, L2 o L3, por lo que, si Lee 0 voltios, la prueba entre L2 y L3 es neutral y neutral. El voltaje monofásico es la mitad del voltaje probado entre pares de líneas.

1.1.18.2 Medida de intensidad

Corriente alterna trifásica. Es el conjunto de tres corrientes monofásicas iguales, de igual frecuencia, amplitud y valor eficaz, desfasadas una respecto a la otra en un tercio de período (1200).

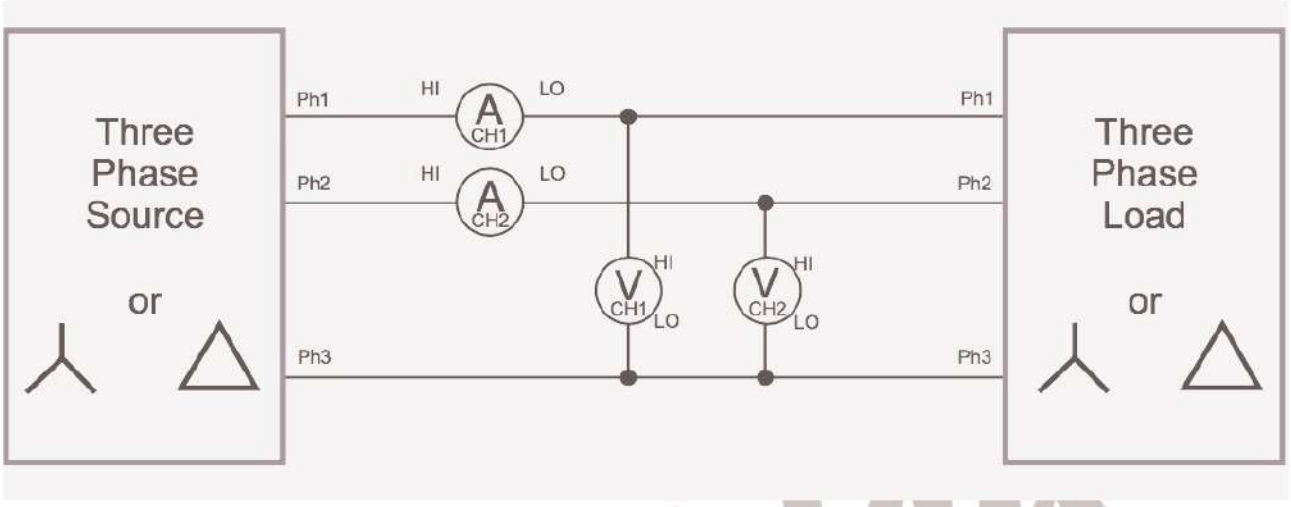


Corriente alterna trifásica

1.1.18.3 Medida de potencia

- **Conexión trifásica de tres cables (método de dos vatímetros)**

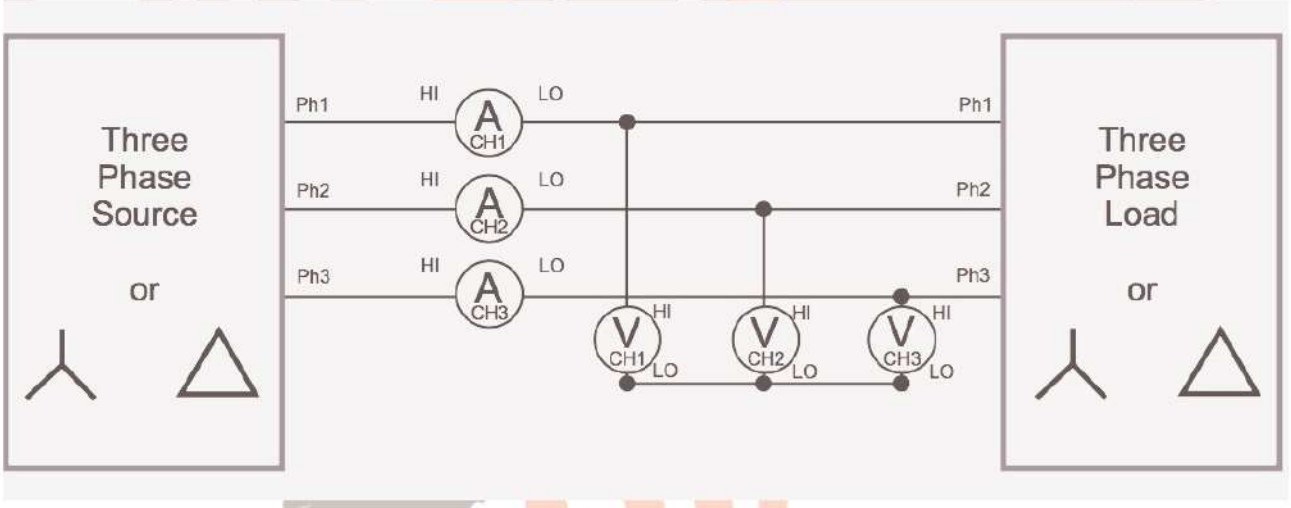
Donde hay tres cables presentes, se requieren dos vatímetros para medir la potencia total. Conecte los vatímetros como se muestra en la Figura 12. Los terminales de voltaje de los vatímetros están conectados fase a fase.



Método trifásico, de tres cables y 2 vatímetros

- **Conexión trifásica de tres cables (método de tres vatímetros)**

Aunque solo se requieren dos vatímetros para medir la potencia total en un sistema de tres cables como se muestra anteriormente, **A veces es conveniente usar tres vatímetros.** En la conexión que se muestra en la Figura 13, se creó un falso neutro al conectar los terminales de bajo voltaje de los tres vatímetros.



Trifásico, de tres cables (método de tres vatímetros): configure el analizador en el modo trifásico de cuatro cables

La conexión de tres hilos y tres vatios tiene las ventajas de indicar la potencia en cada fase individual (no es posible en la conexión de dos vatímetros) y las tensiones de fase a neutro.

1.1.19 Identificación de elementos de protección:

1.2 AUTOMATISMOS ELÉCTRICOS

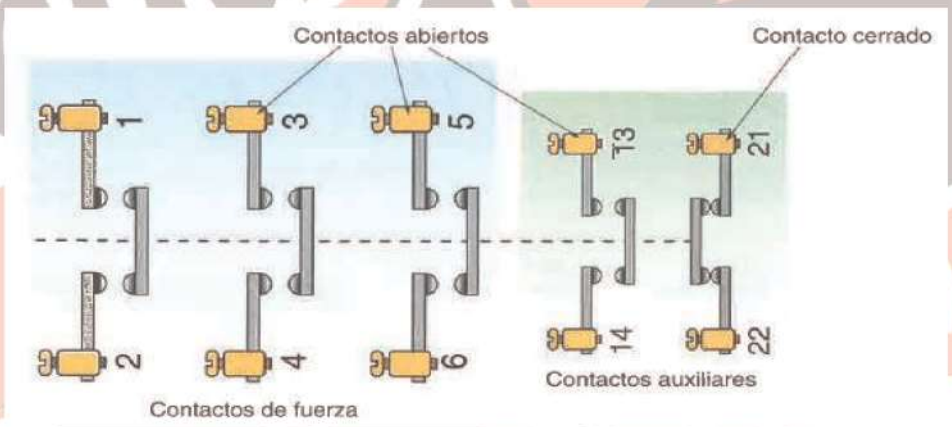
Principios Básicos

1.2.1 EL CONTACTOR

En general, se pueden encontrar dos tipos de contactos en un contactor: los de fuerza y los de mando, también llamados auxiliares.

Los de fuerza están preparados para un mayor poder de corte y se encargan de controlar las cargas de potencia (por ejemplo, un motor eléctrico, un conjunto de radiadores eléctricos, etc.). Los de mando se utilizan para tareas auxiliares y de control.

Desde el exterior del contactor, unos contactos se identifican de otros, ya que los bornes de los de fuerza están etiquetados con números de una sola cifra (l - 2,3- 4,5 - 6) y son normalmente abiertos. Los de mando tienen números de dos cifras (13 - 14, ZI - 22) v pueden ser abiertos o cerrados.

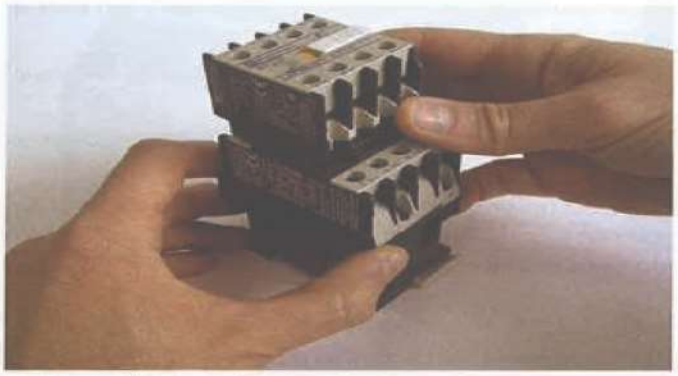


De los auxiliares, los que termina en3 -4 son abiertos en reposo y los que terminan en 1 - 2 son cerrados. El número que va delante de ellos, es el número de orden (primero, segundo, tercero, etc.) que hace el contacto auxiliar en el contactor.

A la mayoría de los contactores modernos se les pueden añadir contactos auxiliares mediante cámaras acoplables. Estas se fijan por un sistema de conexión rápida, al cuerpo principal.

Las cámaras pueden tener diferentes tipos de contactos, pero los más habituales son los contactos abiertos, cerrados y temporizados.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA



↑ **Figura 5.7.** Acoplamiento de cámara de contactos auxiliares.



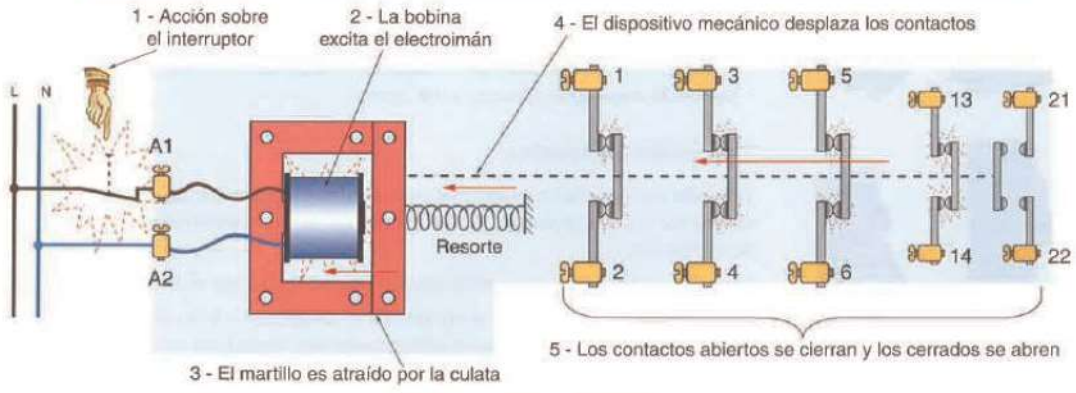
↑ **Figura 5.8.** Contactor con cámara auxiliar.

1.2.1.1 Funcionamiento del contactor

Si conectas una bobina a la red eléctrica a través de un interruptor, como se muestra en la figura 5.9, observarás que cuando el interruptor está abierto, el circuito magnético se encuentra inactivo y el martillo se mantiene separado de la culata por el resorte. En esta situación, los contactos eléctricos, tanto los de fuerza como los auxiliares, se encuentran en su posición de reposo. Es decir, abiertos los abiertos y cerrados los cerrados.

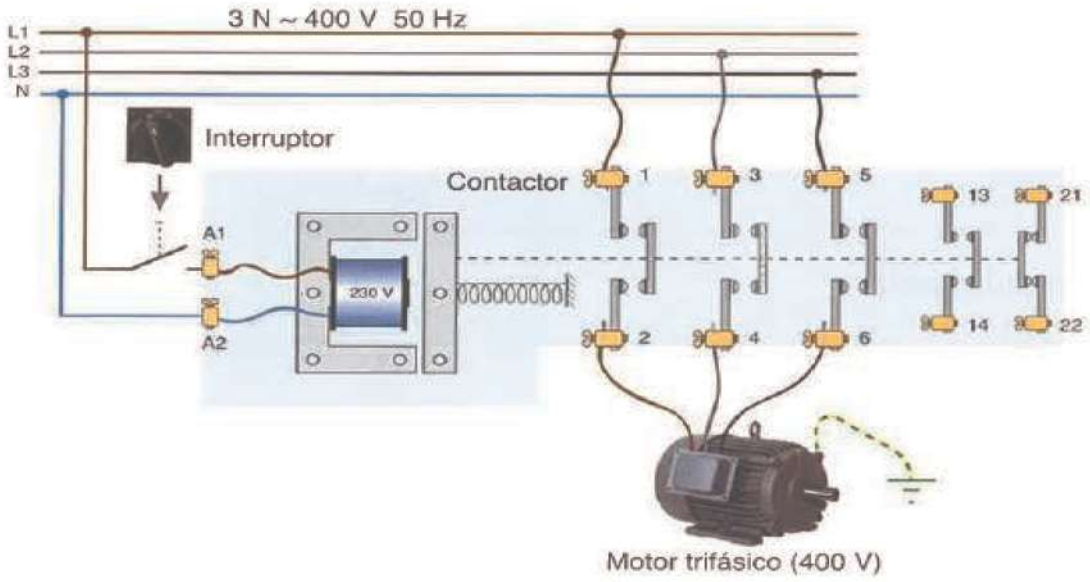
Si se cierra el interruptor conectado al borne A1 de la bobina, la bobina se excita y el circuito magnético se cierra, moviendo con é1 todos los contactos del contactor. En esta situación los contactos abiertos se cierran y los cerrados se abren.

Si el interruptor vuelve a la posición de abierto, la bobina dejará de excitarse, abriéndose el circuito magnético mediante el resorte y por tanto, llevando a la posición de reposo los contactos del contactor.



De esta forma, si un motor trifásico se alimenta a través de los contactos de fuerza de un contactor, se puede parar y poner en marcha con un simple interruptor monopolar de escaso poder de corte.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA



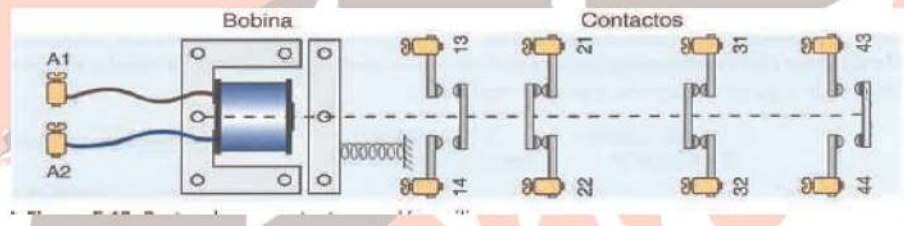
1.2.1.2 Contactores auxiliares o de mando

Se denominan contactores auxiliares o de mando a aquellos que no disponen de contactos de potencia.

Pueden tener el mismo aspecto físico que los contactores de potencia, pero con la diferencia de estar dotados solamente con un conjunto de contactos auxiliares abiertos y/o cerrados.

Se utilizan en los circuitos de automatismos para operaciones de maniobra.

Un forma sencilla de diferenciar un contactor auxiliar de uno de potencia, es observar que todos sus contactos están identificados con números dobles (13-14,Zl,22,31-32, etc.).



1.2.1.3 Relés auxiliares

También son conocidos como relés industriales. Disponen de un circuito electromagnético y un conjunto de contactos, siendo su funcionamiento idéntico al de un contactor.

Los relés suelen tener un tamaño mucho más reducido que el de los contactores.

Generalmente los contactos y el circuito electromagnético de un relé se encuentran alojados en un cabezal de material transparente que se enchufa sobre el zócalo en el que se encuentran los bornes de conexión. Este sistema permite cambiar con facilidad los que se encuentran en estado defectuoso, sin necesidad de desconectar cables.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

1.2.1.4 Simbología

Los símbolos gráficos para representar los elementos de un contactor o relé industrial son los siguientes:

Elemento	Símbolo	Identificador
Bobina		K
Contactos fuerza		K
Contacto auxiliar normalmente abierto		K
Contacto auxiliar normalmente cerrado		K

1.2.2 Elementos de mando y señalización

Los contactores y relés son los elementos por excelencia de los automatismos eléctricos cableados, sin embargo, cualquier sistema que se precie llamar automático debe disponer de sensores para captar las señales y receptores sobre los que actuar.

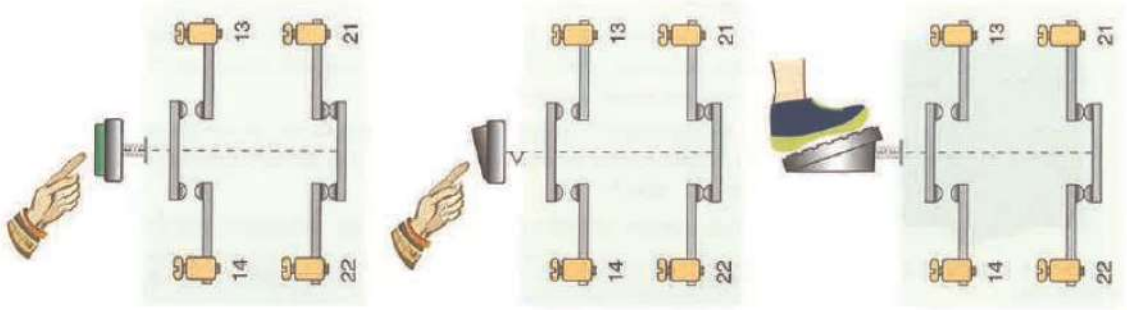
1.2.2.1 Captadores o sensores

Pueden ser de dos tipos: electromecánicos y de estado sólido (también denominados estáticos o electrónicos).

- **Sensores electromecánicos**

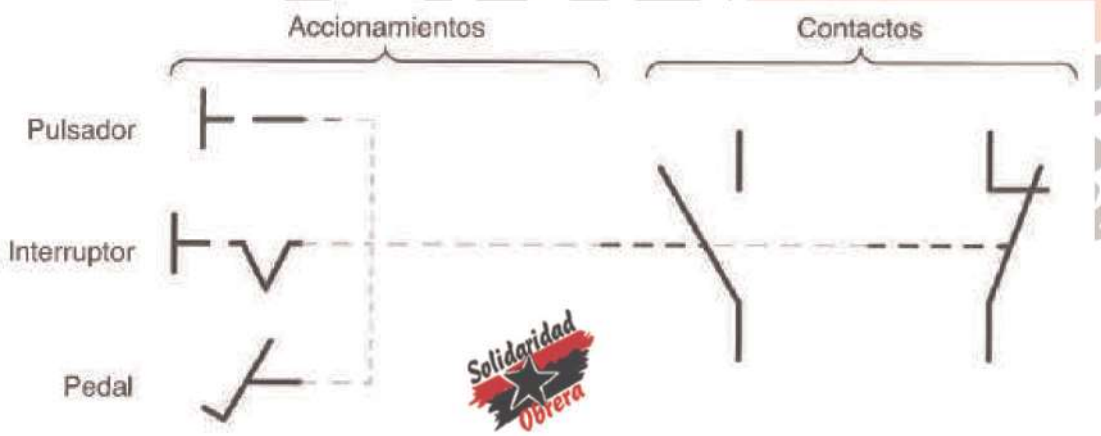
Estos sensores disponen de un elemento de accionamiento (botón, tirador, pedal, etc) que abre y/o cierra uno (o más) contactos de tipo electromecánico.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA



La simbología gráfica utilizada para representar este tipo de captadores en los esquemas está basada en los contactos (abiertos y/o cerrados) y el sistema de accionamiento.

Así, en una parte del símbolo se representa el contacto, o contactos, y en otra, unido mediante una línea discontinua, el accionamiento.



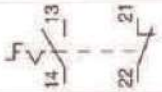
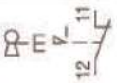
- **Interruptores**

Son de accionamiento manual y tienen dos posiciones. El cambio de una a otra se realiza actuando sobre el elemento de mando, que puede ser una palanca, un balancín, una manilla rotativa, etc,

Todos los interruptores disponen de un sistema de enclavamiento mecánico, que permite mantenerlos en una posición hasta que se interviene de nuevo sobre el elemento de mando.

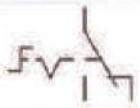
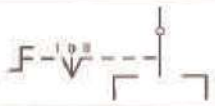
Estos son algunos símbolos para representar los diferentes tipos de interruptores:

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

Elemento	Símbolo	Identificador
Interruptor rotativo de un solo contacto		S
Interruptor rotativo de doble cámara de contactos (uno abierto y otro cerrado)		S
Interruptor tipo pulsador de un solo contacto		S
Interruptor de llave de contacto normalmente cerrado		S

- **Conmutadores**

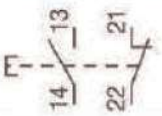
Son de accionamiento manual y tienen dos o más posiciones. Permiten redireccionar la señal por diferentes ramas de circuito a través de un borne común.

Elemento	Símbolo	Identificador
Conmutador rotativo de dos circuitos dos posiciones		S
Conmutador rotativo de dos circuitos tres posiciones		S

- **Pulsadores**

Son de accionamiento manual. Permiten abrir y/o cerrar circuitos cuando se ejerce presión sobre él. Sus contactos vuelven a la posición de reposo, mediante un resorte, cuando cesa la acción.

Los botones de los pulsadores pueden ser de diferentes colores, pero hay que prestar especial atención al color verde que se utiliza para la puesta en marcha y al rojo que se utiliza para la parada.

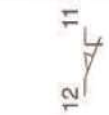
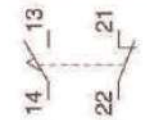
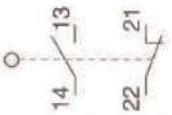
Elemento	Símbolo	Identificador
Pulsador con contacto normalmente abierto (pulsador de marcha)		S
Pulsador con contacto normalmente cerrado (pulsador de parada)		S
Pulsador de doble cámara con contacto abierto y contacto cerrado		S

- **Interruptores de posición**

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

También denominados finales de carrera, se utilizan para detectar, por contacto físico, el final de recorrido de un elemento móvil de una máquina o dispositivo automático.

Permiten abrir y/o cerrar circuitos cuando se ejerce presión sobre él, volviendo estos a su posición-r de reposo cuando cesa la acción.

Elemento	Símbolo	Identificador
Interruptor de posición. Contacto normalmente abierto		S
Interruptor de posición. Contacto normalmente cerrado		S
Interruptor de posición con doble cámara de contactos		S
Interruptor de posición. Otra forma de representación		S

Dependiendo de la tecnología utilizada para la detección, se clasifican en; Fotoeléctricos, inductivos, capacitivos y de ultrasonidos.

- **Fotoeléctricos**

Utilizan un rayo de luz (visible o de infrarrojos) como elemento de detección.

La barrera luminosa se establece entre una célula emisora y otra receptora. Pueden estar alojadas en una misma base o en bases separadas.

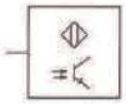
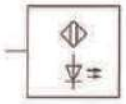
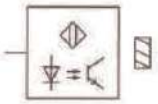
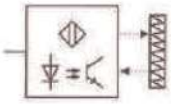
Así, los detectores {Fotoeléctricos se clasifican en los siguientes tipos:

De barrera. El emisor y el receptor se encuentran en diferentes contenedores y es necesario alinearlos con precisión. Se utilizan para grandes distancias (hasta 60 m).

Réflex. El emisor y el receptor se encuentran alojados en el mismo contenedor, el cual es necesario alinear con un espejo reflector. Se utilizan para distancias medias (hasta 15 m).

De proximidad. Su funcionamiento es similar a los de tipo réflex, no siendo necesario el espejo reflector. El propio objeto a detectar es el encargado de reflejar el haz luminoso. Se utilizan para cortas distancias (entre 1 y 10 cm).

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

Elemento	Símbolo	Identificador
Receptor fotoeléctrico		B
Emisor fotoeléctrico		B
Detector fotoeléctrico de proximidad		B
Detector fotoeléctrico tipo réflex		B

Inductivos

Son detectores de proximidad y detectan exclusivamente objetos de material metálico.

Su campo de acción es muy reducido, no superando los 60 mm en los modelos de mayor potencia.



↑ **Figura 5.29.** Diferentes tipos de detectores inductivos (SIEMENS AG).

Elemento	Símbolo	Identificador
Detector inductivo		B

Capacitivos

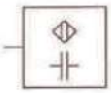
Detectan objetos de cualquier tipo, conductores y no conductores como, por ejemplo: metales, minerales, madera, plástico, vidrio, cartón, cuero.... Etc

Su aspecto y alcance físico es similar al de los inductivos.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA



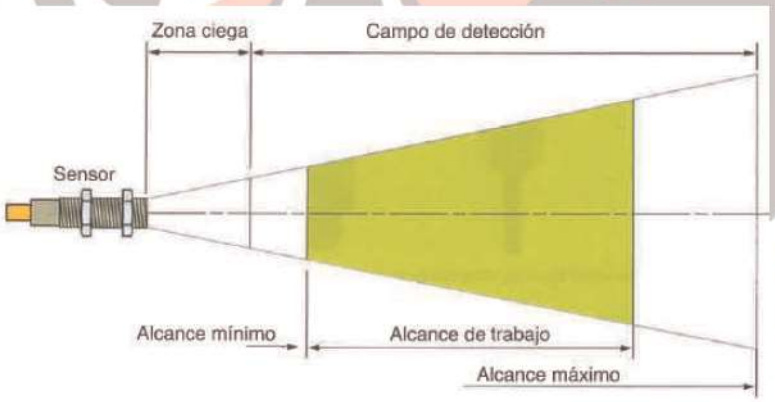
↑ **Figura 5.30.** Diferentes tipos de detectores capacitivos (SIEMENS AG).

Elemento	Símbolo	Identificador
Detector capacitivo		B

De ultrasonidos

Detectan objetos de cualquier tipo sin contacto físico.

Los detectores de ultrasonidos, también denominados sonar, permiten ajustar manualmente el campo de acción entre una distancia mínima y una máxima. Esto les hace enormemente versátiles para muchas aplicaciones industriales.



1.2.3 Elementos de señalización

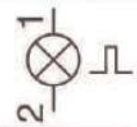
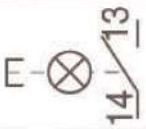
Se utilizan para emitir señales de funcionamiento del automatismo y que el operario debe atender al realizar acciones sobre él.

Los estados que suelen señalizar son: puesta en marcha de máquinas, alarmas, disparo de relés y dispositivos de protección, etc.

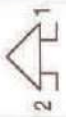
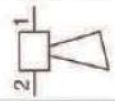
Los dispositivos de señalización pueden ser ópticos o acústicos.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

1.2.3.1 Pilotos y lámparas de cuadro

Elemento	Símbolo	Identificador
Lámpara de señalización en general		H
Lámpara intermitente		H
Pulsador con señalización luminosa		S

1.2.3.2 Señalización acústica

Elemento	Símbolo	Identificador
Sirena		H
Timbre		H
Zumbador		H
Silbato		H
Bocina		H

1.2.4 Montajes Básicos.

1.2.4.1 Los símbolos en los esquemas de automatismos

Un símbolo eléctrico consta de dos partes bien diferenciadas: la parte gráfica y la parte literal. En la primera se representa el aparato, de forma sencilla, con elementos gráficos (líneas, rectángulos, arcos, etc.), En la

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

segunda se define, con letras y números, la función que define el tipo del aparato y el número de orden que hace en el esquema.



1.2.4.1.1 Identificador con una sola letra

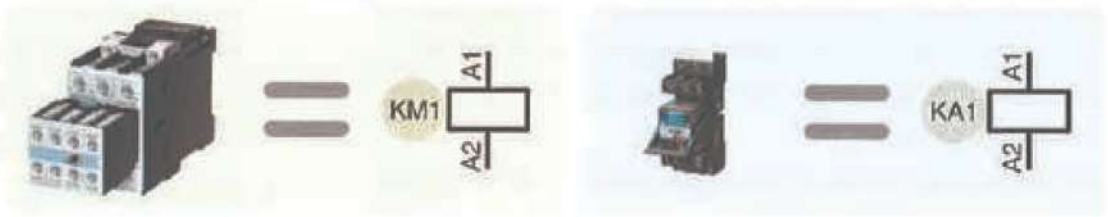
En el caso del ejemplo se representa un interruptor (S), que ocupa el cuarto (4) lugar en el esquema y que consta de dos bornes (13-14). En este caso, posiblemente, en el mismo esquema estarán representados al menos otros tres interruptores identificados como S1, 52 y 53.

Esta forma, con una letra y un número, es la más sencilla para identificar elementos en un esquema,

1.2.4.1.2 identificador con una segunda letra

Solamente se utiliza en aquellos casos que se desea indicar la función general que desempeña el aparato en el esquema.

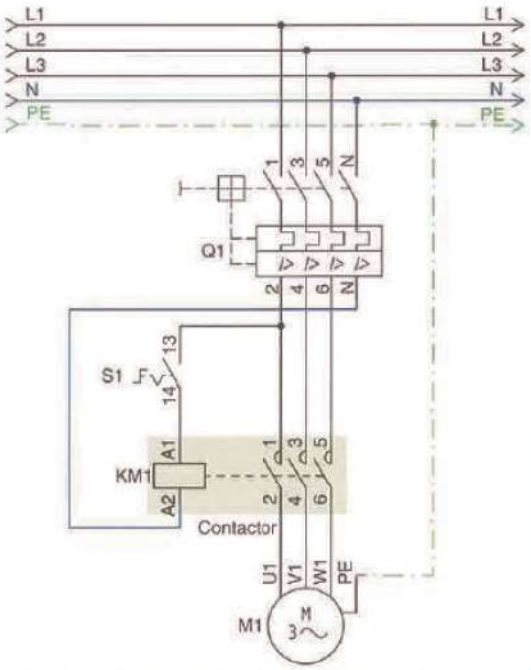
Se utiliza para identificar dispositivos en el mismo circuito que disponen de una función de tipo de aparato similar, sin embargo, su función general es diferente.



En el caso de la figura, los dos aparatos hacen la función de relé (K), sin embargo, el de la izquierda es un contactor de potencia (KM) V el de la derecha un relé auxiliar (KA).

1.2.4.2 Representación de esquemas de automatismos industriales

A este tipo de representación se le denomina esquema de conjunto.



1.2.4.2.1 Esquemas de fuerza y mando

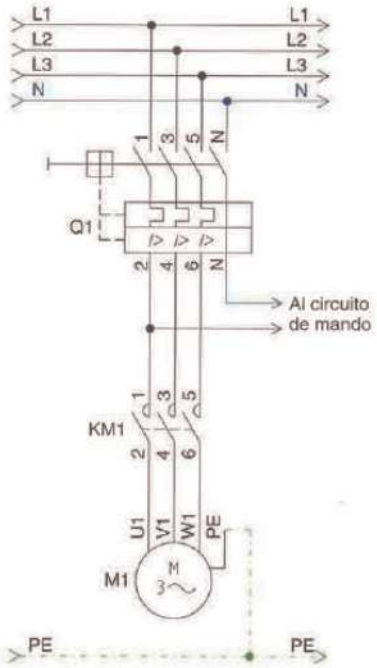
En la industria, los automatismos cableados pueden ser realmente complejos y por tanto, también sus esquemas. Si estos se realizaran por la representación conjunta, el técnico de montaje y de mantenimiento tendría verdaderas dificultades para entenderlos.

Por este motivo, se hace necesario separar gráficamente el circuito de potencia del circuito de control o de mando.

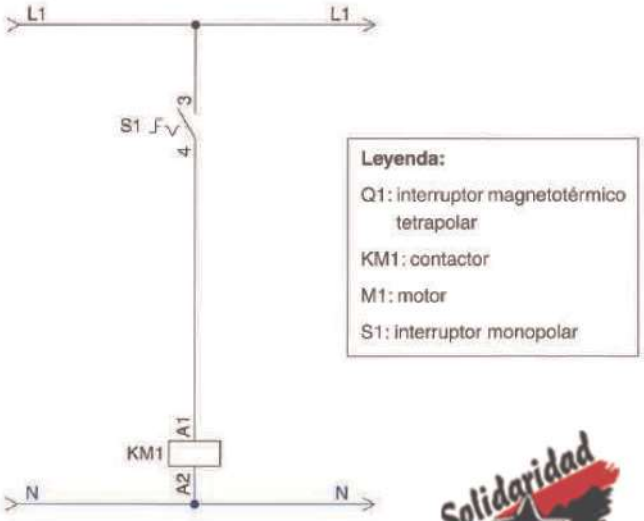
El esquema de potencia o de fuerza representa la parte del circuito que alimenta el receptor o receptores de potencia.

El esquema de mando representa, entre las dos fases de alimentación, la combinación lógica de los contactos de los sensores utilizados para gobernar las bobinas de los diferentes órganos de control, como contactores, temporizadores, relés auxiliares, etc..

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA



Esquema de fuerza



Esquema de mando

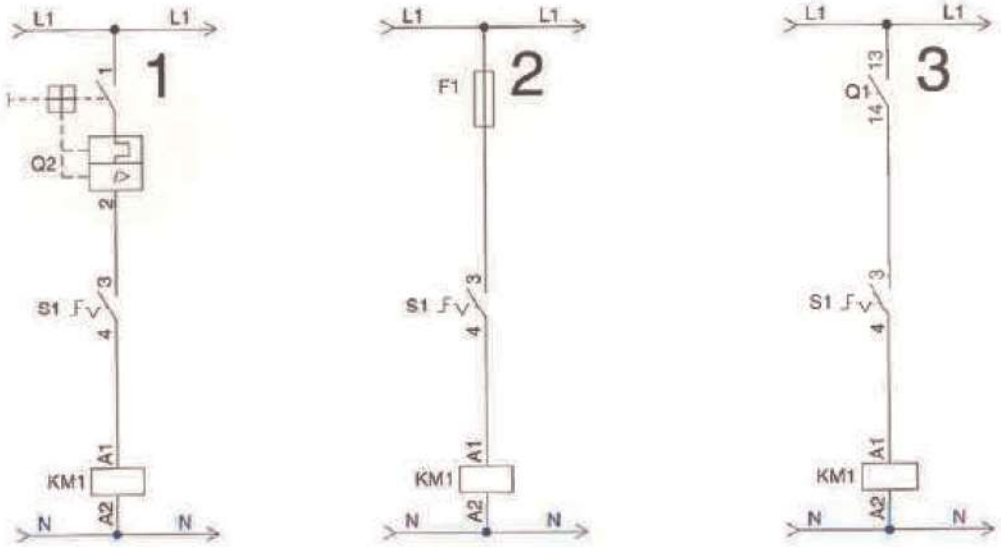
1.2.4.3 Conexión y protección del circuito de mando

El circuito de mando debe disponer de un elemento protección contra cortocircuitos. Este puede ser el mismo que se utiliza en el circuito de fuerza, según 1º mostrado en el anterior circuito, o uno exclusivo para él.

Estas son algunas formas de proteger contra sobrecargas y cortocircuitos el circuito de mando:

- Mediante un interruptor magnetotérmico monopolar independiente (1).
- Mediante un fusible (2).
- Mediante un contacto auxiliar acoplado mecánicamente al interruptor magnetotérmico de fuerza (3).

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

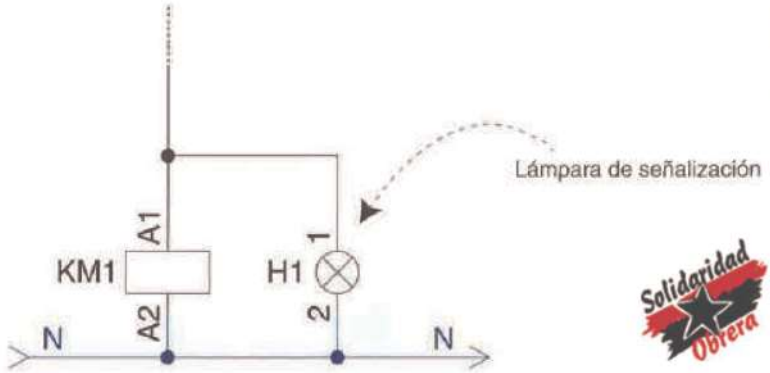


1.2.4.4 Señalización del estado de los contactores

En muchas ocasiones es necesario señalizar el estado de un contactor. Esto permite al operario detectar, de un simple vistazo si una máquina, está en funcionamiento o no.

Este tipo de señalización se puede realizar de varias maneras, pero la más sencilla se hace mediante pilotos, ubicados en las puertas de los cuadros eléctricos, o balizas luminosas.

Las lámparas de señalización se conectan en paralelo con las bobinas de los contactores o relés de los que se desea saber su estado de funcionamiento.



1.2.4.5 Realimentación

El circuito visto hasta ahora, basado en el mando con interruptor monopolar, para el arranque de motores, tiene un gran inconveniente de seguridad. Si estando la máquina funcionando, se produce un corte de la alimentación de la red eléctrica, cuando esta se repone nuevamente, el motor arrancará de inmediato sin

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

ningún control para operario y si el motor está instalado en una máquina peligrosa (por ejemplo, una sierra eléctrica), este arranque inesperado puede ser sumamente peligroso.

Por este motivo, lo habitual para el arranque de motores es utilizar botoneras con pulsadores de marcha y paro.

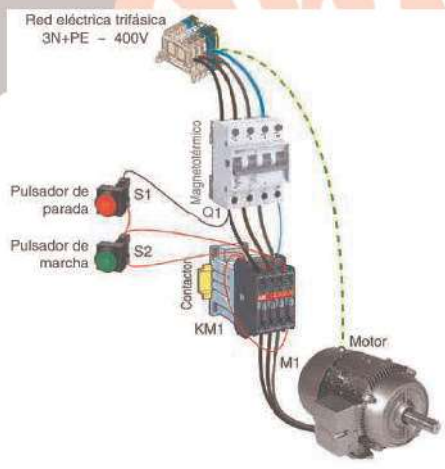
Si en el circuito de mando anterior, sustituyes el interruptor por un pulsador (S2), apreciarás que el motor solamente está en marcha cuando se mantiene la acción sobre é1.

Para que el motor siga funcionando una vez cesada la acción sobre el pulsador, es necesario poner un contacto del propio contactor en paralelo con el pulsador, esta conexión es lo que se denomina realimentación. En esta situación, solamente se puede desactivar el circuito si se corta la alimentación de la bobina. Por tanto, para realizar esto, se debe colocar un pulsador normalmente cerrado (S1) en serie al conjunto en paralelo. Así, cada vez que se acciona este pulsador de parada, se interrumpe la alimentación de la bobina, el contacto de realimentación se abre y de esta manera se desconecta el contactor parando el motor.



↑ **Figura 6.16.** Uso de la realimentación.

Así, utilizando el esquema de fuerza de la figura 6.6 y el de mando de la figura anterior, el cableado del circuito para el arranque de un motor trifásico mediante pulsadores de marcha y paro es el siguiente:



1.2.4.6 Arranque de motores trifásicos de corriente alterna

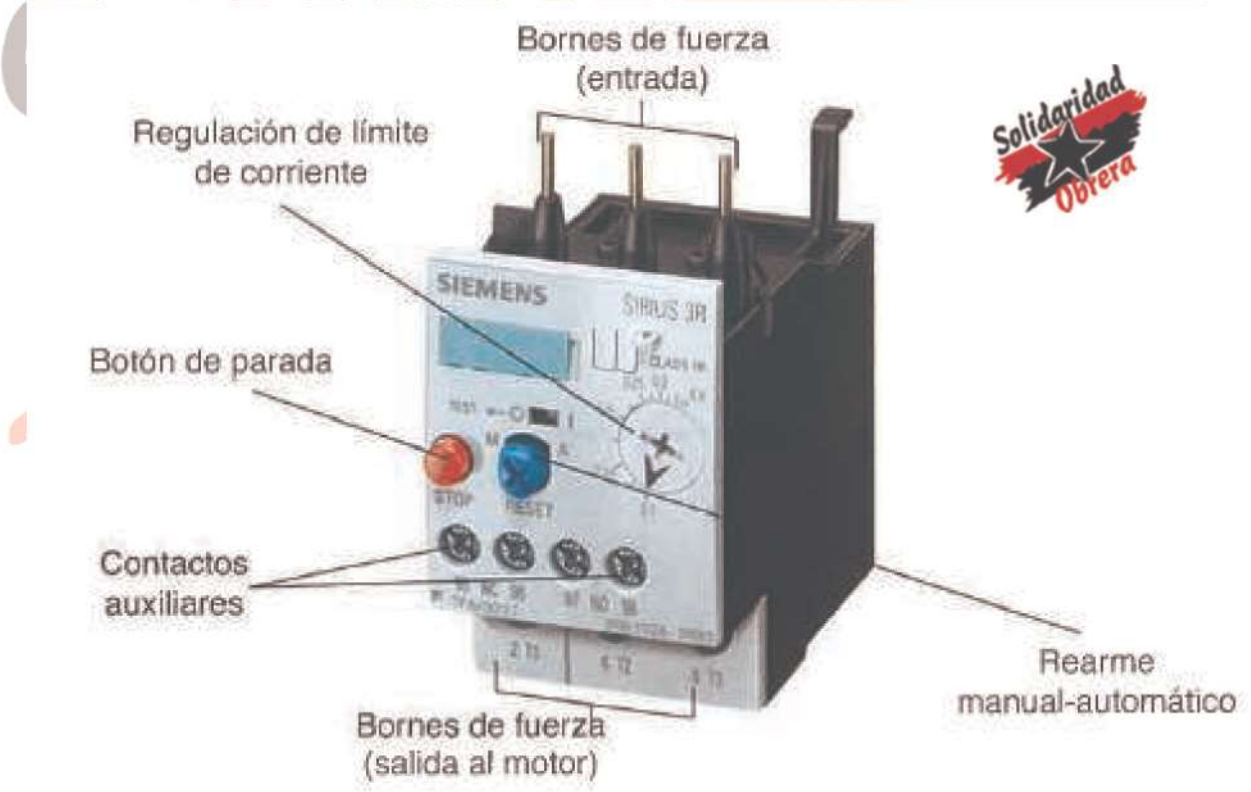
El motor eléctrico es posiblemente el dispositivo de potencia más utilizado en la industria. Por este motivo, muchos de los automatismos industriales están destinados al arranque y control de motores.

1.2.4.7 El relé térmico

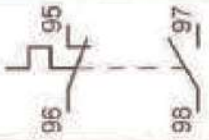
El relé térmico es un dispositivo de protección utilizado en circuitos de automatismos, destinados al arranque de motores. Con é1 se **protege el motor contra sobrecargas y fallos debidos falta de una fase.** Por tanto, siempre que se realice un circuito para el arranque de un motor, es necesario utilizar un relé térmico.

El relé térmico se conecta al circuito de fuerza, mediante seis bornes destinados a tal fin, y al circuito de mando, mediante un conjunto de contactos auxiliares.

La parte de fuerza del relé térmico es la encargada de detectar la sobrecarga. Los contactos auxiliares se utilizan para la desconexión del circuito de mando del contactor que gestiona el motor y para señalizar el disparo.



Así, los símbolos utilizados para representar el relé térmico en ambos esquemas son los siguientes:

Elemento	Símbolo	Identificador
Relé térmico para circuito de fuerza		F
Contacto auxiliar de relé térmico NC		F
Contactos auxiliares NO y NC de relé térmico		F
Contacto auxiliar conmutado de relé térmico		F

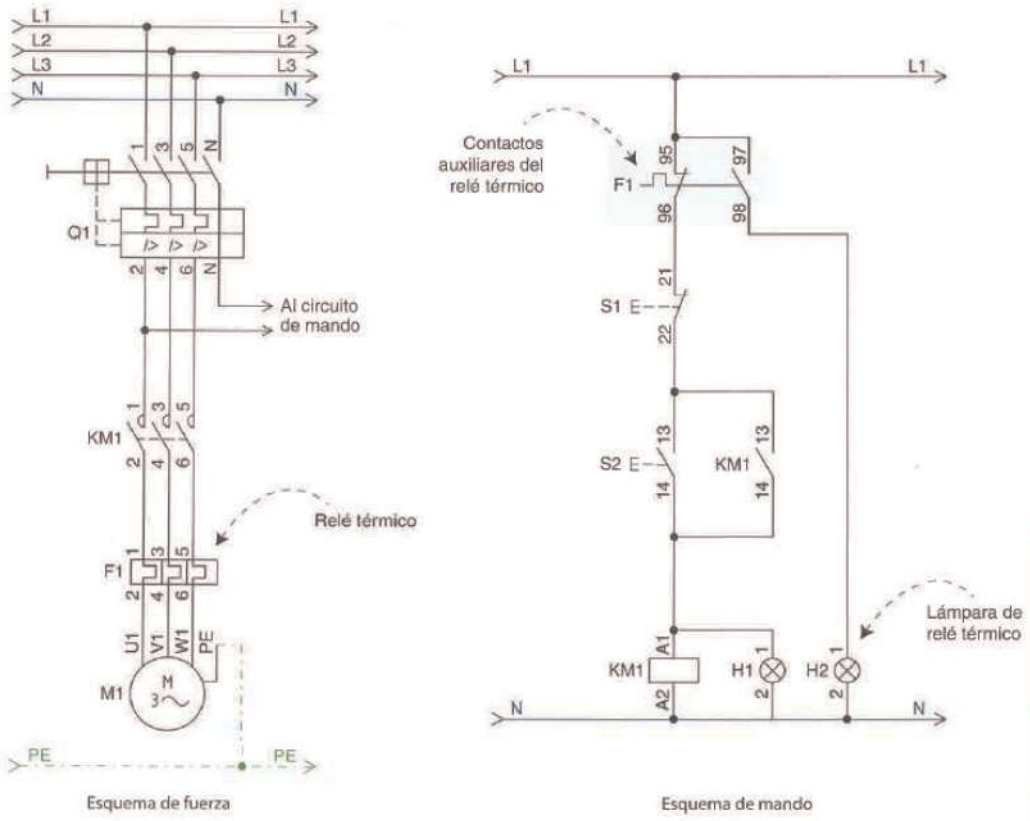
1.2.4.7.1 El relé térmico en los esquemas de automatismos

La protección con el relé térmico, se representa en el esquema de fuerza entre el contactor y el motor. En el esquema de mando se representa lo más próximo a la fase representada en la parte superior y debajo del dispositivo de protección, si es que existe.

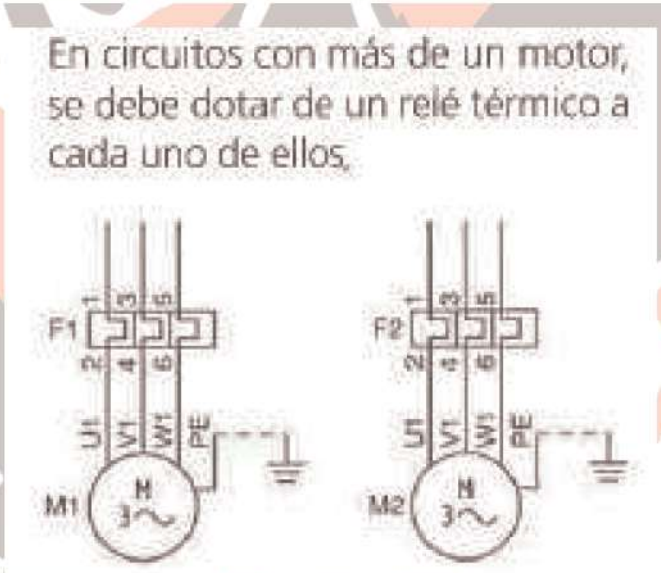
El contacto cerrado se pone en serie con el circuito que alimenta la bobina del contactor. El contacto abierto se conecta a un dispositivo de señalización (por ejemplo, una lámpara).

Si el relé térmico detecta sobrecarga o falta de una fase en el circuito de fuerza, el dispositivo de protección se dispara. En esta situación, el contacto auxiliar cerrado del relé térmico se abre, desconectando el circuito de alimentación de la bobina. Si esto ocurre, el contactor KM1 abre sus contactos en el circuito de fuerza y el motor se detiene. En el mismo suceso, el contacto abierto del relé térmico se cierra, alimentando la lámpara de señalización (H2), que se enciende indicando que el relé térmico se ha disparado.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA



↑ **Figura 6.21.** Arranque de un motor trifásico con pulsadores de marcha y paro con protección por relé térmico.



1.2.4.8 Reglas básicas para la obtención de circuitos eléctricos cableados

Estas cuatro reglas permiten obtener de una forma lógica y rápida los esquemas de los circuitos de automatismos cableados, para unas condiciones determinadas de funcionamiento.

1.2.4.8.1 Activar-poner en marcha

Siempre que se desee activar una bobina desde varios sensores de entrada, se conectan en paralelo entre ellos y el contacto de la realimentación.

En el ejemplo de la figura 6.75 se muestra cómo el contactor KM1 se activa desde los pulsadores de marcha 53 y 54.

1.2.4.8.2 Desactivar-parar

Siempre que se desee desactivar una bobina desde varios sensores, se conectan en serie entre ellos y con el conjunto del bloque de la realimentación.

En el ejemplo de la figura 6.25 se muestra como la red que alimenta el contactor KM1 se desactiva desde los pulsadores S1 y 52.

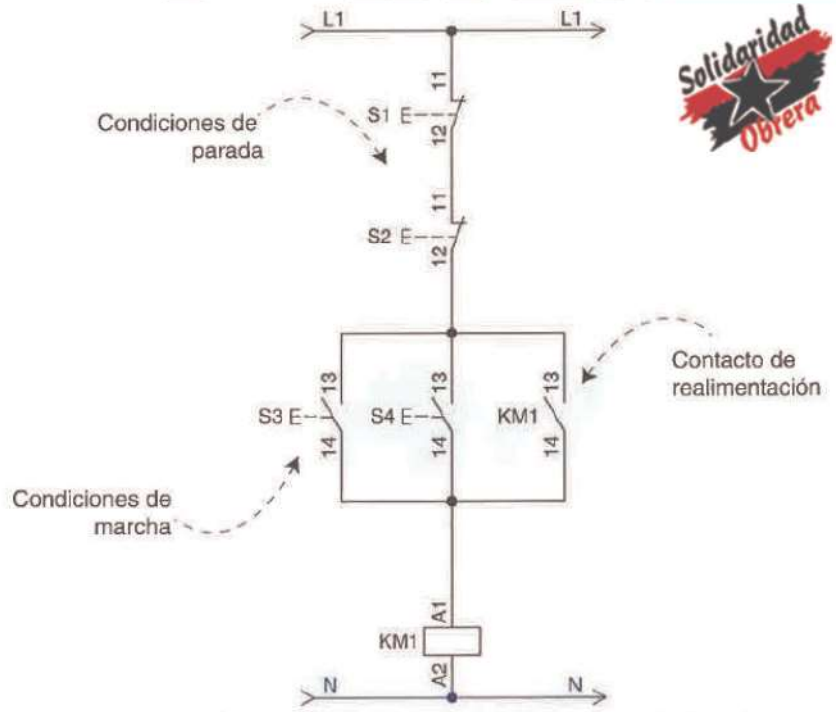


Figura 6.25. Reglas para la activación y desactivación de un contactor desde varios puntos.

1.2.4.8.3 Condición a la activación de otro contactor

Si se desea que un contactor no se active hasta que otro no 1o haya hecho, se conecta un contacto abierto de este último en serie con la rama que alimenta la bobina del primero.

En el ejemplo de la figura 6.26, el contactor KM5 no se activará nunca si KM1 no 1o ha hecho previamente.

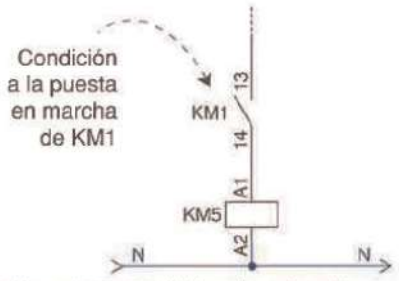
PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

1.2.4.8.4 Condición a la desactivación de otro contactor

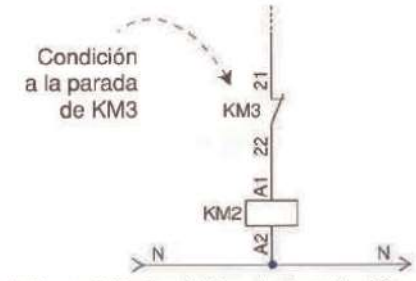
Si se desea que un contactor no se active si lo está otro, se inserta un contacto cerrado en serie del segundo contactor en la rama que alimenta el primero.

En el ejemplo de la figura 6.27, el contactor KMZ se activará. siempre que KM3 no esté activado. Si este último lo está, se interrumpe el paso de corriente a la bobina del contactor KMZ.

A esta conexión se le denomina habitualmente enclavamiento.



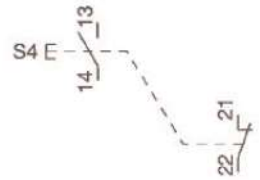
↑ **Figura 6.26.** Condición a la activación.



↑ **Figura 6.27.** Condición a la desactivación.

En los esquemas de automatismos, siempre que aparece representada una línea a trazos, indica que dos elementos de un mismo esquema están unidos mecánicamente y actúan a la vez.

Es importante que tengas en cuenta que esta unión no se debe interpretar nunca como una conexión eléctrica.



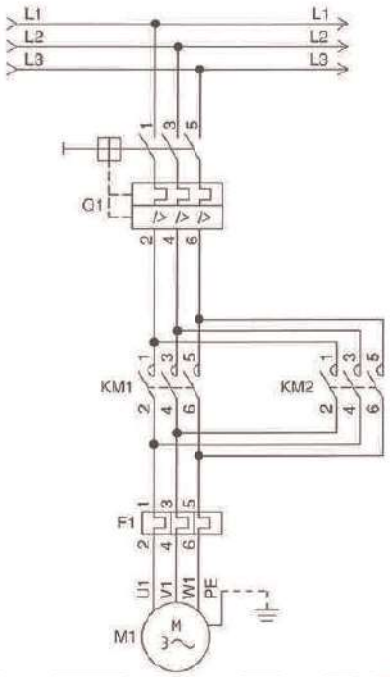
↑ **Figura 6.28.**



1.2.4.9 inversión del sentido de giro de motores trifásicos con contactores

Esta maniobra, muy utilizada en ambiente industrial, se puede realizar con un conmutador trifásico inversor de potencia o a través de un automatismo basado en dos contactores. En este caso, en el circuito de fuerza, uno de los contactores aplica las fases en los bornes del motor con un orden determinado, por ejemplo, L1-L2 y L3, el otro hace 1o mismo, pero permutando dos de ellas, por ejemplo, L1.L2-L3. Así, cuando la alimentación trifásica que llega al motor se recibe por un contactor, el motor gira en un sentido, y si lo hace por el otro, gira en sentido contrario.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

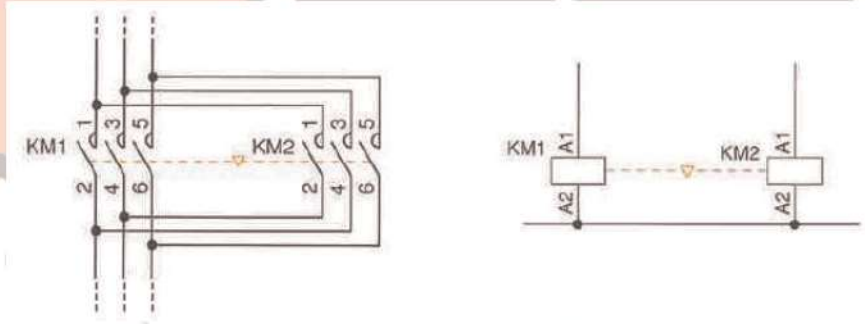


En ningún caso se pueden activar dos contactores a la vez, ya que se produciría un cortocircuito. Esto se puede evitar:

Utilizando un conjunto de dos contactores que disponga de enclavamiento mecánico.

Diseñando el circuito de mando de tal forma que si un contactor está activado, el otro no pueda hacerlo y viceversa.

La unión de dos contactores con enclavamiento mecánico, se representa de la siguiente forma:

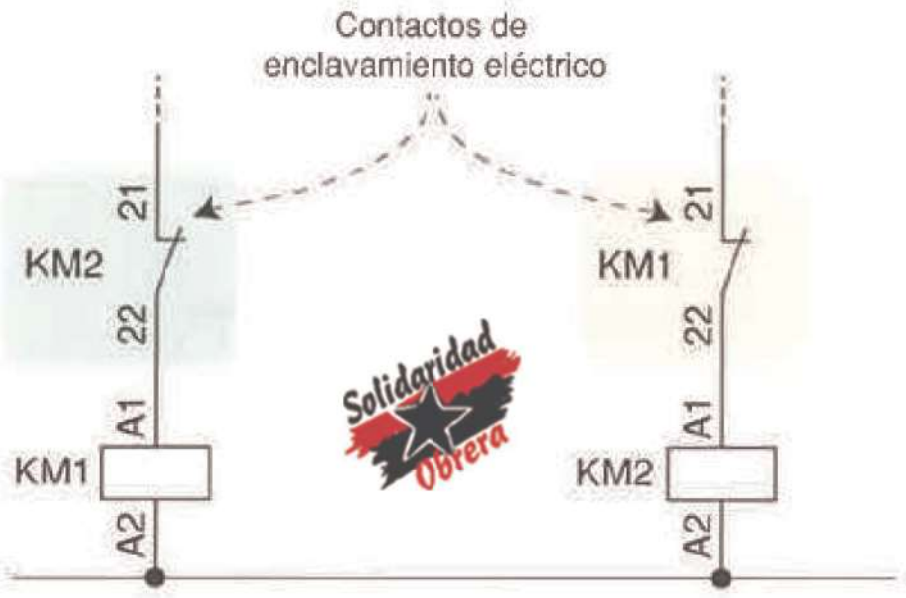


En el esquema de fuerza

En el esquema de mando

En el segundo caso, en el circuito de mando es necesario insertar en serie un contacto cerrado de uno de los contactores, en la rama que alimenta la bobina del contrario y viceversa. Esta configuración, permite realizar un enclavamiento eléctrico, que evita que un contactor pueda activarse si el otro sigue funcionando.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA



1.2.4.10 Circuitos de mando utilizado para invertir el sentido de giro de motores trifásicos

1.2.4.10.1 Mediante conmutador rotativo de tres posiciones

La conmutación para que el motor gire a izquierdas o a derechas se realiza mediante un conmutador rotativo de tres posiciones. En la posición central el motor está parado, ya que no se alimenta ninguna de las bobinas de los contactores. En las posiciones I y II se activan las bobinas de los contactores KM1 y KM2 respectivamente, haciendo que los contactores del circuito de fuerza alimenten el motor para que gire en un sentido u otro (figura 6.36).

Por el propio diseño del conmutador, es imposible que un contactor se active a la vez que el otro. Aun así, se hace aconsejable el uso de enclavamiento eléctrico o mecánico en el circuito.

1.2.4.10.2 Mediante pulsadores pasando por paro

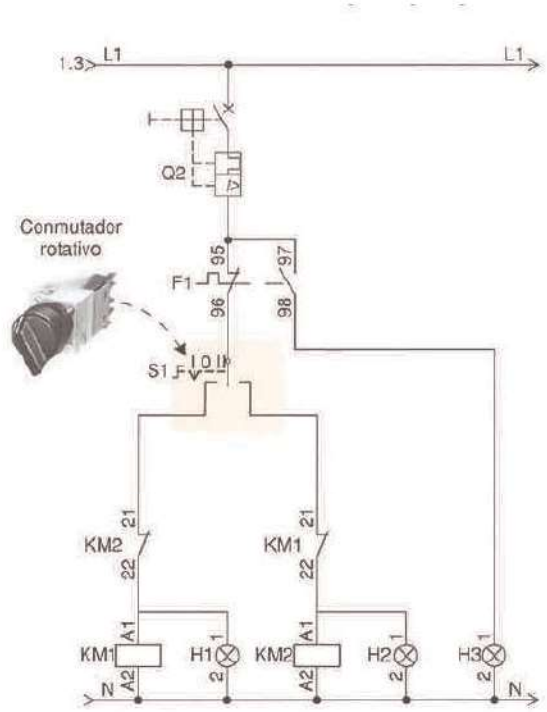
En este circuito se utilizan dos pulsadores de marcha, uno para cada sentido de giro, y un solo pulsador de parada (figura 6.37).

Cada vez que se acciona un pulsador de marcha, se activa el contactor correspondiente realimentándose a través de un contacto propio normalmente abierto.

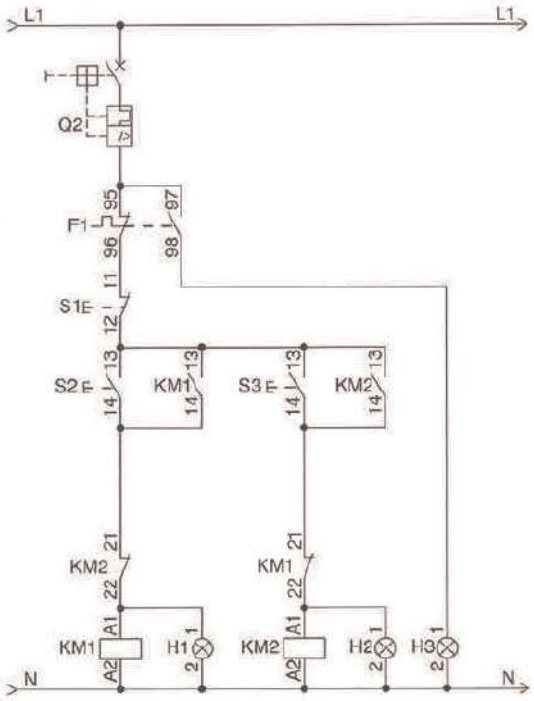
Como sistema de protección, es necesario el uso de enclavamiento eléctrico, para evitar que se active un contactor mientras esté en funcionamiento el otro.

En este circuito es necesario activar previamente el pulsador de paro (pasar por paro) para poder realizar la inversión del sentido de giro.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA



↑ **Figura 6.36.** Esquema de mando: inversión del sentido de giro mediante conmutador rotativo de tres posiciones.



↑ **Figura 6.37.** Esquema de mando: inversión del sentido de giro mediante pulsadores pasando por paro.

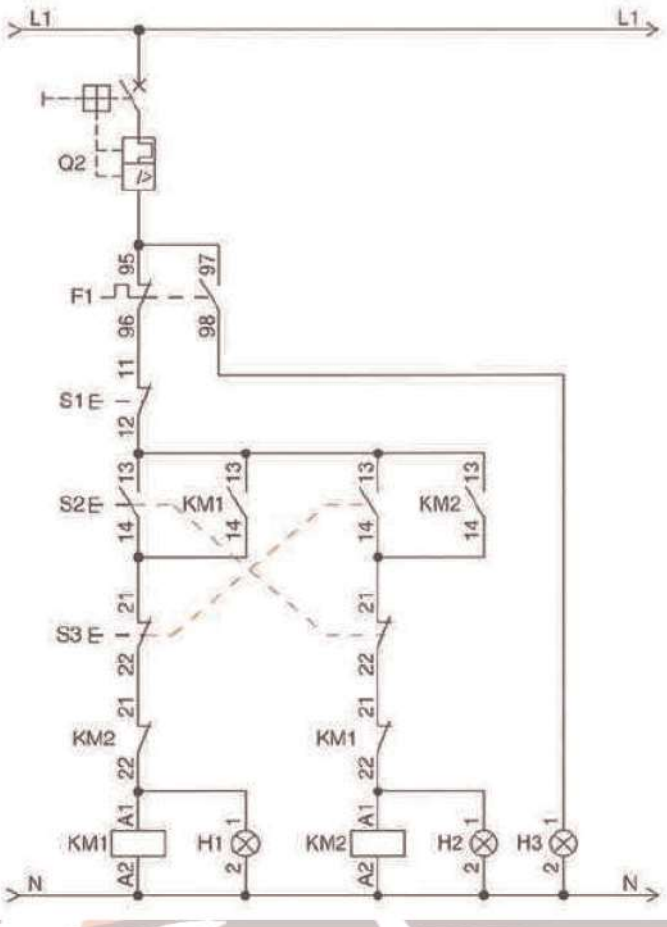
1.2.4.10.3 Mediante pulsadores sin pasar por paro

Esta es una variante del circuito anterior. En 1o básico funcionan de la misma manera. La gran diferencia se encuentra en utilizar para la puesta en marcha, pulsadores de doble cámara de contactos (uno NO y otro NC).

El contacto NO (normalmente abierto) de estos pulsadores, se utiliza para activar la bobina del contactor de forma similar a lo visto en el circuito de mando anterior. Sin embargo, el contacto NC (normalmente cerrado), se encarga de desactivar la bobina del contactor contrario.

Como en un pulsador de doble cámara, los contactos cerrados se abren antes de que se cierran los abiertos, se garantiza que la activación de un contactor se realiza cuando el otro está desactivado.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA



1.2.4.11 Uso del temporizador en circuitos de mando

En los automatismos industriales es habitual realizar tareas de conexión y desconexión después de un intervalo de tiempo. Esta tarea está destinada al dispositivo denominado temporizador o relé de tiempo.

Aquí se muestra cómo utilizar de forma básica un temporizador a la conexión para parar un motor después de un intervalo de tiempo.

1.2.4.11.1 Arranque temporizado de un motor

El motor M1 arranca y se para de forma manual mediante los pulsadores S2 y S1 respectivamente.

La bobina del temporizador KT1 se conecta en paralelo a la bobina de KM1. Por tanto, cada vez que este contador se activa, KT1 temporiza. Cuando transcurre el tiempo programado, el co0ntacto cerrado de KT1 se abre, interrumpiendo la alimentación de la bobina KM1, desactivando dicho contactor y a su vez el motor M1.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

2 Montaje y mantenimiento mecánico.

2.1 Determinación de bloques funcionales de máquinas y equipos:

2.1.1 – Cadenas cinemáticas. Definición. Eslabones.

2.1.1.1 Cadenas cinemáticas

Cuando se analizan los movimientos de un mecanismo sin prestar atención a las fuerzas, dicho mecanismo puede considerarse como una serie de articulaciones individuales. Cada parte del mecanismo que se mueve en relación con otras se denomina **articulación**. Ésta no tiene que ser un cuerpo rígido, basta que sea un cuerpo resistente capaz de transmitir la fuerza requerida con una deformación despreciable. Por este motivo, en general se representa como un cuerpo rígido con dos o más puntos de unión con otras articulaciones que se llaman **nodos**. Cada articulación puede desplazarse en relación con sus articulaciones vecinas. La Figura 8.4 muestra ejemplos de articulaciones con dos, tres y cuatro nodos. Una **articulación** es una conexión de dos o más articulaciones en sus nodos, la cual permite que haya cierto movimiento entre las articulaciones conectadas. Las palancas, el eje del cigüeñal, la biela y los pistones, las guías de deslizamiento, las poleas, correas y ejes son ejemplos de articulaciones.

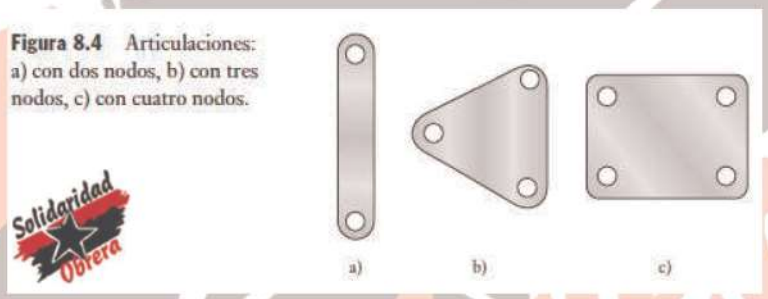
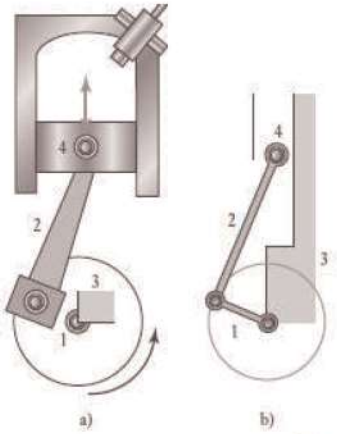


Figura 8.4 Articulaciones: a) con dos nodos, b) con tres nodos, c) con cuatro nodos.

Una secuencia de piezas de articulación y articulaciones se conoce como **cadena cinemática**. Para que una cadena cinemática transmita movimiento, una articulación debe estar fija. El movimiento de una articulación produce movimientos relativos predecibles en las demás. Al variar la articulación que se mantiene fija es posible obtener diversos mecanismos a partir de una misma cadena cinemática.

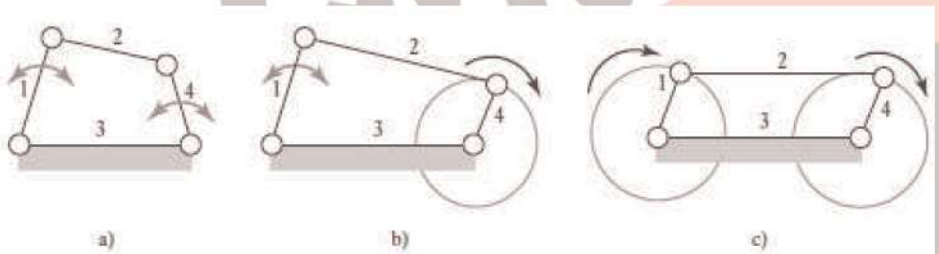
Un ejemplo de cadena cinemática es el motor de un automóvil, donde el movimiento alterno de un pistón se transforma en el movimiento rotacional de un eje de cigüeñal montado en un marco fijo (Figura 8.5a)). Esto se puede representar como cuatro articulaciones conectadas (Figura 8.5b)). La articulación 1 es el cigüeñal, la articulación 2 la biela, la articulación 3 el sistema articulado fijo y la articulación 4 la guía de deslizamiento, es decir, el pistón, que se desplaza en relación con el sistema articulado fijo (vea mayores detalles en la sección 8.3.2).

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA



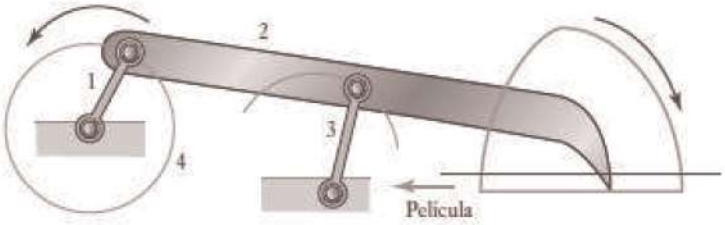
El diseño de muchos mecanismos se basa en dos formas básicas de cadenas cinemáticas, la cadena de cuatro barras y la cadena biela-corredera-cigüeñal.
Los siguientes son ejemplos de las formas que estas cadenas pueden adoptar.

Cadena de cuatro barras

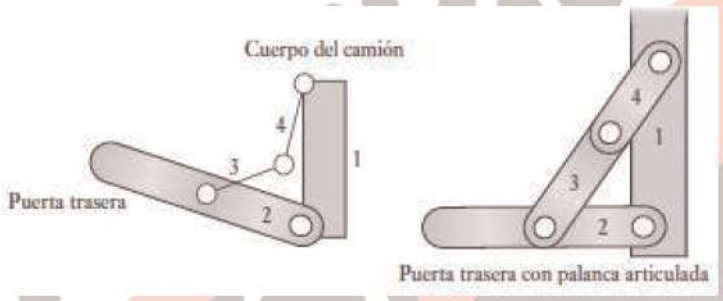


La **cadena de cuatro barras** consiste en cuatro acoplamientos conectados entre sí de manera que producen cuatro piezas de articulación alrededor de las cuales pueden girar. La Figura 8.6 muestra variantes de esta cadena obtenidas al modificar las longitudes relativas de las articulaciones. Si la suma de la longitud de la articulación más corta más la longitud de la más larga es menor o igual que la suma de las longitudes de las otras dos articulaciones, por lo menos una de las articulaciones podrá completar una revolución respecto al acoplamiento fijo. Si la condición anterior no se cumple, ninguno de los acoplamientos podrá realizar una revolución completa. Ésta se conoce como condición de Grashof. En la Figura 8.6a), el acoplamiento 3 está fijo y las longitudes relativas de los acoplamientos son tales que los acoplamientos 1 y 4 pueden oscilar, pero no girar. El resultado es un **mecanismo de doble palanca**. Al acortar el acoplamiento 4 en relación con el 1, el acoplamiento 4 puede girar (Figura 8.6b)) con el acoplamiento 1 oscilando, y el resultado anterior se conoce como **mecanismo palanca-cigüeñal**. Los acoplamientos 1 y 4 tienen la misma longitud y ambos pueden girar (Figura 8.6c)); lo que se obtiene se conoce como **mecanismo de doble cigüeñal**. Al modificar el acoplamiento fijo se obtienen otros mecanismos.
La Figura 8.7 ilustra cómo aprovechar el mecanismo anterior para avanzar la película en una cámara de cine. Conforme el acoplamiento 1 gira, el extremo del acoplamiento 2 se engancha en una de las perforaciones de la película, la jala, la suelta, avanza y retrocede para quedar nuevamente enganchado en la siguiente perforación.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

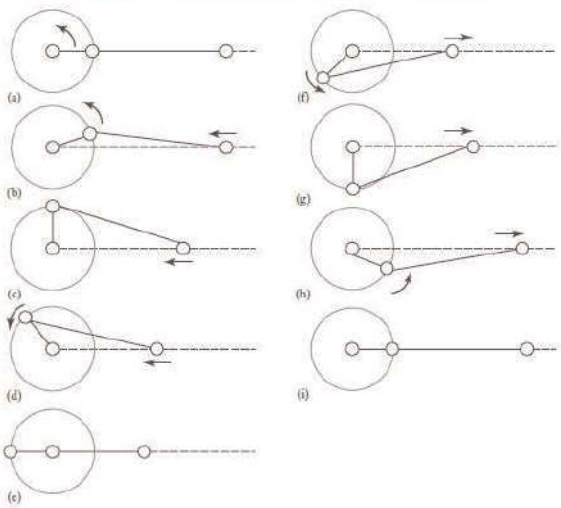


Algunas piezas de articulación tienen **posiciones de palanca articulada**, en las cuales la articulación no reacciona ante las entradas de sus acoplamientos.
La Figura 8.8 ilustra esta palanca articulada, una articulación que controla el movimiento de la puerta trasera de un camión de manera que cuando el acoplamiento 2 queda en posición horizontal ninguna carga adicional en el acoplamiento provocará otro desplazamiento. Hay otra posición de palanca articulada en este acoplamiento: cuando los acoplamientos 3 y 4 están en posición vertical y la puerta trasera está en posición vertical.



Mecanismo biela-corredera-cigüeñal
Este mecanismo consta de un cigüeñal, una biela y una corredera como el que presenta la Figura 8.5 que corresponde a un motor simple. En esta configuración el acoplamiento 3 está fijo, es decir, no hay movimiento relativo entre el centro de rotación del cigüeñal y la cubierta en la que se desplaza el pistón. El acoplamiento 1 es el cigüeñal que gira, el acoplamiento 2 la biela y el acoplamiento 4 la corredera que se desplaza en relación con el acoplamiento fijo. Cuando el pistón se desplaza atrás y adelante, es decir, cuando el acoplamiento 4 se desplaza atrás y adelante, el acoplamiento 1, o cigüeñal, se ve obligado a girar. De esta manera, el mecanismo se transforma en una entrada de movimientos.

Figura 8.9 Secuencia de posición de los acoplamientos en un mecanismo de cigüeñal de biela-corredera.



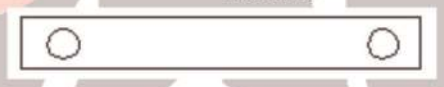
atrás y adelante que se transforma en un movimiento rotacional. La Figura 8.9 muestra varias etapas de este movimiento. Una manera útil de ver cómo se debe comportar cualquier mecanismo es construir a escala un modelo en cartulina y mover los acoplamientos. El cambio en la longitud de un acoplamiento hace entonces que se determinen los cambios en el comportamiento del mecanismo. La Figura 8.10 presenta otra modalidad de este mecanismo, un **mecanismo de retroceso rápido,** este consiste en un cigüeñal en rotación, el acoplamiento AB, el cual gira alrededor de un centro fijo; una palanca oscilatoria CD, la cual hace que gire en torno a C por el deslizamiento del bloque en B a lo largo de CD en cuanto AB gira, y un acoplamiento DE que hace que E se desplace hacia adelante y hacia atrás. E puede ser el carro de una máquina y contenga una herramienta de corte. El carro estará en los extremos de su movimiento cuando las posiciones del cigüeñal sean AB1 y AB2. De este modo, conforme el cigüeñal se mueve en sentido contrario al de las manecillas del reloj, de B1 a B2, el carro hace un recorrido completo, la carrera de corte. Si el cigüeñal gira a una velocidad constante dado que el ángulo de rotación del cigüeñal requerido para el recorrido de corte es mayor que el ángulo para el recorrido de retroceso, el recorrido de corte consume más tiempo que el recorrido de retroceso, de donde le viene el concepto de mecanismo de retroceso rápido. Un modelo en cartulina y diagramas similares se pueden construir como los que se presentan en la Figura 8.9.

2.1.1.2 Eslabones

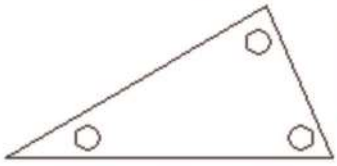
Un eslabón es un cuerpo rígido que posee al menos dos nodos (que son los puntos de unión entre eslabones). Estos eslabones se unen para formar los eslabonamientos cinemáticos que son los componentes básicos de todos los mecanismos. Todos los mecanismos (levas, engranajes, cadenas) son variantes de eslabonamientos cinemáticos.

Un eslabón puede ser:

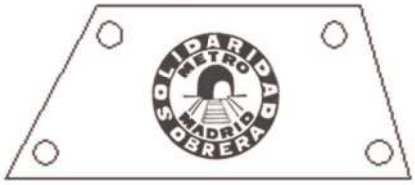
- Binario



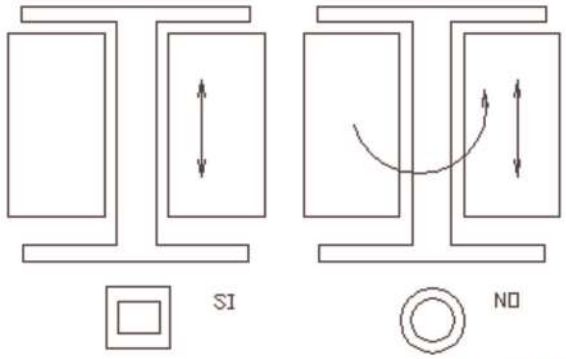
- Ternario



- Cuaternario



Los eslabones están unidos por juntas o pares cinemáticas, que es una conexión que permite algún movimiento entre los eslabones conectados. El par es cinemático si el GDL de cada elemento del par es igual a 1.



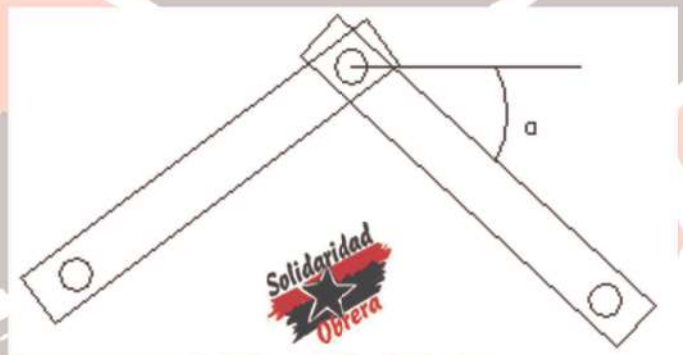
Se clasifican por:

- El número de GDL (A)
- El tipo de contacto (B)
- El tipo de cierre (C)
- El número de eslabones conectados (D)

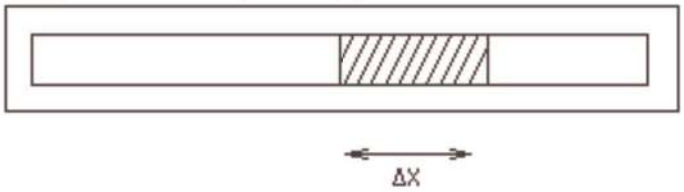
(A) Por ejemplo:

De un GDL completa:

Junta pasador. Rotacional

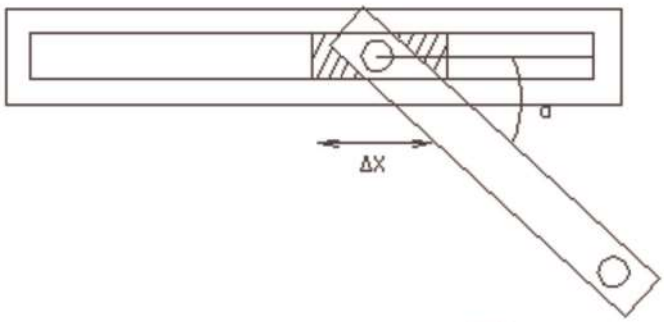


Junta corredera



De dos GDL (semijunta):

Pasador en ranura



(B) Pueden ser

Inferiores: Es decir, aquellos que permiten contacto superficial. Sus superficies conjugadas deben poder deslizarse por sí mismas sin deformarse.

Se dividen en:

- Prismáticos: Superficies conjugadas cilíndricas y movimiento relativo (por ejemplo: junta corredera; pistón cilindro).
- Rotoidales: Superficies de revolución y movimiento giratorio (por ejemplo: perno – cojinete).
- Helicoidales: Superficies conjugadas helicoidales y movimiento helicoidal (por ejemplo: tuerca – tornillo).

Superiores: Permiten contacto puntual o lineal. Por ejemplo: Polea – correa, acople de engranajes, perno y buje con huelgo.

Cierre de forma: Se mantiene unida o cerrada por su configuración (Buje – eje).
Cierre de fuerza: Requiere de una fuerza para mantenerse cerrada. (Leva – seguidor).

Una cadena cinemática se define como un ensamble de eslabones y juntas interconectados de modo que proporciones un movimiento de salida controlado con respuesta a un movimiento de entrada proporcionado.

Con estos conceptos previos podemos definir (desde otro punto de vista) a:

Un mecanismo: Se define como una cadena cinemática en la cual por lo menos un eslabón está sujeto al marco de referencia.

Una máquina: Es una combinación de cuerpos resistentes dispuestos para hacer que las fuerzas mecánicas de la naturaleza realicen trabajo, acompañados por movimientos

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

determinados o es un conjunto de mecanismos dispuestos para transmitir fuerzas y realizar trabajo.

2.1.2 Transmisión de movimientos.

Una transmisión mecánica es una forma de intercambiar energía mecánica distinta a las transmisiones neumáticas o hidráulicas, ya que para ejercer su función emplea el movimiento de cuerpos sólidos, como lo son engranes y/o correas de transmisión, en la gran mayoría de los casos estas transmisiones se realizan a través de elementos rotantes ya que la transmisión de energía por rotación ocupa mucho menos espacio que aquella por traslación.
Típicamente, la transmisión cambia la velocidad de rotación de un eje de entrada, lo que resulta en una velocidad de salida diferente, las transmisiones primitivas comprenden reductores y engranes de Angulo recto como en los de los molinos de viento y máquinas de vapor (especialmente para tareas de bombeo, molienda o elevación). En general, las transmisiones reducen una rotación de alta velocidad y bajo par motor del eje de salida del impulsor primario a una velocidad más baja con par de giro más alto, o a la inversa. Muchos sistemas, como las transmisiones empleadas en los automóviles, incluyen la capacidad de seleccionar algunas de varias relaciones diferentes. En estos casos, la mayoría de las relaciones (llamadas usualmente marchas o cambios) se emplean para reducir la velocidad de salida del motor e incrementar el par de giro, sin embargo, las relaciones más altas pueden ser sobre marchas que aumentan la velocidad de salida. También se emplean transmisiones en equipamiento naval, agrícola, industrial de construcción y de minería. Adicionalmente a las transmisiones basadas en engranajes, estos dispositivos suelen emplear transmisiones hidrostáticas y accionadores eléctricos de velocidad ajustable.

2.1.3 – Tipos y aplicaciones.

Entre las formas más habituales de transmisión están:

- Correas (como la correa de distribución)
- Cadenas
- Barras (en mecanismos articulados como el cuadrilátero articulado o el mecanismo de biela – manivela)
- Cables (la mayoría únicamente funcionan a tracción, aunque hay cables especiales para trasmitir otro tipo de esfuerzos como los cables de torsión)
- Engranajes
- Ruedas de fricción (trasmiten movimiento perimetral, como las ruedas de un vehículo)
- Discos de fricción (transmiten movimiento axial, como un disco de embrague)
- Juntas-cardan y juntas homocinéticas
- Cojinetes (Chumaceras)

-

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

2.1.4 – Acopladores de ejes de transmisión.

Tipos de acoplamientos.

Básicamente los acoplamientos se clasifican en dos tipos, los rígidos y los flexibles:

· ***Acoplamientos rígidos:***

Los acoplamientos rígidos se diseñan para unir dos ejes en forma apretada de manera que no sea posible que se genere movimiento relativo entre ellos. Este diseño es deseable para ciertos tipos de equipos en los cuales se requiere una alineación precisa de dos ejes que puede lograrse; en tales casos el acople debe diseñarse de tal forma que sea capaz de transmitir el torque en los ejes.
Los acoplamientos rígidos deben emplearse solo cuando la alineación de los dos ejes puede mantenerse con mucha precisión, no solo en elemento en que se instalan, sino también durante la operación de las máquinas. Si surge desalineación angular, radial o axial significativa, aquellas tensiones que son difíciles de predecir y pueden conducir a una falla temprana del eje debida a fatiga pueden ser inducidas sobre los ejes. Dificultades como las anteriores son susceptibles de evitarse utilizando acoplamientos flexibles.



Fig.1 Acoplamientos rígidos de manguito o con prisionero.

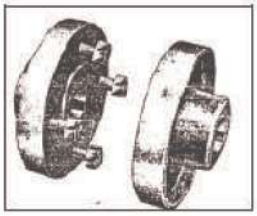


Fig. 2 Acoplamientos rígidos de platillos.



Fig. 3 Acoplamientos rígidos Por sujeción cónica.

· ***Acoplamientos flexibles:***
Los acoplamientos flexibles son diseñados de tal manera que sean capaces de transmitir torque con
suavidad, en tanto permiten cierta desalineación axial, radial o angular.
Dependiendo del método utilizado para absorber la desalineación, los acoplamientos flexibles pueden
dividirse en:

1.- Acoplamientos de elementos deslizantes.
2.- Acoplamientos de elementos flexionantes.
3.- Combinación de acoplamientos deslizantes y flexionantes

1.- Acoplamientos de elementos deslizantes
Estos tipos de acoplamientos absorben la desalineación o por deslizamiento entre dos o más de sus componentes. Este deslizamiento y las fuerzas generadas por el momento de torsión transmitido generan desgaste. Para dar lugar a una vida adecuada, estos acoplamientos se lubrican o se emplean elementos hechos de plástico de baja fricción. Los acoplamientos de este tipo tienen dos mitades

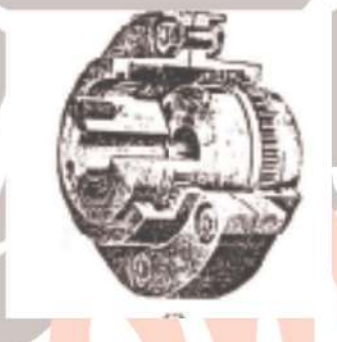
PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

en virtud de que cada par deslizante de elementos puede absorber solo desalineación angular; se necesitan dos de estos pares para acomodar la desalineación paralela. Se puede comprender mejor este hecho si se supone que cada par de elementos deslizante es una junta articulada. Estos acoplamientos se subdividen en:

- Acoplamientos del tipo de engranaje

Estos acoplamientos constituyen el diseño más universal; pueden fabricarse casi para cualquier aplicación desde unos cuantos caballos de potencia hasta miles de ellos (desde menos de 1rev/m. hasta más de 20.000 rev/m). Para una aplicación determinada un acoplamiento de engranaje suele ser más pequeño y más ligero que el de otro tipo. Estos acoplamientos pueden utilizarse en máquinas con árboles acoplados cerrados o para grandes separaciones entre los árboles conectados. Por otra parte requieren lubricación periódica (cada seis meses) debido a que el lubricante es sometido a grandes fuerzas centrífugas, son rígidos respecto a la tracción y son más caros que otros tipos de acoplamientos.

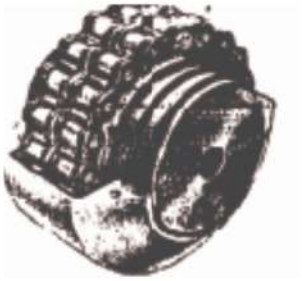
Un acoplamiento de engranaje para árboles acoplados cerrados tiene dos mitades unidas con tornillos cada mitad solo tiene tres componentes: Un cubo, un manguito y un sello. El cubo tiene un juego de dientes externos y se semeja bastante a un piñón. El manguito tiene un juego de dientes internos para acoplar cortados en tal forma que, cuando se desliza sobre el cubo se tiene un juego (marca muerta) entre los dientes que se engranan. El sello está instalado en una ranura maquinada en la placa extrema del manguito y sirve al doble propósito, de retenerse el lubricante y evitar la entrada de polvo o agua al acoplamiento. Los manguitos tienen también uno o dos accesorios o tapones para grasa. Cuando existen grandes separaciones entre los árboles se introduce un espaciador entre los dos manguitos. Las bridas se conectan con ocho o más tornillos, y se instala un empaque de papel, o anillo, entre ellas para sellar la punta.



· Acoplamientos de cadena

Los acoplamientos de cadenas sobresalen por su sencillez. Todo lo que se necesita son dos ruedas dentadas y un trozo de cadena doble. Por lo general se utiliza a baja velocidades, excepto cuando se les agrega una cubierta especial, metálica o de plástico, para contener el lubricante de lo contrario sería expulsado por la acción de las fuerzas centrífugas. Este tipo se utiliza en aplicaciones acopladas cerradas.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA



Acoplamiento de rejilla de acero

Este tipo de acoplamiento es semejante, en muchos aspectos al de engranaje. Tiene dos cubos con dientes externos, pero con un perfil especial. En vez de manguitos con dientes internos tiene una rejilla de acero que pasa por todos los dientes. Debido a que la rejilla se flexiona un poco bajo la acción del momento de torsión, este tipo es menos rígido respecto a la torsión que el de engranaje.

2.- Acoplamientos de elementos flexionantes.

Estos acoplamientos absorben la desalineación por la flexión de uno o más de sus componentes. Con el tiempo esta flexión puede hacer que falle el elemento el cual deberá remplazarse. Resulta evidente que cuanto menor sea la desalineación que deba absorber el acoplamiento, menor será la flexión que deben sufrir los elementos pudiendo así obtenerse un servicio más largo sin problemas. Dependiendo del material utilizado del elemento flexionante, los acoplamientos se pueden dividir en dos tipos:

· Con elemento metálico
· Con elemento elastómero

Aquellos con elemento metálico sólo pueden absorber desalineación en cada punto de flexión. Para absorber desalineación paralela (no alineación), un acoplamiento necesita dos elementos flexionantes. Cuanto mayor sea la distancia entre los elementos mayores será la no alineación que pueda absorber el acoplamiento.
Aquellos con elemento elastómero, sólo pueden absorber la no alineación de uno de los elementos. Están diseñados para máquinas acopladas que estén próximas entre sí; sin embargo, si se utilizan con un buje especial para centrar, pueden aplicarse en los casos en que existen separaciones grandes entre ejes.

· Acoplamientos con elementos metálicos.

El elemento flexible no es de una sola pieza, se trata más bien de un paquete de muchos discos estampados, normalmente hechos con acero inoxidable. Los tamaños de un acoplamiento varían desde muy pequeñas hasta muy grandes.

Con unas cuantas excepciones no se pude utilizar a altas velocidades. El paquete de discos múltiples ofrece la ventaja de un sistema redundante, y el acoplamiento puede funcionar incluso después de que han fallado uno o más discos. Sin embargo, el remplazar discos debe hacerse con el paquete como un todo, en vez de remplazar sólo los discos quebrados.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

Una desventaja de este tipo, es que toleran muy poco error en el espaciamiento axial de las máquinas. Por otra parte, esta desventaja se convierte en ventaja cuando se requiere un acoplamiento con flotación limitada en los extremos, como es el caso con los motores con cojinete de manguito, cuyo funcionamiento se apoya en su centrado magnético y no tienen cojinetes de empuje.

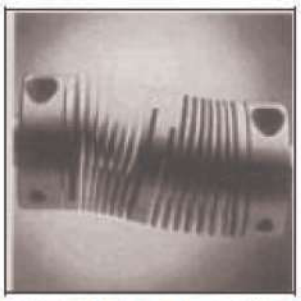


Fig. 7 Acoplamiento flexible de fuelle helicoidal

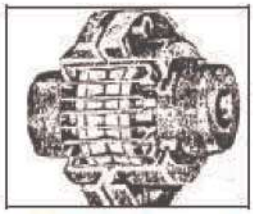


Fig. 8 Acoplamiento flexible direccional

Acoplamiento con elemento elastómero.

Existen muy pocos diseños que utilizan elementos elastómeros: en algunos se tiene caucho, con o sin pliegues, y en otros se tienen plásticos. Cada modelo posee sus ventajas y desventajas propias, muchas veces la disponibilidad en algunas zonas es particular (determina cual se utilizará). Se analizarán los tipos más populares:



Fig. 9 Acoplamiento flexible de manguitos de goma.

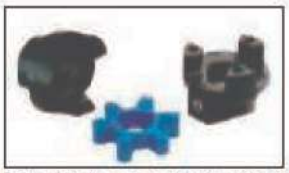


Fig. 10 Acoplamientos flexibles de quijada de goma.



Fig. 11 Acoplamiento flexible de disco flexible

Llantas de caucho: La llanta de caucho está sujeta mediante mordazas a cada cubo, y se desliza axialmente para poder remplazarlas sin mover las máquinas conectadas.

· Rosquilla de caucho: La rosquilla está atornillada por sujetadores a los cubos y en el proceso también se precomprime para que nunca trabaje con tensión. Se desliza axialmente en uno de los insertos para facilitar su instalación sin perturbar las máquinas conectadas.

· Elemento rasurado: Este elemento resbala axialmente hacia adentro de los cubos y es de caucho o de plástico. Con el fin de remplazar el elemento, uno de los cubos debe empujarse hacia atrás axialmente. Para máquinas con acoplamientos muy cerrados, el elemento se desliza axialmente para que las máquinas no tengan que moverse en la instalación del mismo.

· Quijada: Este acoplamiento también se conoce como de estrella, debido a la forma del elemento elastómero. Este tipo tal vez sea el más sencillo, pero tiene las siguientes desventajas: Puede absorber muy poca desalineación y por lo común puede transmitir menos de 100 HP (74.6 Kw.) y de

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

manera semejante al que tiene elemento ranurado, tiene que moverse axialmente uno de los cubos para poder remplazarlo.

Acoplamientos especiales o articulados:



Fig. 12 Junta eslabonada de desplazamiento lateral

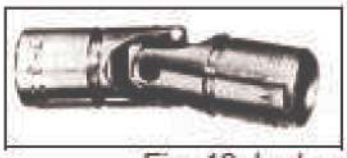


Fig. 13 Junta universal

2.1.5 – Superficies de deslizamiento: guías, columnas, casquillos y carros, entre otros.

2.1.6 – Tipos y aplicaciones.

2.1.7 – Reductores

Uno de los componentes importantes de las máquinas son los reductores de velocidad. Es un equipo compacto formado internamente por varios engranajes teniendo un eje de entrada que recibe un movimiento normalmente de un motor a una velocidad elevada, el movimiento se transmite a través de los engranajes internos, se transmite finalmente a un eje de salida a la velocidad correcta para el buen funcionamiento de la máquina teniendo en cuenta la potencia mecánica que debe transmitir.
Dependiendo de la necesidad de diseño de la máquina podemos encontrar modelos de reductores con el eje lento respecto al eje rápido en paralelo, ortogonales y coaxiales.
Podemos distinguir cuatro tipos de reductores según el mecanismo interno utilizado, ya sea Sin fin-corona, de engranajes, cicloidales o planetarios.

Reductores de velocidad de Sin fin-Corona
Este tipo de reductores se basan en que el eje de entrada internamente es un tornillo sin fin que al girar está en contacto con una corona dentada que en cada vuelta del eje sin fin avanza un diente de la corona. El coeficiente de reducción de la velocidad va en función del número de dientes de la corona. El uso está limitado al tener este sistema de reducción de velocidad mucha perdida de potencia.

Reductores de velocidad de engranajes
Es el conjunto de un par o más pares de engranajes que permiten que en cada engranaje tenga una relación con el anterior de reducción pudiendo ser la salida de velocidad más lenta a su vez la entrada de la transmisión del movimiento rápido, consiguiendo en cada pareja de engranajes una reducción de velocidad de los engranajes anteriores. Son muy eficientes, tienen poco

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

mantenimiento y un tamaño reducido. Un tractel de cadena podría ser un ejemplo girando una cadena con las manos en un engranaje, en la salida del reductor de velocidad nos permite mover una cadena con un gancho que a su vez nos permite elevar con las manos sin esfuerzo una carga de centenares o miles de kilos.

Reductores de velocidad cicloidales
Es un sistema que tiene una leva excéntrica y un conjunto de cojinetes, un disco cicloidal y el eje de salida. Es un sistema que tiene menos fricción que los sistemas con engranajes normales.

Reductores de velocidad Planetario
Este tipo de reductor está cada vez más extendido y está formado por varias ruedas dentadas que giran entre un anillo y un piñón llamado sol. Tienen más dientes en contacto soportando más torque.

2.1.8 – Transformadores de movimiento lineal a circular y viceversa.

El **piñón y cremallera** (Figura 8.19) es otra forma de engranaje, que es en esencia dos engranajes interbloqueados uno con una base circular del radio infinito. Tales engranajes se pueden utilizar para transformar ya sea un movimiento lineal a uno rotatorio o un movimiento rotatorio a un movimiento interlineal.

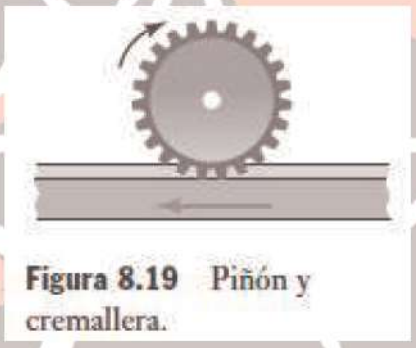


Figura 8.19 Piñón y cremallera.

Otro método que se ha empleado para convertir un movimiento rotatorio en uno de traslación es el **sistema de tornillo y tuerca**. Con la forma convencional de tornillo y tuerca, la tuerca gira y se mueve a lo largo del tornillo estacionario. Sin embargo, si el tornillo se gira en la tuerca, adjunta a la parte a ser conducida, la tuerca se mueve a lo largo de la rosca. A este arreglo se le conoce como **tornillo de avance**. El avance L es la distancia de movimiento paralelo al eje del tornillo cuando se le da una vuelta a la tuerca; para una rosca simple el avance es igual al paso. En n revoluciones la distancia de movimiento en paralelo al eje del tornillo será nL. Si se completan n revoluciones en un tiempo t, la velocidad lineal v paralela al eje del tornillo es nL/t. Como n/t es la cantidad de revoluciones por segundo f para el tornillo, entonces:

$$v = \frac{nL}{t} = fL$$

Sin embargo, hay problemas al utilizar este tipo de arreglo para convertir el movimiento de rotación en un movimiento lineal ya que hay fuerzas de alta fricción implicadas en el contacto de deslizamiento directo entre el tornillo y la tuerca, así como con la falta de rigidez. El punto de la fricción se puede resolver si se utiliza un **husillo.** Este tipo de tornillo es idéntico en principio al tornillo de cabeza, pero los cojinetes de bolas se ubican en la tuerca del tornillo.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

Este arreglo se ha usado en robots para manejar el brazo, que funciona con un motor de c.d (Figura 8.20). El motor hacer girar el tornillo, que a su vez mueve la tuerca hacia arriba o hacia abajo. El movimiento de la tuerca se transmite al brazo mediante una articulación.

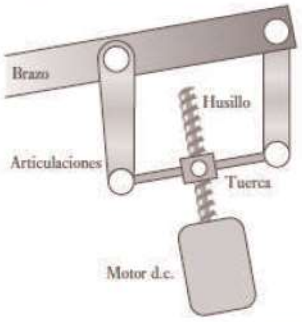


Figura 8.20 Husillo y articulaciones utilizadas para mover el brazo de un robot.

2.1.9 – Embragues.

Los embragues y los frenos son en esencia un mismo dispositivo. Cualquiera de ellos permite una conexión por fricción, magnética, hidráulica o mecánica entre dos elementos de máquina. Si ambos elementos conectados giran, entonces el dispositivo se conoce como embrague. Si uno de los elementos gira y el otro queda fijo, se conoce como freno.

Un embrague es un dispositivo que se emplea para conectar o desconectar un componente que es impulsado, de la planta motriz principal del sistema.

Un freno es un dispositivo que se utiliza para llevar al estado de reposo a un sistema que se encuentra en movimiento, para disminuir su velocidad, o bien, para controlar su velocidad hasta un cierto valor bajo condiciones variables.

CLASIFICACIÓN DE LOS EMBRAGUES.

Los embragues se clasifican de diversas formas, tales como:

a). Su forma de accionamiento:

- Mecánico
- Neumático o hidráulico
- Eléctrico
- Automático

b). - Su forma de transferencia de energía:

- Embragues de contacto positivo
- Embragues de fricción.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA



Embrague mecánico. Embrague eléctrico. Embrague hidráulico.

Embragues de contacto positivo.

Este tipo de embrague transmite la potencia de la flecha motriz a la impulsada por medio de quijadas o dientes, según se muestra en las figuras (5.2) y (5.3).



Figura (5.2).- Embrague dentado de contacto positivo.

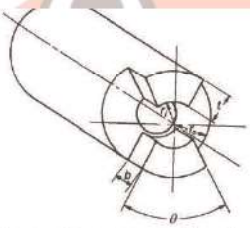
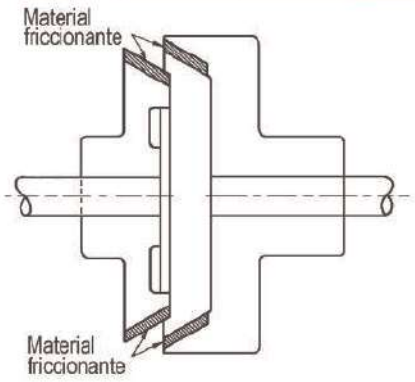


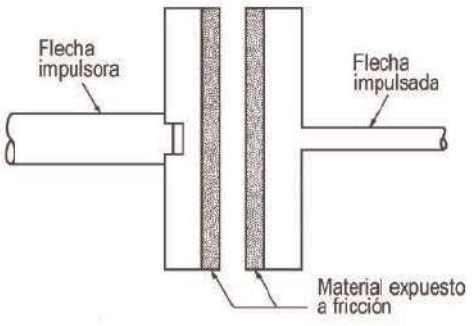
Figura (5.3).- Embrague de contacto positivo de quijada cuadrada.

Embragues de fricción.

En este tipo de embragues los elementos se mueven en dirección paralela al eje de rotación. Uno de los más antiguos es el cónico, que tiene una estructura sencilla y eficiente; sin embargo, éste ha sido desplazado por el embrague de discos. Este tipo de embrague se representa en la siguiente figura:



Embrague cónico.



Embrague de discos.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

Las ventajas del embrague de discos con respecto al embrague cónico son:

- Eliminación de los efectos centrífugos.
- Mayor superficie friccionante en menor espacio.
- Superficies disipadoras de calos más eficaces.
- Una favorable distribución de la presión.

Al efectuar un análisis sobre un embrague o un freno, podemos conocer lo siguiente:

- La fuerza ejercida.
- El momento torsional que se transmite.
- La pérdida de energía en forma de calor.
- La elevación de la temperatura.

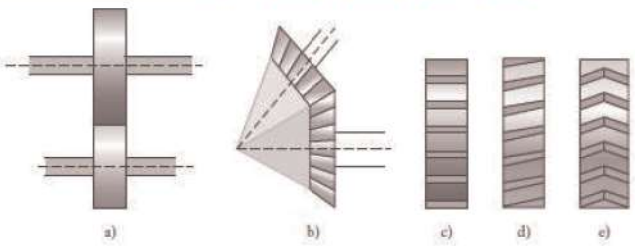
2.1.10 – Trenes de engranajes.

Los **trenes de engranajes** son mecanismos muy utilizados para transferir y transformar el movimiento rotacional. Se emplean cuando se necesita un cambio en la velocidad o en el par motor de un dispositivo que está girando.

Por ejemplo, la caja de velocidades de un auto permite al conductor igualar los requerimientos de velocidad y par motor para cierta superficie con la potencia disponible del motor.

Los engranes transmiten el movimiento rotacional entre ejes paralelos (Figura 8.15a)) y entre ejes inclinados entre sí (Figura 8.15b)). El término **engrane cónico** se usa cuando las líneas de los ejes se intersecan, como se observa en la (Figura 8.15b)). Cuando dos engranes están dentados, el mayor se llama **corona** o **engrane** y el menor **piñón**. Los engranes que se usan para conectar ejes paralelos tienen dientes rectos, es decir, los ejes se cortan en líneas axiales paralelas al eje (Figura 8.15c)). Este tipo de engrane se conoce como **engrane recto**. Una variante es la que tiene dientes helicoidales, los cuales se cortan en forma de hélice (Figura 8.15d)) y se conocen como **engranes helicoidales**. Éstos ofrecen la ventaja de un engranado gradual de...

Figura 8.15 a) Ejes de engranes paralelos, b) ejes inclinados entre sí, c) dentadura axial, d) dentadura de hélice, e) dentadura de doble hélice.



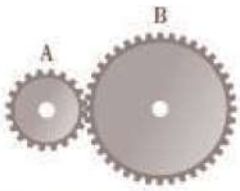


Figura 8.16 Dos engranes conectados.

los dientes y, por lo tanto, la transmisión en los dientes es más suave y su vida se prolonga más. Sin embargo, la inclinación de los dientes respecto al eje produce una componente de fuerza axial en el cojinete del eje. Para eliminarla se utiliza una doble hilera de dientes helicoidales (Figura 8.15e)).

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

Considere dos engranes conectados, A y B (Figura 8.16). Si el engrane A tiene 40 dientes y el B 80 dientes, el engrane A gira dos veces en el mismo tiempo que el engrane B gira una vez. Por lo tanto, la velocidad angular del engrane A, vA, debe ser el doble de la del engrane B, vB, es decir:

$$\frac{\omega_A}{\omega_B} = \frac{\text{número de dientes en B}}{\text{número de dientes en A}} = \frac{80}{40} = 2$$

Dado que la cantidad de dientes de un engrane es proporcional a su diámetro, se tiene que:

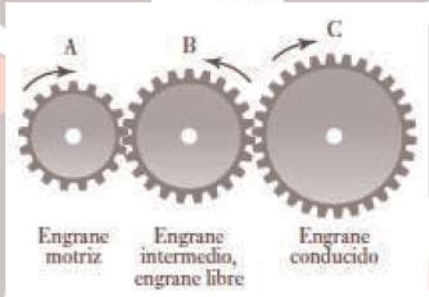
$$\frac{\omega_A}{\omega_B} = \frac{\text{número de dientes en B}}{\text{número de dientes en A}} = \frac{d_B}{d_A}$$

Por lo tanto, en este caso, el engrane B debe tener dos veces el diámetro del A. El término **relación de engranaje** designa la relación entre las velocidades angulares de un par de engranes conectados. En el ejemplo, esta relación es 2.

Trenes de engranes

El término **tren de engranes** describe una serie de engranes conectados entre sí. El término **tren de engranes simple** se aplica a un sistema en el que cada uno de sus ejes sólo tiene un engrane, como en la Figura 8.17. En este caso, la relación de engranaje total, es la relación entre las velocidades angulares entre los ejes de entrada y salida y, por lo tanto, es igual a vA/vC.

$$G = \frac{\omega_A}{\omega_C}$$



Considere un tren de engranes que consta de los engranes A, B y C, como en la Figura 8.17. El engrane A tiene 9 dientes y C, 27. Ahora bien, dado que la velocidad angular de un engrane es inversamente proporcional a la cantidad de dientes, la relación de engranaje es 27/9 = 3. El efecto del engrane B es sólo modificar la dirección de rotación del engrane de salida respecto a la que tendría si sólo los engranes A y C estuvieran conectados. El engrane intermedio B, se denomina **engrane libre**.

Esta ecuación para la relación de engranaje total *G* se puede reescribir como:

$$G = \frac{\omega_A}{\omega_C} = \frac{\omega_A}{\omega_B} \times \frac{\omega_B}{\omega_C}$$

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

Pero vA/vB es la relación de engranaje del primer par y vB/vC es la del segundo par. Por lo tanto, la relación de engranaje total de un tren de engranes simple es igual al producto de las relaciones de engranaje de cada par sucesivo de engranes.

El término **tren de engranes compuesto** se refiere a un tren de engranes cuando dos de ellos están montados en un eje común. En la Figura 8.18a) y b) se muestran dos ejemplos de este tren de engranes. El tren de engranes de la Figura 8.18b) permite que los ejes de entrada y salida estén en línea.

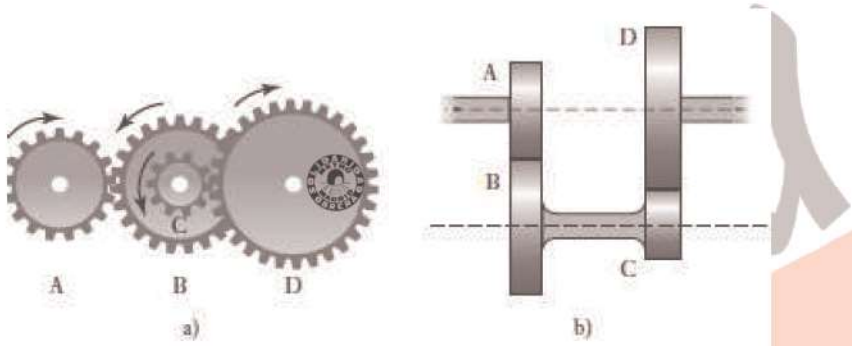


Figura 8.18 Tren de engranes compuesto.

Cuando dos engranes están montados en el mismo eje, su velocidad angular es igual. Por lo tanto, para los dos trenes de engranes compuestos de la Figura 8.16, vB = vC. La relación de engranaje total *G* es, por lo tanto:

$$G = \frac{\omega_A}{\omega_D} = \frac{\omega_A}{\omega_B} \times \frac{\omega_B}{\omega_C} \times \frac{\omega_C}{\omega_D} = \frac{\omega_A}{\omega_B} \times \frac{\omega_C}{\omega_D}$$

En el arreglo de la Figura 8.16b), para que los ejes de entrada y de salida estén alineados, es necesario que los radios de los engranes cumplan lo siguiente:

$$r_A + r_B = r_D + r_C$$

Considere un tren de engranes compuestos como el de la Figura 8.18a), donde A, el engrane motriz, tiene 15 dientes; B, 30 dientes; C, 18 dientes y D, el engrane conducido, 36 dientes. Dado que la velocidad angular de un engrane es inversamente proporcional al número de dientes, la relación de engranaje total es:

$$G = \frac{30}{15} \times \frac{36}{18} = 4$$

Por lo tanto, si la entrada en el engrane A es una velocidad angular de 160 rev/ min, la velocidad angular de salida del engrane D es 160/4 = 40 rev/min. Un tren de engranes simple, sea de engranes de dientes rectos o helicoidales, o engranes cónicos, por lo general está limitado a una relación de engranaje total de casi 10. Esto se debe a la necesidad de mantener el tren de engranes en dimensiones manejables a fin de mantener la cantidad de dientes de la rueda de piñón arriba de cierto número mínimo, en general entre 10 y 20. Para obtener relaciones de engranaje mayores se utilizan trenes de engranes compuestos porque la relación de engranaje es igual al producto de cada uno de las relaciones de engranaje de los conjuntos de engranes paralelos.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

2.1.11 – Poleas.

Una polea es una rueda que tiene una ranura o acanaladura en su periferia, que gira alrededor de un eje que pasa por su centro. Esta ranura sirve para que, a través de ella, pase una cuerda que permite vencer una carga o resistencia R, atada a uno de sus extremos, ejerciendo una potencia o fuerza F, en el otro extremo. De este modo podemos elevar pesos de forma cómoda e, incluso, con menor esfuerzo, hasta cierta altura. Es un sistema de transmisión lineal puesto que resistencia y potencia poseen tal movimiento.

Podemos distinguir tres tipos básicos de poleas:

a) **Polea fija:** Como su nombre indica, consiste en una sola polea que está fija a algún lugar. Con ella no se gana en Fuerza, pero se emplea para cambiar el sentido de la fuerza haciendo más cómodo el levantamiento de cargas al tirar hacia abajo en vez de para arriba, entre otros motivos porque nos podemos ayudar de nuestro propio peso para efectuar el esfuerzo. La fuerza que tenemos que hacer es igual al peso que tenemos que levantar (no hay ventaja mecánica) F=R. Así, por ejemplo, si deseo elevar una carga de 40 kg de peso, debo ejercer una fuerza en el otro extremo de la cuerda de, igualmente, 40 kg.

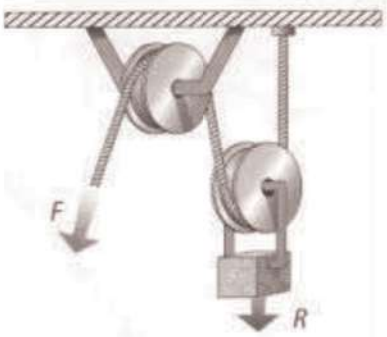
b)



c) **Polea móvil**: Es un conjunto de dos poleas, una de las cuales es fija, mientras que la otra es móvil. La polea móvil dispone de un sistema armadura-gancho que le permite arrastrar la carga consigo al tirar de la cuerda.

La principal ventaja de este sistema de poleas es que el esfuerzo que se emplea para elevar la carga representa la mitad del que haría si emplease una polea fija. Así, por ejemplo, si quisiera elevar una carga de 40 kg de peso, basta con ejercer una fuerza de
tan sólo 20 kg. Esto supone que la cuerda que emplee para este mecanismo pueden ser la mitad de resistentes que en el caso anterior. Sin embargo, presenta una desventaja: El recorrido que debe hacer la cuerda para elevar la carga una altura determinada (h) debe ser el doble de la altura buscada (2h).

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA



Aunque consta de dos poleas, en realidad se puede construir este mecanismo con una sola polea (observa la imagen de la derecha). Para ello se debe fijar un extremo de la cuerda, la carga a la polea y tirar de la cuerda de forma ascendente.
Precisamente, este es la desventaja, mientras que en el caso de emplear dos poleas, este problema desaparece.

d) **Sistemas de poleas compuestas**: Existen sistemas con múltiples de poleas que pretenden obtener una gran ventaja mecánica, es decir, elevar grandes pesos con un bajo esfuerzo. Estos sistemas de poleas son diversos, aunque tienen algo en común, en cualquier caso se agrupan en grupos de poleas fijas y móviles: destacan los polipastos:



Polipasto: Este mecanismo está formado por grupos de poleas fijas y móviles, cada uno de ellos formado a su vez por un conjunto de poleas de diámetro decreciente y ejes paralelos entre sí que se montan sobre la misma armadura, de modo que existe el mismo número de poleas fijas que móviles.
El extremo de la cuerda se sujeta al gancho de la armadura fija y se pasa alternativamente por las ranuras de las poleas —de menor a mayor diámetro en el caso del polispasto— comenzando por la del grupo móvil y terminando en la polea fija mayor o extrema donde quedará libre el tramo de cuerda del que se tira. La expresión que nos indica el esfuerzo que se debe realizar para vencer una carga (o resistencia) es la siguiente:

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

$$F_A = \frac{F_R}{2 \cdot n}$$

siendo **n** el número de poleas fijas del polipasto. Así, por ejemplo, si disponemos de un polipasto de tres poleas móviles, el esfuerzo que debo realizar para elevar una carga es seis veces menor (2n = 2·3 =6). Suponiendo que la carga sea, por poner un ejemplo, de 60 kg, el esfuerzo que deberíamos efectuar en este caso es de 10 kg.

Otro modelo de polipasto es aquel que emplea dos ramales distintos paralelos y a distinta altura en los que se alojan las poleas. En el ramal superior se sitúan las poleas fijas y en el de abajo las poleas móviles, conjuntamente con la carga.

Por último, es importante señalar que, en este tipo de sistema, al igual que la polea móvil, debemos hacer un mayor recorrido con la cuerda; mayor recorrido cuanto mayor es el número de poleas.

2.1.12 – Cajas de cambio de velocidad.

En los vehículos, la caja de cambios o caja de velocidades (también llamada simplemente caja) es el elemento encargado de obtener en las ruedas el par motor, suficiente para poner en movimiento el vehículo parado, y una vez en marcha obtener un par suficiente en ellas para vencer las resistencias al avance, fundamentalmente las derivadas del perfil aerodinámico, de rozamiento con la rodadura y de pendiente en ascenso.

2.1.12.1 Funcionamiento

El motor de combustión interna alternativo, al revés de lo que ocurre con la máquina de vapor o el motor eléctrico, necesita un régimen de giro suficiente (entre un 30% y un 40% de las rpm máximas) para proporcionar la capacidad de iniciar el movimiento del vehículo y mantenerlo luego. Aun así, hay que reducir las revoluciones del motor en una medida suficiente para tener el par suficiente; es decir si el par requerido en las ruedas es 10 veces el que proporciona el motor, hay que reducir 10 veces el régimen.
Esto se logra mediante las diferentes relaciones de transmisión obtenidas en el cambio, más la del grupo de salida en el diferencial. El sistema de transmisión proporciona las diferentes relaciones de engranes o engranajes, de tal forma que la misma velocidad de giro del cigüeñal puede convertirse en distintas velocidades de giro en las ruedas. El resultado en las ruedas de tracción es la disminución de velocidad de giro con respecto al motor, y el aumento en la misma medida del par motor. Esto se entenderá mejor con la expresión de la potencia P en un eje motor:

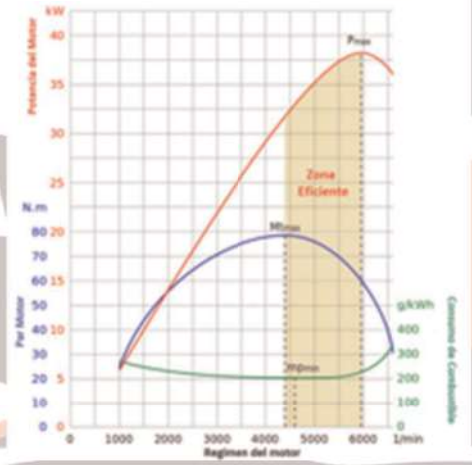
$$\{P = M\,\omega\}\}$$

donde:

- P es la potencia (en **W**)
- M es el par motor (en **N·m**)
- ω es la velocidad angular (en **rad/s**)

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

En función de esto, si la velocidad de giro (velocidad angular) transmitida a las ruedas es menor, el par motor aumenta, suponiendo que el motor entrega una potencia constante.
La caja de cambios tiene pues la misión de reducir o aumentar el número de revoluciones del motor, según el par necesario en cada instante. Además de invertir el sentido de giro en las ruedas, cuando las necesidades de la marcha así lo requieren. Va acoplada al volante de inercia del motor, del cual recibe movimiento a través del embrague, en transmisiones manuales; o a través del convertidor de par, en transmisiones automáticas. Acoplado a ella va el resto del sistema de transmisión.
Existe además otra razón para su uso. Debido a las características de construcción del motor de combustión interna, las curvas de par, potencia y rendimiento (razón entre potencia obtenida en la combustión y potencia útil entregada a la salida), tienen esta forma:

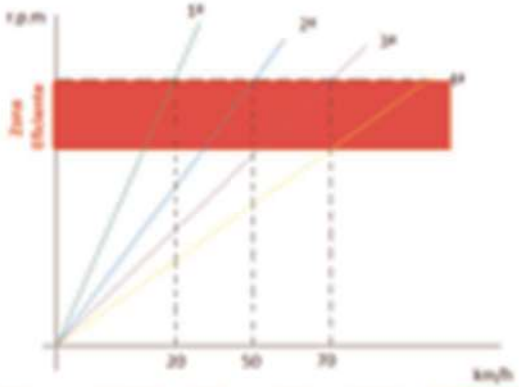


Esquema de curva par-velocidad de un motor de combustión.

Obsérvese que hay una zona en la cual el motor está entregando una potencia elevada, con un alto par y un rendimiento también elevado. Es deseable que el motor siempre estuviera funcionando en estas condiciones, sin embargo, cuando la velocidad del motor sobrepasa esta zona, se pierde par, además de que el rendimiento desciende rápidamente. Puede ser, que incluso si no se cambia de marcha, el motor no suministre suficiente par como para continuar acelerando el vehículo, además de todos los inconvenientes que supone tener elementos girando a velocidades tan altas como 7000-8000 rpm (para un motor corriente, esto supone alto desgaste, además de ruidos e incrementos demasiado elevados de temperatura, y a largo plazo puede originar el fallo de alguna pieza).

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

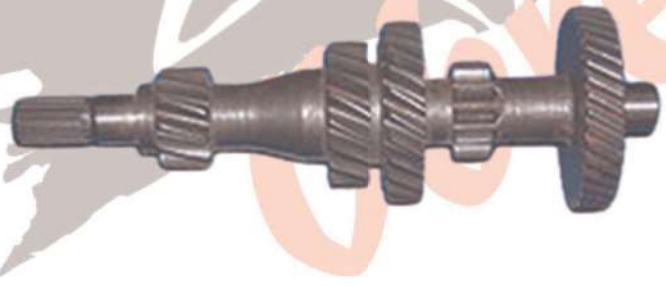
Debido a esto, es necesario reducir la velocidad del motor al sobrepasar esta zona (o bien aumentarla si lo que se hace es frenar el vehículo). Como no interesa alterar la velocidad del vehículo según las necesidades del motor, sino al contrario, se instala una caja de cambios que permite modificar la relación existente entre la velocidad angular de giro de las ruedas del vehículo y el giro del cigüeñal (rpm que indica el tacómetro del vehículo). A través de las relaciones cinemáticas de engranajes, se demuestra que esta relación es de tipo lineal



Velocidades

Supongamos que se tiene una caja de cambios de 4 velocidades que presenta una relación entre velocidad del vehículo y en el motor que obedece a la gráfica inferior. Obsérvese la zona de máxima eficiencia en color rojo. Cuando el vehículo llega a 20 km/h empieza el motor a funcionar fuera de dicha zona, lo que implica pasar a la 2ª velocidad. Al cambiar a dicha marcha, el motor ya funciona en un régimen inferior a dicha zona, pero al acelerar se alcanzará. Al llegar a 50 km/h se repetiría la acción con la 3ª marcha, etc.

2.1.12.2 **Constitución de la caja de cambios**



Eje intermediario de una caja de cambios manual. De izquierda a derecha consta de las siguientes partes: nervado para la corona de engrane con el primario, apoyo de rodamiento, piñones de engrane, apoyo de rodamiento. El dentado recto corresponde a la marcha atrás.
La caja de cambios está constituida por una serie de ruedas dentadas dispuestas en tres árboles.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

- **Árbol primario.** Recibe el movimiento a la misma velocidad de giro que el motor. Habitualmente lleva un único piñón conductor en las cajas longitudinales para tracción trasera o delantera. En las transversales lleva varios piñones conductores. Gira en el mismo sentido que el motor.

- **Árbol intermedio o intermediario.** Es el árbol opuesto o contraeje. Consta de un piñón corona conducido que engrana con el árbol primario, y de varios piñones (habitualmente tallados en el mismo árbol) y que son solidarios al eje que pueden engranar con el árbol secundario en función de la marcha seleccionada. Gira en el sentido opuesto al motor.

En las cajas transversales este eje no existe.

- **Árbol secundario.** Consta de varios engranajes conducidos que están montados sueltos en el árbol, pero que se pueden hacer solidarios con el mismo mediante un sistema de desplazables. Gira en el mismo sentido que el motor (cambios longitudinales), y en sentido inverso en las cajas transversales. En otros tipos de cambio, especialmente motocicletas y automóviles y camiones antiguos, los piñones se desplazan enteros sobre el eje.

La posición axial de cada rueda es controlada por unas horquillas accionadas desde la palanca de cambios y determina qué pareja de piñones engranan entre el secundario y el intermediario. , o entre primario y secundario según sea cambio longitudinal o transversal. Cuando se utilizan sincronizadores, el acoplamiento tangencial puede liberarse en función de la posición axial de estos y las ruedas dentadas no tienen libertad de movimiento axial.
Esto es lo que ocurre en las cajas manuales actuales. Las ruedas dentadas están fijas en el eje y montadas sobre un cojinete, de manera que pueden moverse a distinta velocidad que él. Estas ruedas están engranadas permanentemente con las del eje intermedio, y cuando se cambia de marcha uno de los desplazables hace solidario el movimiento de la rueda con el del eje, produciéndose lo que se denomina sincronización. Por esta razón, el eje secundario lleva un estriado entre cada pareja de ruedas.
En las cajas transversales, la reducción o desmultiplicación final eje secundario/corona del diferencial invierte de nuevo el giro, con lo que la corona gira en el mismo sentido que el motor.

- **Eje de marcha atrás.** Lleva un piñón que se interpone entre los árboles intermediario y secundario (longitudinal) o primario y secundario (transversal) para invertir el sentido de giro habitual del árbol secundario. En el engranaje dé marcha atrás, normalmente se utiliza un dentado recto, en lugar de un dentado helicoidal, más sencillo de fabricar. Asimismo, cuando el piñón se interpone, cierra dos contactos eléctricos de un conmutador que permite lucir la luz o luces de marcha atrás, y al soltarlo, vuelve a abrir dichos contactos.

Véase también: Engranaje

Todos los árboles se apoyan, por medio de cojinetes, axiales, en la carcasa de la caja de cambios, que suele ser de fundición gris, (ya en desuso) aluminio o magnesio y sirve de alojamiento a los

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

engranajes, dispositivos de accionamiento y en algunos casos el diferencial, así como de recipiente para el aceite de engrase.

En varios vehículos como algunos camiones, vehículos agrícolas o automóviles todoterreno, se dispone de dos cajas de cambios acopladas en serie, mayoritariamente mediante un embrague intermedio. En la primera caja de cambios se disponen pocas relaciones de cambio hacia delante, normalmente 2, (directa y reductora); y una marcha hacia atrás, utilizando el eje de marcha atrás para invertir el sentido de rotación.

La lubricación puede realizarse mediante uno de los siguientes sistemas:

- Por barboteo.
- Mixto.
- A presión.
- A presión total.
- Por cárter seco.

2.1.13 Clasificación de las cajas de cambios

Existen varios tipos de cajas de cambios y diversas maneras de clasificarlas. Hasta el momento en que no se habían desarrollado sistemas de control electrónico, la distinción era mucho más sencilla e intuitiva ya que describía su construcción y funcionamiento. En tanto que se han desarrollado sistemas de control electrónico para cajas se da la paradoja que existen cajas manuales con posibilidad de accionamiento automatizado (por ejemplo, Alfa Romeo) y cajas automáticas con posibilidad de intervención manual. La clasificación en función de su accionamiento es una de las clasificaciones aceptadas por mayor número de autores:

2.1.13.1 Manuales, mecánicas

Tradicionalmente se denominan cajas manuales a aquellas que se componen de elementos estructurales (y funcionales), rodamientos, etc. de tipo mecánico. En este tipo de cajas de cambio, la selección de las diferentes velocidades se realiza mediante mando mecánico, aunque este puede estar automatizado.
Los elementos sometidos a rozamiento ejes, engranajes, sincronizadores, o selectores están lubricados mediante baño de aceite (específico para engranajes) en el cárter aislados del exterior mediante juntas que garantizan la estanqueidad.
Los acoplamientos en el interior se realizan mediante mecanismos compuestos de balancines y ejes guiados por cojinetes. El accionamiento de los mecanismos internos desde el exterior de la caja -y que debería accionar un eventual conductor- se realizan mediante cables flexibles no alargables o varillas rígidas.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

Las distintas velocidades de que consta la caja están sincronizadas. Esto quiere decir que disponen de mecanismos de sincronización que permiten igualar las velocidades de los distintos ejes de que consta la caja durante el cambio de una a otra.
La conexión cinemática entre el motor y la caja de cambios se realiza mediante el embrague.
Dentro de este grupo se encuentra la caja de cambios manual automatizada de doble embrague DSG -en alemán Direkt Schaltgetriebe- del Grupo Volkswagen y la caja de cambios automática de doble embrague en seco DDCT -en inglés Dual Dry Clutch Transmision- de Fiat Group Automobiles, las cuales permiten el funcionamiento en modo manual o automático, además de obtener una velocidad de transmisión entre marchas muy superior al contar con la presencia de dos embragues, uno encargado de las marchas pares y el otro de las impares (y marcha atrás).

2.1.13.2 Automáticas o hidromáticas

La caja automática es un sistema que, de manera autónoma, determina la mejor relación entre los diferentes elementos, como la potencia del motor, la velocidad del vehículo, la presión sobre el acelerador y la resistencia a la marcha, entre otros. Se trata de un dispositivo electro hidráulico que determina los cambios de velocidad; en el caso de las cajas de última generación, el control lo realiza un calculador electrónico.
Mientras que la caja de cambios manual se compone de pares de engranajes cilíndricos, la caja automática funciona con trenes epicicloidales en serie o paralelo que conforman las distintas relaciones de transmisión, y la caja es la que hace los cambios.

Tipo	Ventajas	Desventajas
De trenes epicicloidales	• Comodidades • Alto poder de tracción • Economía de mantenimiento	• Peso elevado • Bajo rendimiento mecánico (performance)
Manual	• Cambios rápidos • Durabilidad mecánica (bajo estilo de conducción) • Alto rendimiento mecánico • bajo coste de reparación • suavidad de conducción (estilo de conducción relajada)	• Brusquedad en cambios rápidos • Elasticidad menor • Períodos de reparaciones, reemplazo de componentes y mantenimiento con mayor frecuencia, alta cantidad de componentes
Doble embrague	• Cambios casi instantáneos	• Elevado peso y complejidad mecánica respecto de una caja pilotada convencional • brusquedad en la transiciones de las marchas
Variador continuo	• Suavidad • Infinitas relaciones de transmisión en un rango muy amplio	• Par de transmisión limitado • aceleración reducida (según reglajes del fabricante)

2.1.14 – Transmisiones.

Una transmisión mecánica es una forma de intercambiar energía mecánica distinta a las transmisiones neumáticas o hidráulicas, ya que para ejercer su función emplea el movimiento de cuerpos sólidos, como lo son engranes y/o correas de transmisión, en la gran mayoría de los casos estas transmisiones se realizan a través de elementos rotantes ya que la transmisión de energía por rotación ocupa mucho menos espacio que aquella por traslación.
Típicamente, la transmisión cambia la velocidad de rotación de un eje de entrada, lo que resulta en una velocidad de salida diferente, las transmisiones primitivas comprenden reductores y engranes de Angulo recto como en los de los molinos de viento y máquinas de vapor (especialmente para tareas de bombeo, molienda o elevación). En general, las transmisiones reducen una rotación de alta velocidad y bajo par motor del eje de salida del impulsor primario a una velocidad más baja con par de giro más alto, o a la inversa. Muchos sistemas, como las transmisiones empleadas en los automóviles, incluyen la capacidad de seleccionar algunas de varias relaciones diferentes. En estos casos, la mayoría de las relaciones (llamadas usualmente marchas o cambios) se emplean para reducir la velocidad de salida del motor e incrementar el par de giro, sin embargo, las relaciones más altas pueden ser sobre marchas que aumentan la velocidad de salida. También se emplean transmisiones en equipamiento naval, agrícola, industrial de construcción y de minería. Adicionalmente a las transmisiones basadas en engranajes, estos dispositivos suelen emplear trasmisiones hidrostáticas y accionadores eléctricos de velocidad ajustable.

Entre las formas más habituales de transmisión están:

Correas (como la correa de distribución)

- Cadenas
- Barras (en mecanismos articulados como el cuadrilátero articulado o el mecanismo de biela – manivela)
- Cables (la mayoría únicamente funcionan a tracción, aunque hay cables especiales para trasmitir otro tipo de esfuerzos como los cables de torsión)
- Engranajes
- Ruedas de fricción (trasmiten movimiento perimetral, como las ruedas de un vehículo)
- Discos de fricción (transmiten movimiento axial, como un disco de embrague)
- Juntas-cardan y juntas homocinéticas
- Chumaceras

Trasmisión de potencia para transporte

Utilizamos máquinas de forma cotidiana. La mayoría de ellas incorporan mecanismos que transmiten y/o transforman movimientos. El diseño de máquinas exige escoger el mecanismo adecuado, no solo por los elementos que lo componen, sino también por los materiales y medidas de cada uno.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

Las cadenas, engranajes y correas se usan para la transmisión de potencia entre ejes que rotan y que no están directamente acoplados. Prácticamente se usan como trasmisores directos (acoplamientos flexibles y reductores de velocidad), aumentadores de fuerza (rueda dentada grande y reductor de velocidad), aumentadores de velocidad (rueda dentada pequeña y reductor de velocidad), transmisiones intermitentes (espaciadores) y movimientos oscilatorios (seguidores, rodillo y leva).

Los mecanismos de transmisión se encargan de transmitir movimientos de giro entre ejes alejados. Están formados por un árbol motor (conductor), un árbol resistente (conducido) y otros elementos intermedios que dependen del mecanismo particular. Una manivela o un motor realizan el movimiento necesario para provocar la rotación del mecanismo. Las diferentes piezas del mecanismo transmiten este movimiento al árbol resistente, solidario a los elementos que realizan el trabajo útil. El mecanismo se diseña para que las velocidades de giro y los momentos de torsión implicados sean los deseados, de acuerdo con una relación de transmisión determinada.

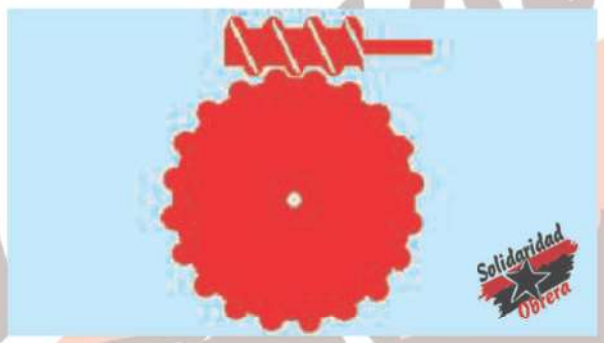


Figura. Tornillo sin fin – Corona

Este mecanismo permite transmitir el movimiento entre árboles que se cruzan. El eje propulsor coincide siempre con el tornillo sin fin, que comunica el movimiento de giro a la rueda dentada que engrana con él, llamada corona. Una vuelta completa del tornillo provoca el avance de un diente de la corona. En ningún caso puede usarse la corona como rueda motriz. Puede observarse un tornillo sin fin en el interior de muchos contadores mecánicos.

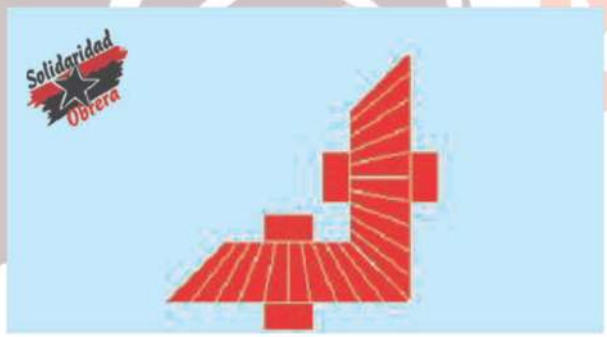


Figura. Engrane cónico

Es un mecanismo formado por dos ruedas dentadas troncocónicas. El paso de estas ruedas depende de la sección considerada, por lo que deben engranar con ruedas de características semejantes. El mecanismo permite transmitir movimiento entro árboles con ejes que se cortan. En los taladros se usa este mecanismo para cambiar de broca. Aunque normalmente los ejes de los árboles son

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

perpendiculares, el sistema funciona también para ángulos arbitrarios entre 0 y 180 grados. Las prestaciones del mecanismo son parecidas a las del engranaje recto.

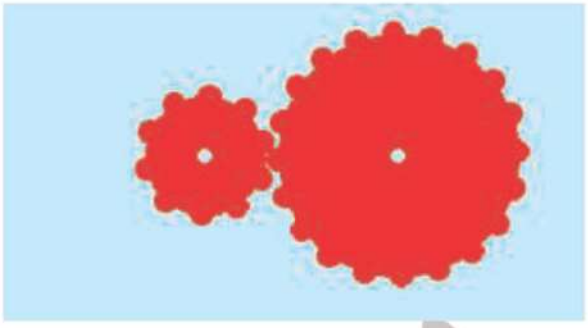


Figura. Engrane recto

Está formado por dos ruedas dentadas cilíndricas rectas. Es un mecanismo de transmisión robusta, pero que sólo transmite movimiento entre ejes próximos y en general paralelos. En algunos casos puede ser un sistema ruidoso, pero que es útil para transmitir potencias elevadas. Requiere lubricación para minimizar el rozamiento. Cada rueda dentada se caracteriza por el número de dientes y por el diámetro de la circunferencia primitiva. Estos dos valores determinan el paso, que debe ser el mismo en ambas ruedas.

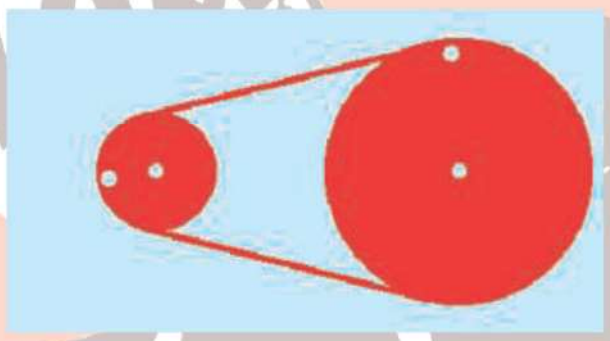


Figura. Polea

El mecanismo está formado por dos ruedas simples acanaladas, de manera que se puedan conectar mediante cinta o corre tensionada. El dispositivo permite transmitir el movimiento entre ejes alejados, de manera poco ruidosa. La correa, sin embargo, sufre un desgaste importante con el uso y puede llegar a fracturarse. Se debe de tensar, mediante un carril tensor, para evitar deslizamientos y variaciones de la relación de transmisión. No es un mecanismo que se use cuando se debe transmitir potencias elevadas.

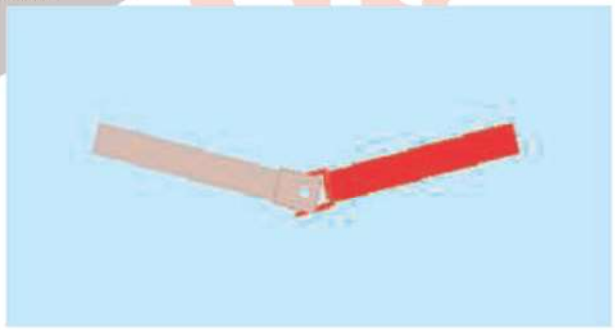
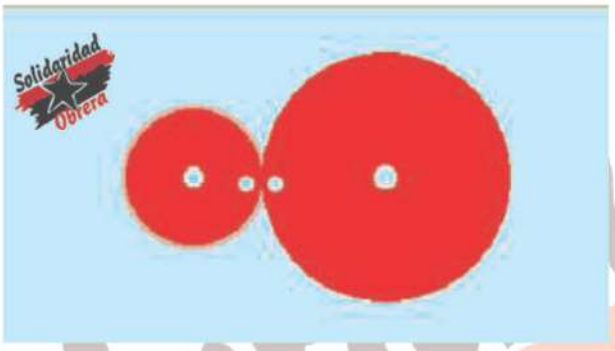


Figura. Articulación universal

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

La articulación universal o junta de Cardan resulta útil para transmitir potencias elevadas entre ejes que se cortan formando un ángulo cualquiera, próximo a 180 grados. Este mecanismo se puede encontrar en el sistema de transmisión de muchos vehículos. Una pieza de cuatro brazos, con forma de cruz, mantiene unidas las horquillas que hay en el extremo de cada eje, permitiendo la movilidad del conjunto. El sistema es bastante robusto y si se usan dos juntas mediante un árbol intermedio, el giro puede transmitirse a árboles de ejes no paralelos. En este caso, el árbol intermedio sufre esfuerzos de torsión considerables.



El movimiento de giro se transmite entre ejes paralelos o que se cortan formando un ángulo arbitrario entre 0 y 180 grados, como en el caso de los engranajes hay ruedas de fricción rectas y troncos cónicos. El mecanismo está formado por dos ruedas en contacto directo, a una cierta presión. El contorno de las ruedas está revestido de un material especial, de forma que la transmisión de movimiento se produce por rozamiento entre las dos ruedas. Si las ruedas son exteriores, giran en
sentidos opuestos.

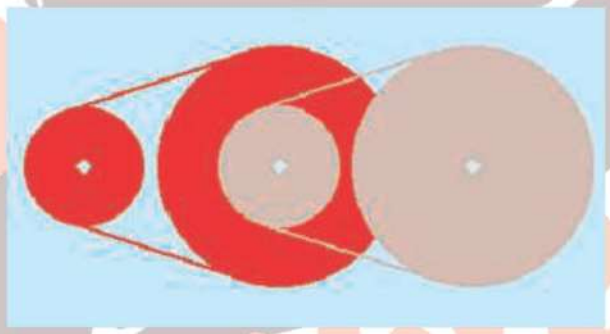


Figura. Sistema compuesto por poleas

El mecanismo está formado por más de dos poleas compuestas mediante cintas o correas tensas. Las poleas compuestas de dos o más ruedas acanaladas simples unidas a un mismo eje. En el caso más sencillo, se usan tres poleas doble idénticas, de forma que la rueda pequeña de una polea doble conecta con la rueda grande de la polea siguiente. Así se consiguen relaciones de transmisión, multiplicadoras o reductoras, mayores que en el sistema simple.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

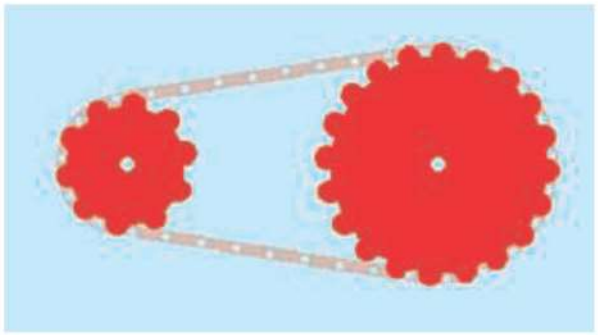


Figura. Transmisión por cadena

Las dos ruedas dentadas se comunican mediante una cadena o una correa dentada tensa. Cuando se usa una cadena el mecanismo es bastante robusto, pero más ruidoso y lento que uno de poleas. Todas las bicicletas incorporan una transmisión por cadena. Los rodillos de la cadena están unidos mediante eslabones y dependiendo del número de huecos, se conectan uno o varios dientes de las ruedas. En algunas máquinas, la rueda menor suele llamarse piñón y la rueda mayor plato. Utilizando este mecanismo se consigue que las ruedas giren en el mismo sentido.

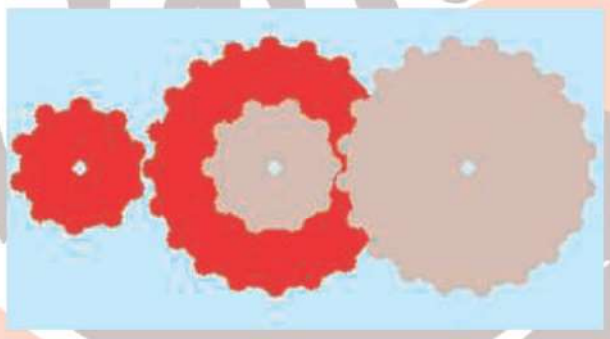


Figura. Tren de engranes compuestos

El mecanismo está formado por más de dos ruedas dentadas compuestas, que se conectan. Las ruedas compuestas constan de dos o más ruedas dentadas simples solidarias a un mismo eje. En el caso más sencillo, se usan tres ruedas dentadas dobles idénticas, de forma que la rueda pequeña de una rueda doble se conecte con la rueda grande de la rueda doble siguiente. Así se consiguen relaciones de transmisión, multiplicadoras o reductoras muy grandes. Su nombre viene dado por el producto de los dos engranajes simples que tiene el mecanismo.

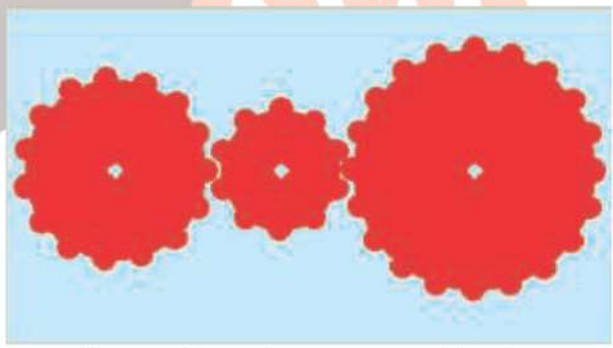


Figura. Tren de engranes simples

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

El mecanismo está formado por más de dos ruedas dentadas simples, que se conectan. La rueda motriz transmite el giro a una rueda intermedia, que suele llamarse rueda loca o engrane loco. Finalmente, el giro se trasmite a la rueda solidaria al eje resistente. Esta disposición permite que el eje motor y el resistente giren en el mismo sentido. También permite transmitir el movimiento a ejes más lejanos.

3 Montaje y mantenimiento eléctrico-electrónico.

3.1 Reconocimiento del funcionamiento de las máquinas eléctricas:

3.1.1 – Clasificación de las máquinas eléctricas.

Una máquina eléctrica es un dispositivo capaz de transformar cualquier forma de energía en

energía eléctrica o a la inversa. Una máquina eléctrica tiene un circuito magnético y dos circuitos eléctricos; habitualmente, uno de los circuitos eléctricos se llama excitación, porque al ser recorrido por una corriente eléctrica, produce las ampervueltas necesarias para crear el flujo establecido en el conjunto de la máquina.

Clasificación:

- Generadores.
- Motores.
- Transformadores y convertidores

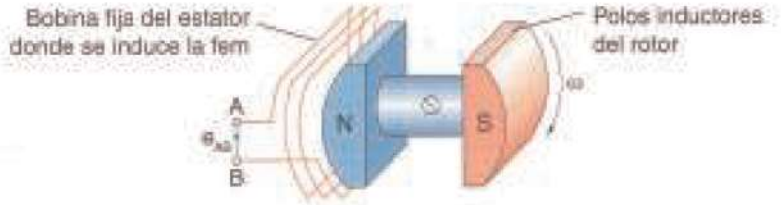
3.1.2 – Alternador eléctrico.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

2.1. Principio de funcionamiento

Se denomina alternador a la máquina capaz de producir una fem sinusoidal. Es el generador universal de CA, y su utilización está generalizada en todo tipo de centrales productoras de energía eléctrica. Forma parte del grupo de máquinas síncronas de CA, y es reversible, pudiendo funcionar como alternador o como motor síncrono. Produce CA según el principio de la inducción electromagnética, como ya se ha expuesto con los transformadores y con las dinamos.

Básicamente un alternador consta de un sistema inductor, que crea un campo magnético constante, y un sistema inducido, formado por bobinas en las que se generan fuerzas electromotrices en virtud de los cambios de posición del campo magnético (figura 10.1).

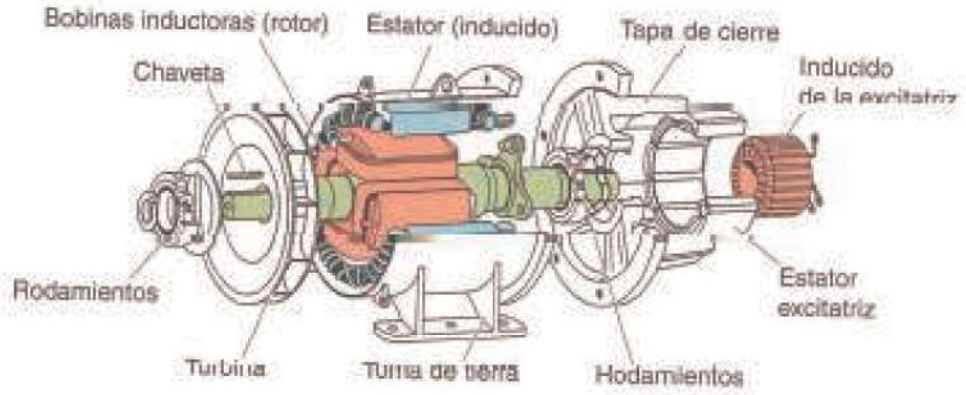


↑ **Figura 10.1.** Principio de funcionamiento de un alternador.

2.2. Tipos, utilidad y constitución

En función de la estructura física del sistema inductor, los alternadores se clasifican en máquinas de polos salientes o de polos lisos (figura 10.2).

Normalmente los alternadores generan tensiones alternas senoidales comprendidas entre 6 y 13 kV por fase, lo que obliga a aislamientos muy elevados y a que las bobinas del inducido sean fijas para extraer los conductores al exterior sin peligro. De esta forma, el devanado inducido se sitúa en el estator; y en el rotor, las bobinas inductoras alimentadas con corriente continua procedente de la dinamo excitatriz colocada sobre el mismo eje del alternador (figura 10.3).



2.3. Valor de la fem inducida

Por definición, sabemos que el valor de la fem inducida es el cociente entre la variación de flujo y el tiempo en el que se produce tal variación. Si una bobina de N espiras gira en el seno de un campo magnético de máximo flujo $\Phi_{máx}$ a una velocidad ω, el valor máximo de la fem inducida viene dado por la expresión:

[3] $E_{máx} = N \cdot \omega \cdot \Phi_{máx}$

Si sustituimos la pulsación por su valor y ponemos la fem en valores eficaces:

[4] $E = 4{,}44 \cdot N \cdot f \cdot \Phi_{máx}$

E: valor de la fem inducida en voltios (V)

N: número de espiras de la bobina

ω: velocidad angular o pulsación (rad/s)

f: frecuencia en hercios (Hz)

$\Phi_{máx}$: flujo máximo del campo magnético en weber (Wb)

3.1.3 – Transformador eléctrico.

Un transformador es un dispositivo eléctrico que permite aumentar o disminuir la tensión en un circuito eléctrico de corriente alterna. Los hay de muy pequeña potencia como de elevada potencia.





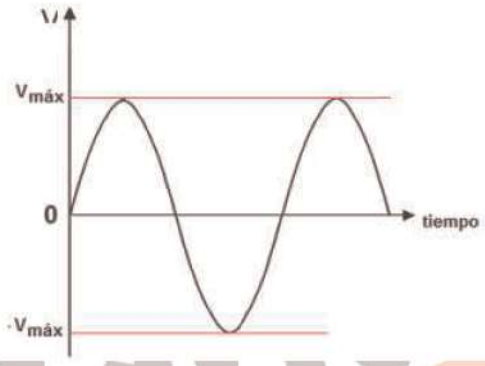


Las líneas de transmisión eléctricas transmiten potencia eléctrica (P), esto quiere decir corriente (I) un determinado voltaje (V). Recordemos que P=V.I Entonces surge la pregunta, ¿Si tengo que transportar grandes paquetes de potencia, que conviene? ¿Que la tensión sea alta y por ende la corriente baja o viceversa? Para la transmisión a grandes distancias es deseable usar un voltaje tan elevado y una corriente tan pequeña como sea posible, ya que esto reduce las pérdidas (Efecto Joule) en las líneas de transmisión, y permite utilizar alambres delgados, con lo cual se reducen los costos de los materiales. Las líneas de transmisión actuales operan de manera rutinaria con voltajes eficaces del orden de 500 kV. Por otro lado, consideraciones de seguridad y requerimientos de aislamiento imponen voltajes relativamente bajos en el equipo de generación y en las líneas de distribución domésticas e industriales. Es por esto que se transmite la potencia en muy altos voltajes (500kv) y luego, mediante transformadores, se va reduciendo la tensión, y por ende aumentando la corriente, hasta los 220V domiciliarios. Como veremos más adelante, los transformadores solo

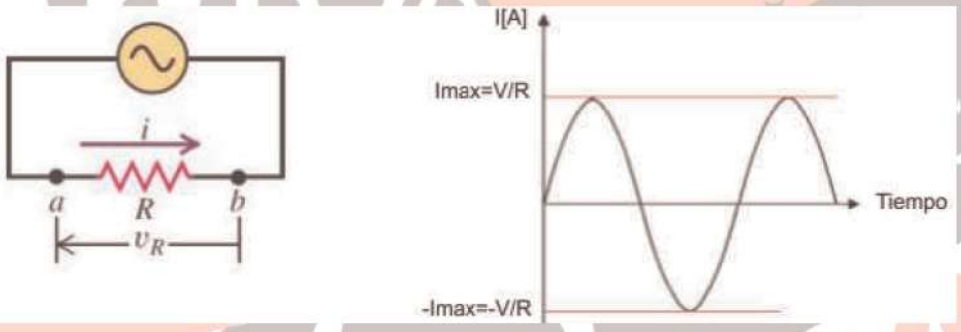
PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

funcionan con corriente alterna (CA) y no con corriente continua (CC). Esta es la ventaja crucial de la CA en la distribución de energía eléctrica, ya que el transformador permite subir y bajar los voltajes de forma sencilla y eficiente.

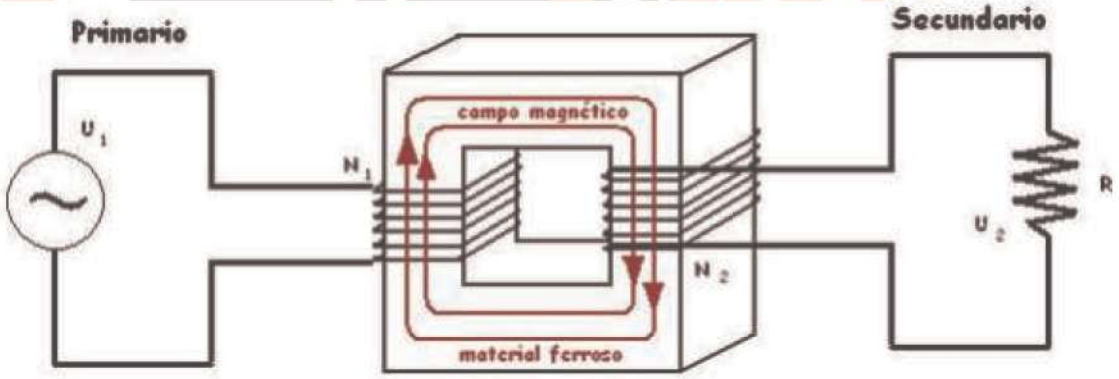
Tensión y corriente alterna A modo de pequeño resumen, recordamos que la tensión alterna es la tensión que cambia de magnitud y sentido de forma cíclica y senoidal. En la siguiente imagen vemos una gráfica de la tensión vs el tiempo:



La corriente alterna (CA) es la que se establece en un circuito que está siendo alimentado por una fuente de tensión alterna:



Se conoce como frecuencia a la cantidad de ciclos por segundo que realiza la tensión o la corriente. En nuestro país la tensión de nuestras casas es de 220V y la frecuencia de 50 HZ, lo que implica que en 1 segundo la tensión cambia de positivo (+220V) a negativo (-220V) 50 veces.

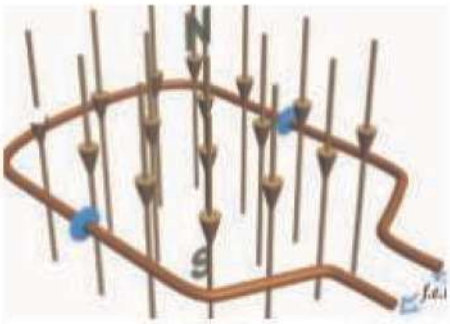


Sus componentes clave son dos bobinas o devanados, aislados eléctricamente uno del otro, pero enrollados en el mismo núcleo, que por lo general está hecho de un material, como el hierro. Esto mantiene las líneas del campo magnético, generadas por la corriente que circula por uno de los

devanados, casi completamente dentro del núcleo. Por consiguiente, casi todas las líneas de este campo pasan a través del otro devanado. El devanado que suministra energía se llama primario, y el devanado que toma energía recibe el nombre de secundario. Suelen utilizarse los siguientes símbolos para representar un transformador:



Al tener corrientes alternas circulando por espiras, ¿Cómo va a ser el campo magnético que se genere? Veamos el siguiente GIF:



En el GIF vemos como una fem alterna genera una corriente alterna en la espira (flechas azules). Esta corriente alterna genera un campo magnético variables. Este campo magnético varía a la misma frecuencia que la tensión y la corriente (50 Hz) Este mismo GIF se puede pensar al revés: Lo que tenemos es un campo magnético que varía a 50 Hz (de dónde sale este campo magnético, no nos interesa. Suponemos que está y tiene la forma y variación del GIF). El campo magnético es enlazado por la espira, cómo es un campo magnético variables induce una fem en la espira (Ley de Faraday). Este fem genera una corriente alterna en la espira. Este mismo fenómeno se puede ver para una bobina en el siguiente GIF:



Ahora vayamos al funcionamiento del transformador: Observado la imagen del núcleo ferroso con los bobinados primarios y secundarios, tenemos una fuente de tensión alterna que genera una corriente alterna en el primario, lo que establece un flujo magnético alterno o variable en el núcleo

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

(como vimos en el GIF). Este flujo es enlazado por la bobina del secundario, y como explica la ley de Faraday, se induce una fem variable en el devanado secundario

La fem inducida en el secundario da lugar a una corriente alterna en el secundario (ya que el flujo es alterno), y esto entrega energía al dispositivo al que está conectado el secundario (R). Todas las corrientes, fem y campos magnéticos tienen la misma frecuencia que la fuente de tensión alterna (50 Hz). Veamos cómo se consigue en un transformador que el voltaje entre los extremos del secundario tenga una amplitud mayor o menor que el voltaje entre los extremos del primario. La intensidad del flujo magnético está relacionada con la cantidad de espiras que posee el primario (N1), a mayor cantidad de espiras, mayor será el flujo magnético. Por otro lado, la fem inducida en el secundario está relacionada con la cantidad de espiras del secundario (N2), a mayor cantidad de espiras, mayor será la fem inducida en el secundario. De forma experimental y también teórica se define:

DEFINICIÓN
Transformador

$$V_2 = V_1 \times \frac{N_2}{N_1}$$

La ecuación se puede reescribir de la siguiente forma:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{N_1}{N_2} = m$$

Donde m recibe el nombre de relación de transformación. La primera ecuación se reescribe de la siguiente forma:

$$V_2 = \frac{V_1}{m} \qquad donde\ m = \frac{N_1}{N_2}$$

Es así que modificando la relación entre el número de espiras del primario y del secundario se logra que la tensión del secundario sea mayor a la del primario (transformador elevador) o que la tensión del secundario sea menor a la del primario (transformador reductor). Si se considera que el circuito secundario posee una carga (en este caso la resistencia R), existe una circulación de corriente por el circuito secundario (I2):

$$I_2 = \frac{V_2}{R}$$

Por otro lado, si consideramos que no hay pérdidas de energía en el transformador, la potencia eléctrica del primario (P1=V1 x I1) debe ser igual a la potencia eléctrica del secundario (P2=V2 x I2). Igualando

$$V_1 \cdot I_1 = V_2 \cdot I_2$$

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

3.1.4 – Motores eléctricos.

Un motor, es un receptor que, al ser alimentado mediante una corriente eléctrica, produce un movimiento giratorio en su eje que, a través de los acoplamientos mecánicos adecuados, es aprovechado para efectuar diferentes trabajos en el sector industrial y doméstico.



Tipos de motores eléctricos:

Atendiendo al sistema de corriente utilizado en la alimentación, se pueden establecer dos tipos de motores: corriente alterna y corriente continua.

Debido a su fácil conexión, bajo mantenimiento y poco coste de fabricación, los más utilizados en la actualidad son los motores de corriente alterna, dejándose para aplicaciones más específicas los de corriente continua.

Partes internas de un motor eléctrico:

Un motor, y en general cualquier máquina eléctrica rotativa, está constituida pordos partes bien diferenciadas: el **rotor** y el **estator**.

El ***rotor*** es la parte giratoria de la máquina eléctrica y se aloja en el interior del circuito magnético del estator. Desde el exterior lo único que se puede ver de é1 es su eje.

Dependiendo del tipo de máquina eléctrica, el **rotor** puede estar bobinado o no.
En el primer caso, el conexionado eléctrico se realiza desde la caja de bornes, a través de escobillas, a un sistema de colector o anillos rozantes.

El **estator** es la parte fija de la máquina. Está formado por chapa magnética ranurada (o piezas polares), en la que se aloja el devanado. La conexión eléctrica se realiza desde exterior a través de la caja de bornes.

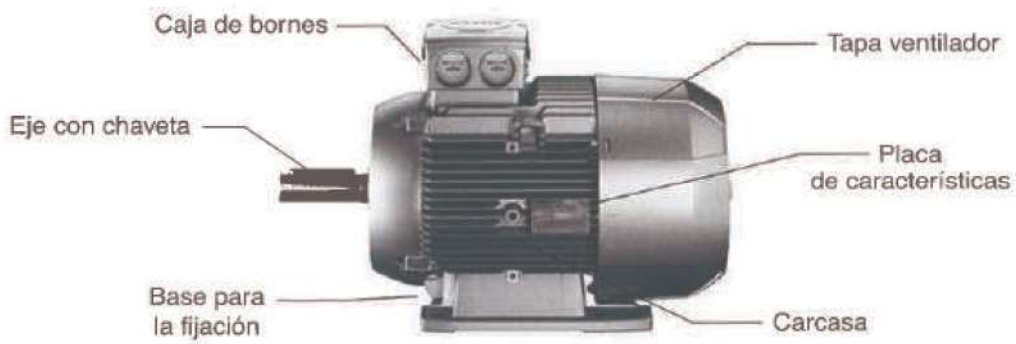
PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA



Partes externas de un motor eléctrico

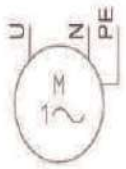
Si echas un vistazo al exterior de un motor eléctrico, podrás identificar las siguientes partes.

- **Caja de bornes**: permite la conexión del motor eléctrico al sistema de alimentación.
- **Placa de características**: es una placa de aluminio en la que se encuentran estampadas (por serigrafia o troquel) las características más significativas del motor.
- **Eje**: es el elemento por el que se trasmite el movimiento giratorio del motor. Dispone de una chaveta para el acoplamiento a la maquinaria en la que vaya a ser instalado.
- **Carcasa**: cubre todo el interior del motor, tanto el circuito eléctrico como el circuito magnético.
- **Tapa del ventilador**: cubre el sistema de ventilación del motor. Dispone de una rejilla para facilitar la salida de aire.
- **Base de fijación**: es la parte de la carcasa que permite la fijación del motor a la bancada en la que va a ubicarse, Suele disponer de cuatro ranuras para la fijación y ajuste mediante tornillos.

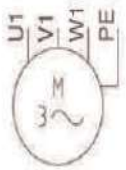


1. Motores de corriente alterna

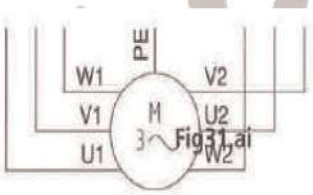
En función del número de fases de la alimentación, los motores de corriente alterna pueden ser **monofásicos** y **trifásicos**. Los monofásicos se alimentan mediante fase y neutro y los trifásicos mediante tres fases. Los primeros se utilizan mayoritariamente en entornos domésticos y los segundos en entornos industriales.
Los símbolos normalizados para identificar estos motores son los siguientes:



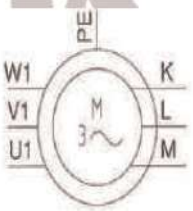
↑ **Figura 4.5.** Motor monofásico.



↑ **Figura 4.6.** Motor trifásico con rotor en cortocircuito.



↑ **Figura 4.7.** Motor trifásico con 6 bornes.



↑ **Figura 4.8.** Motor con rotor bobinado.

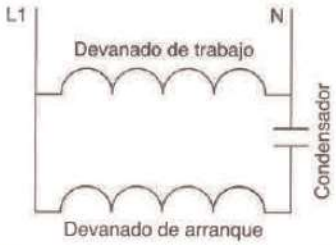
Estos tipos de motores son denominados habitualmente motores de inducción o asíncronos.
Entre los motores **trifásicos**, podemos destacar dos tipos en función del devanado del rotor: los de jaula de ardilla (o cortocircuito) y los de rotor bobinado (o también denominado de anillos rozantes). Los primeros se utilizan de forma mayoritaria en todo tipo de aplicaciones, y los segundos en aquellos casos específicos que requieren un gran par motor.

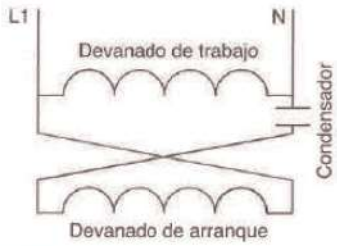
1.1. MOTORES MONOFASICOS.

Los motores monofásicos disponen en su interior de dos devanados, uno de arranque y otro de trabajo. Lo habitual es que la caja de bornes de este tipo de motores, disponga solamente de dos bornes, que se conectan directamente entre la fase y el neutro de la red eléctrica. En este caso, el motor tiene un único sentido de giro que no se puede cambiar sin desmontar la máquina, ya que para ello es necesario permutar la polaridad de uno solo de los devanados.

Estos motores suelen tener conectado en serie al devanado de arranque, un condensador (en el exterior) o un interruptor centrífugo (en el interior). El primer método el más utilizado en la actualidad debido a su nulo mantenimiento.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA





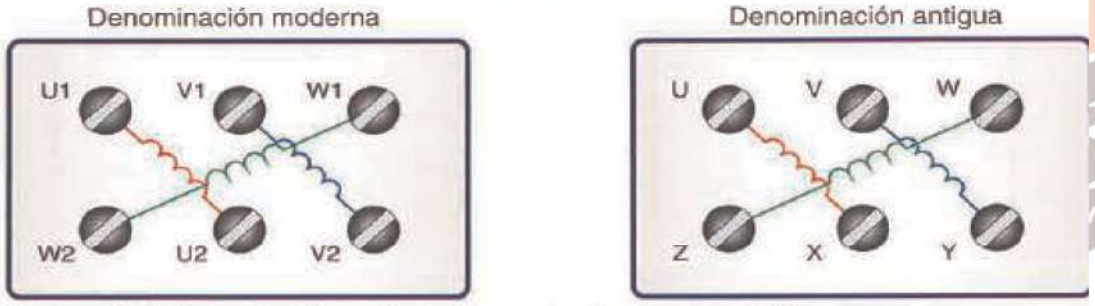
↑ **Figura 4.10.** Inversión del sentido de giro de un motor monofásico.



↑ **Figura 4.11.** Interruptor centrifugo de motor monofásico.

1.2. MOTORES TRIFASICOS DE ROTOR EN JAULA DE ARDILLA

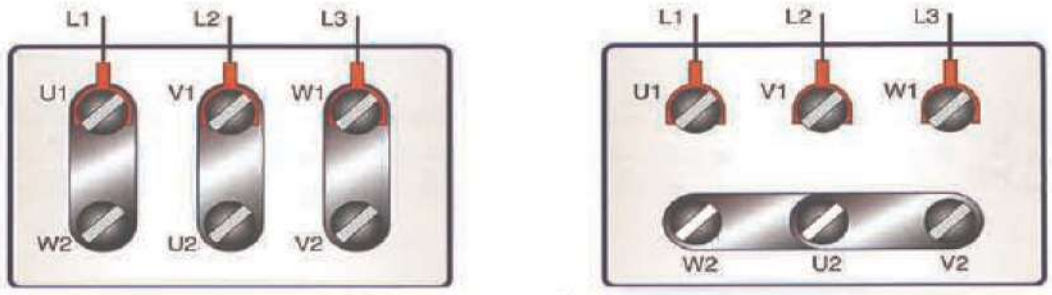
Los motores trifásicos disponen en el estator tres devanados, uno por fase. Cada devanado tiene dos terminales, un principio y un final, que salen a la caja de bornes, quedando conectados íntimamente de la siguiente forma:



↑ **Figura 4.15.** Conexión interna de los devanados de un motor trifásico.

En este tipo de motores, el rotor no está bobinado, por tanto, no es necesario realizar en él ningún conexionado eléctrico.

Los motores trifásicos disponen una caja de bornes con 6 bornes, los cuales pueden ser interconectados entre sí de la siguiente manera:



↑ **Figura 4.16.** Conexión triángulo y conexión estrella.

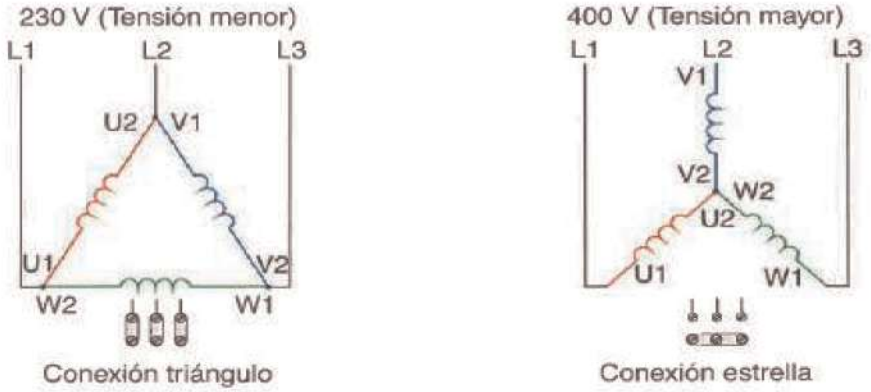
La primera conexión se denomina **triángulo** y es para la menor tensión de funcionamiento del motor. La segunda conexión se denomina **estrella** y es para la tensión mayor.

Así, se puede decir que todos los motores trifásicos son bitensión.

Por ejemplo, si un motor trifásico indica en su placa de características, que la tensión nominal es de 230V 1400V, si se conecta a una red de alimentación de 230V la conexión debe hacerse en triángulo.

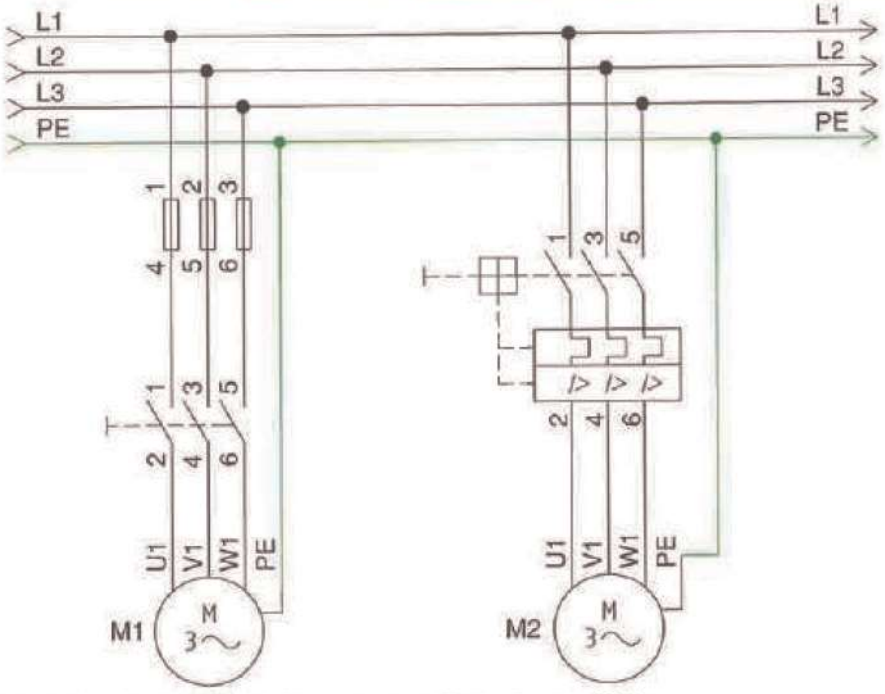
PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

Sin embargo, si la red de alimentación es de 400 V, la conexión de los bornes debe hacerse en estrella.



Arranque directo de un motor trifásico.

Los motores de baja potencia (menores de 0,75 k\W), pueden arrancarse de forma directa mediante un interruptor tripolar, que permita la apertura o cierre de todas las fases a la vez.
En el esquema de la izquierda, el corte se hace con un interruptor trifásico de accionamiento manual y la protección contra sobrecargas y cortocircuitos, mediante fusibles. En el esquema de la derecha, el arranque y la protección se hace mediante un interruptor magnetotérmico tripolar.



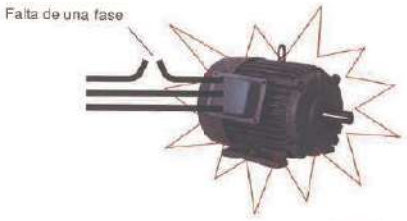
↑ **Figura 4.22.** Dos formas de arranque directo de un motor trifásico.

FALTA DE UNA FASE EN LA ALIMENTACIÓN DE UN MOTOR TRIFASICO.

Si un motor trifásico es alimentado con solo dos de las tres fases de la red eléctrica, se produce una sobre corriente en estas fases, que si se mantiene en el tiempo, puede hacer peligrar los devanados internos del motor, destruyéndolos de forma irremediable a los pocos segundos de darse esta

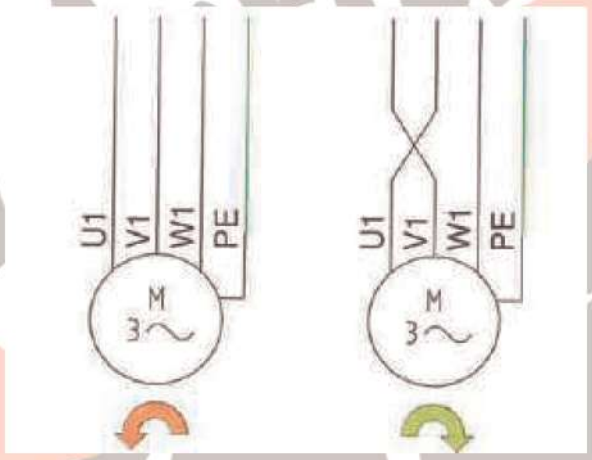
PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

situación. Si el motor está parado y se intenta arrancar en dos fases, emite un sonido característico y no arranca. Sin embargo, si el motor está en marcha cuando se produce la falta de una fase, es muy posible que el motor siga girando, emitiendo un sonido anormal, hasta que se quema.
En el mercado existen diferentes dispositivos que detectan la falta de una fase, permitiendo desconectar el motor de la red eléctrica.



inversión del sentido de giro de un motor trifásico

La inversión de giro en este tipo de motores se realiza permutando dos fases de alimentación.



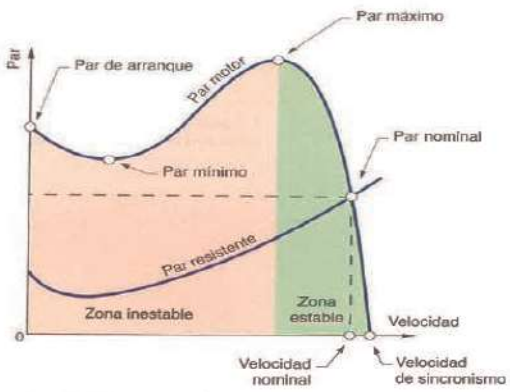
¿Qué ocurre en el momento del arranque de los motores de inducción?

El instante del arranque de un motor de inducción es especialmente delicado, ya que la máquina debe vencer el par resistente que se aplica en su eje, hasta conseguir la velocidad de funcionamiento nominal. Si la carga que se aplica en él es excesivamente grande, el motor puede no llegar a arrancar. Los fabricantes de motores suelen representar esta característica mediante la denominada curva Par-Velocidad. En ella se puede observar 1o que ocurre con el par motor hasta que consigue la velocidad nominal.
Como puedes ver en la figura 4.3 1, existe una zona inestable, en la que el par motor pasa por diferentes valores. En ese momento, si el par resistente es excesivamente elevado y está por encima de la curva del par motor, la máquina puede tener problemas para arrancar o incluso no conseguirlo. Una vez superada esta zona inestable, el motor consigue su velocidad nominal, funcionando en condiciones normales.

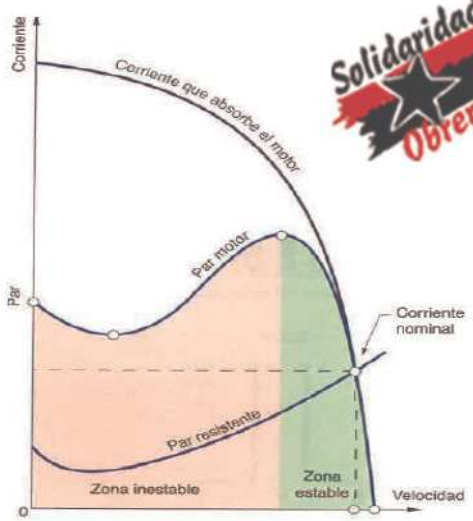
PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

vocabulario

El **par motor** es la fuerza que es capaz de ejercer un motor en cada giro.



↑ **Figura 4.31.** Curva Par-Velocidad.



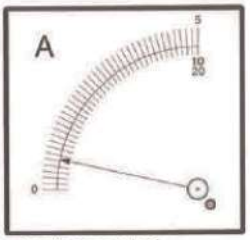
↑ **Figura 4.32.** Curva de corriente sobre la curva Par-Velocidad.

Vencer el par resistente en el momento del arranque, cuando el motor está a plena carga, produce una sobrecorriente, cuyo valor es muy superior a la corriente nominal del motor que puede resultar enormemente perjudicial, tanto para la instalación como para la aparamenta que alimenta la máquina. Este efecto se enfatiza en los motores de gran potencia y por tanto es necesario tenerlo siempre en cuenta.

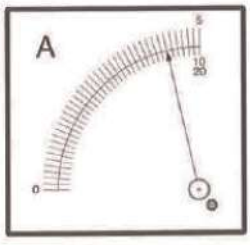
Para observar la sobrecorriente en el instante del arranque, simplemente debes insertar un amperímetro, de fondo de escala adecuado, en serie en una de las fases que alimentan el motor.



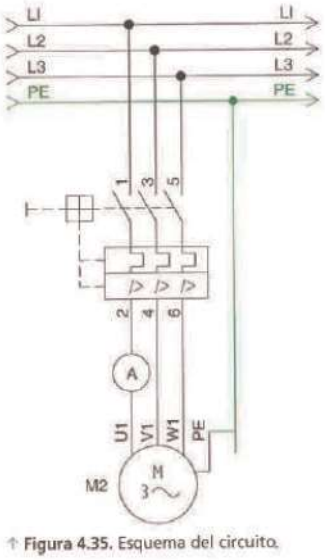
↑ **Figura 4.33.** Conexión del amperímetro en una de las fases.



↑ Corriente nominal.



↑ **Figura 4.34.** Corriente en el momento del arranque.



↑ **Figura 4.35.** Esquema del circuito.

El Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión en la Instrucción Técnica Complementaria ITC-BT-4/ dice: los motores de potencia superior a0,75 kW, deben disponer de un dispositivo de arranque que no permita que la relación de corriente entre el periodo del arranque y la marcha normal que corresponda a su plena carga, según las características del motor que debe indicar su placa, sea superior a la señalada en el cuadro siguiente.

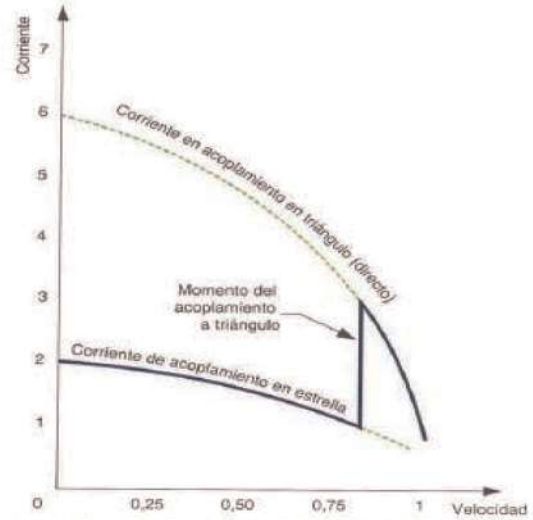
PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

Potencia nominal del motor de CA	Constante máxima de proporcionalidad entre la intensidad de la corriente de arranque y la de plena carga
De 0,75 kW a 1,5 kW	4,5
De 1,5 kW a 5,0 kW	3,0
De 5,0 kW a 15,0 kW	2,0
De más de 15,0 kW	1,5

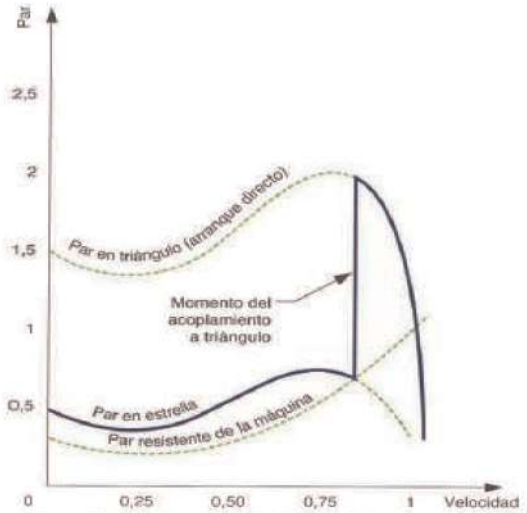
Arranque estrella/triángulo

Existen varios métodos para evitar las sobrecorrientes en el instante del arranque de los motores trifásicos de jaula de ardilla, pero posiblemente, el más utilizado, por su sencilla implementación y bajo coste, es el denominado arranque estrella/triángulo.

El arranque estrella/triángulo consiste en poner en marcha el motor en dos tiempos. En el primero, que coincide con la conmutación a la red eléctrica, el motor funciona con sus bornes conectados en estrella, consumiendo así tres veces menos corriente que en funcionamiento nominal. En el segundo tiempo, que coincide cuando la máquina ya ha conseguido la velocidad y corriente nominales, la caja de bornes se conmuta al modo triángulo, trabajando así en las condiciones de marcha normal para las que ha sido diseñado.
Así las curvas Par-Velocidad y Corriente-Velocidad se ven afectadas de la siguiente forma:

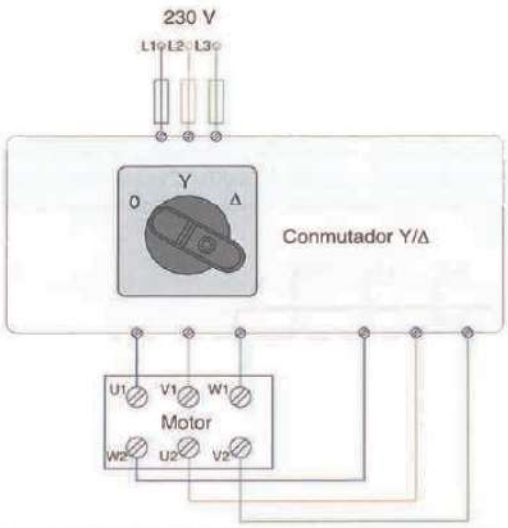


↑ **Figura 4.36.** En el instante del arranque, al conexionar el motor en estrella, la corriente disminuye 3 veces la que consumiría si el arranque se hiciera de forma directa.

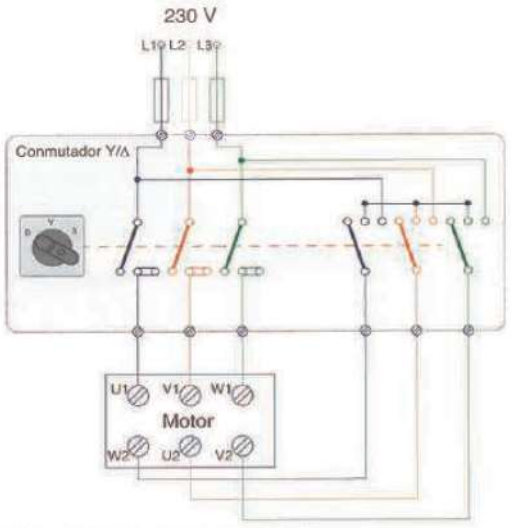


↑ **Figura 4.37.** En el tiempo que la máquina está conectada en estrella, el par motor también disminuye de forma considerable. En este caso, si la carga en el eje (par resistente) es muy grande, el motor no arrancaría.

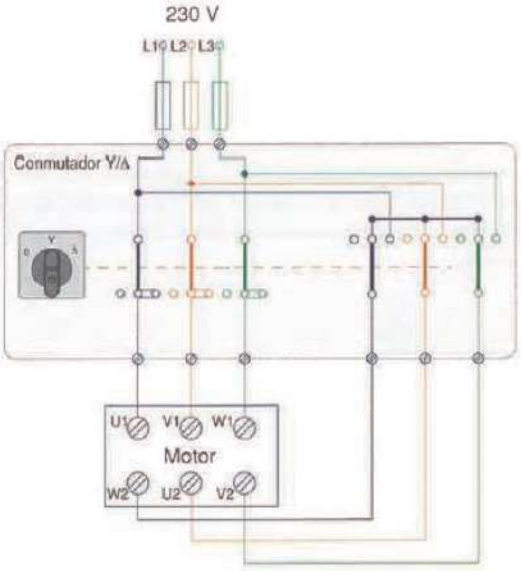
Existen varias técnicas para realizar el arranque estrella/triángulo. Cuanto mayor es la potencia del motor, mayor debe ser la precisión en la conmutación de estrella a triángulo y por tanto, también el grado de automatización del circuito. Sin embargo, para motores de pequeña potencia se pueden utilizar sistemas de conmutación manual, estando muy extendido, en cuadros eléctricos, el uso de los conmutadores de levas.



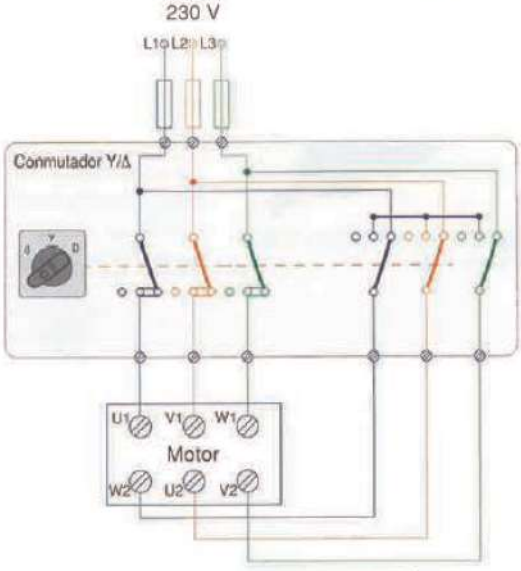
↑ **Figura 4.39.** Conexión del conmutador a la caja de bornes del motor.



↑ **Figura 4.40.** Posición 0: motor parado.



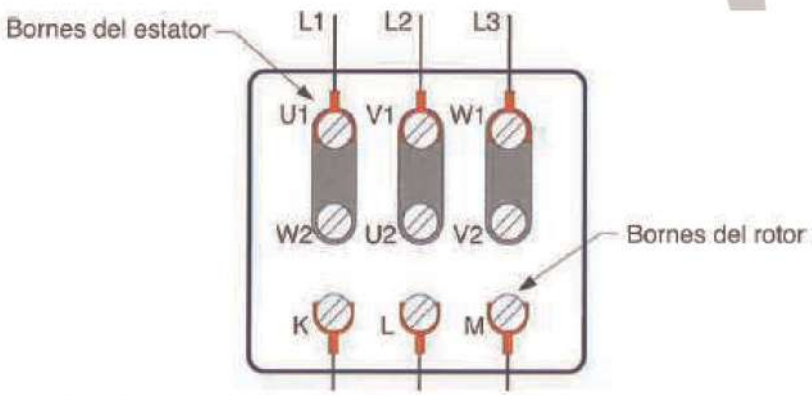
↑ **Figura 4.41.** Posición Y: el motor arranca en estrella.



↑ **Figura 4.42.** Posición Δ: el motor pasa a triángulo.

1.3. Motores de inducción con rotor bobinado

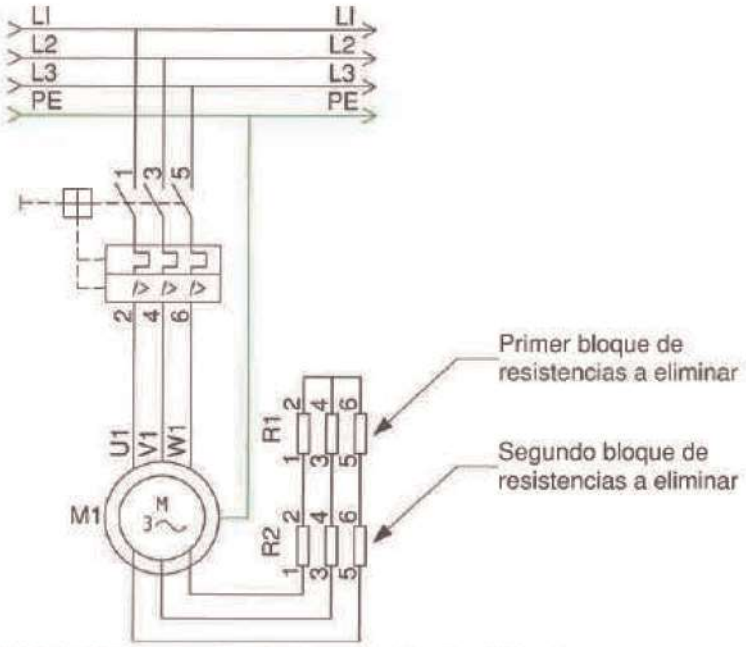
Su uso no está tan extendido como los de rotor en jaula de ardilla o cortocircuito, pero se utilizan para aplicaciones muy concretas que requieren un gran par motor. La caja de bornes tiene los seis bornes habituales en los motores trifásicos, que permiten conectar los devanados del estator en estrella y triángulo, de igual forma que se ha visto para los motores de rotor en jaula de ardilla. Pero además, dispone de tres bornes adicionales para el conexionado externo del devanado del rotor, etiquetados como K, L, M.



↑ **Figura 4.43.** Caja de bornes de un motor con rotor bobinado.

Estos motores están diseñados para trabajar con el rotor en cortocircuito, pero si esta conexión se realiza en el momento del arranque, la sobrecorriente sería de la magnitud que pondría en peligro la aparamenta y los conductores que lo alimentan. Por tanto, es necesario <cortocircuitar" el rotor en diferentes tiempos, eliminando varios grupos de resistencias de potencia.
La complejidad técnica que requiere la maniobra para la eliminación de estas resistencias por escalones, desaconseja el arranque manual, haciéndose necesario el uso de un circuito de automatismos. En próximas unidades tendrás oportunidad de practicar este tipo de arranque.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA



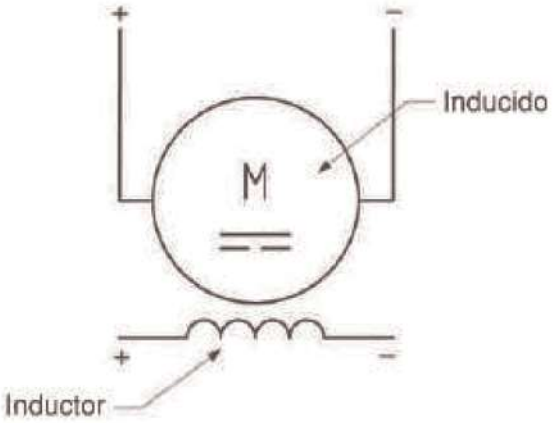
↑ **Figura 4.45.** Conexión de un motor de inducción de rotor bobinado.

3. Motores de corriente continua

El fácil conexionado, bajo coste y mantenimiento de los motores de corriente alterna con rotor en jaula de ardilla, ha relegado a los motores de corriente continua a aplicaciones muy concretas. Si bien es cierto que, para aplicaciones como la robótica y el posicionamiento, aun se utilizan de forma masiva, cuando se requieren máquinas de gran potencia, lo habitual es utilizarlas de corriente alterna. Aquí tendrás oportunidad de conocer, de forma básica, cómo se conectan y arrancan los diferentes tipos de motores de corriente continua que aún puedes encontrar en la industria.

3.1. Generalidades

Todas las máquinas de corriente continua son reversibles y pueden funcionar como motor o como generador. Disponen de dos devanados: el inducido en el rotor y el inductor (o excitación) en el estator.

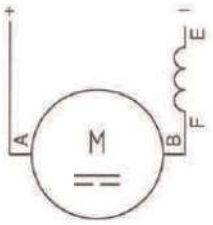


↑ **Figura 4.46.** Símbolo general de un motor de corriente continua.

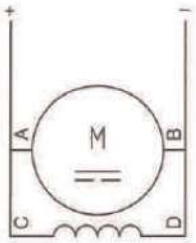
Según cómo se conecten entre sí estos devanados, se pueden conseguir las siguientes configuraciones:

- ***. Máquina serie.***
- ***. Máquina shunto derivación.***
- ***. Maquina compuesta (compound).***
- ***. Máquina de excitación independiente.***

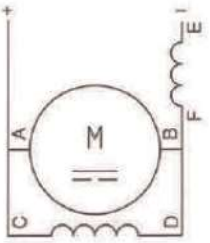
Los símbolos son los siguientes:



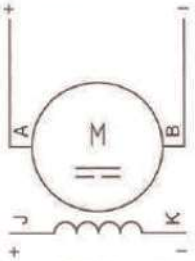
↑ **Figura 4.47.** Serie.



↑ **Figura 4.48.** *Shunt.*



↑ **Figura 4.49.** *Compound.*

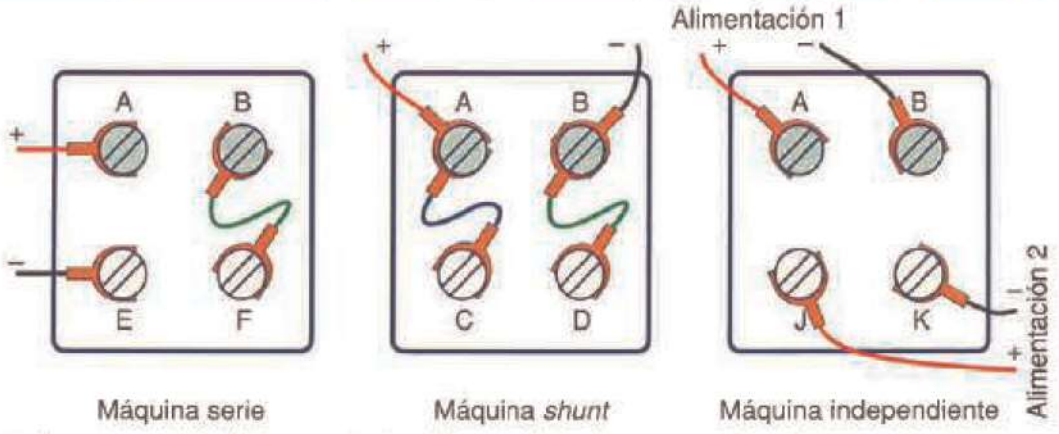


↑ **Figura 4.50.** Independiente.

No todos los devanados son intercambiables para conseguir las diferentes configuraciones aquí propuestas, Por ejemplo, un devanado inductor diseñado para una
conexión serie, no puede conectarse en shunt, y viceversa, ya que el número de espiras y diámetro del conductor con el que está construido es diferente. Sin embargo, el devanado inductor para un motor shunt, puede utilizarse sin problemas en una máquina con conexión independiente.

3.2. La caja de bornes

Los bornes de cada uno de los devanados están etiquetados según la configuración para la que han sido diseñados. Generalmente este tipo de máquinas dispone de cuatro bornes en su caja de bornes, excepto la máquina compound que dispone de seis.



↑ **Figura 4.51.** Cajas de bornes de los diferentes tipos de motores de corriente continua

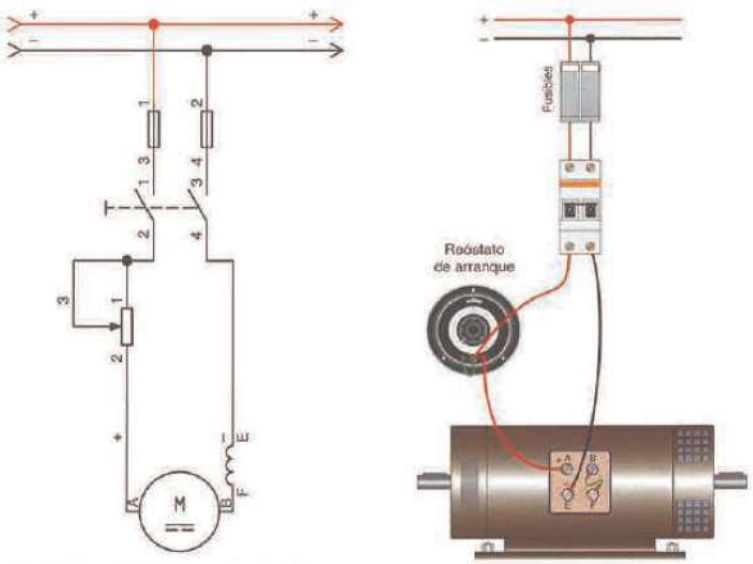
3.3. Arranque directo de motores de corriente continua

Igual que sucede con los motores de corriente alterna en el momento del arranque, los de continua también generan una sobrecorriente que puede ser perjudicial, tanto para la instalación que los

alimenta como para los devanados de la propia máquina. Por tanto, EL REBT en la instrucción ITC-BT-47, establece que la constante máxima de proporcionalidad entre la intensidad de la corriente de arranque y la de plena carga, en los motores de corriente continua, debe ajustarse a la siguiente tabla.

Potencia nominal del motor de CC	Constante máxima de proporcionalidad entre la intensidad de la corriente de arranque y la de plena carga
De 0,75 kW a 1,5 kW	2,5
De 1,5k W a 5,0 kW	2,0
De más de 5,0 kW	1,5

Para disminuir la corriente en el instante del arranque, se conecta un reóstato en serie con el devanado inducido. Cuando el motor alcanza su funcionamiento normal, en velocidad y en corriente, el reóstato debe anularse.

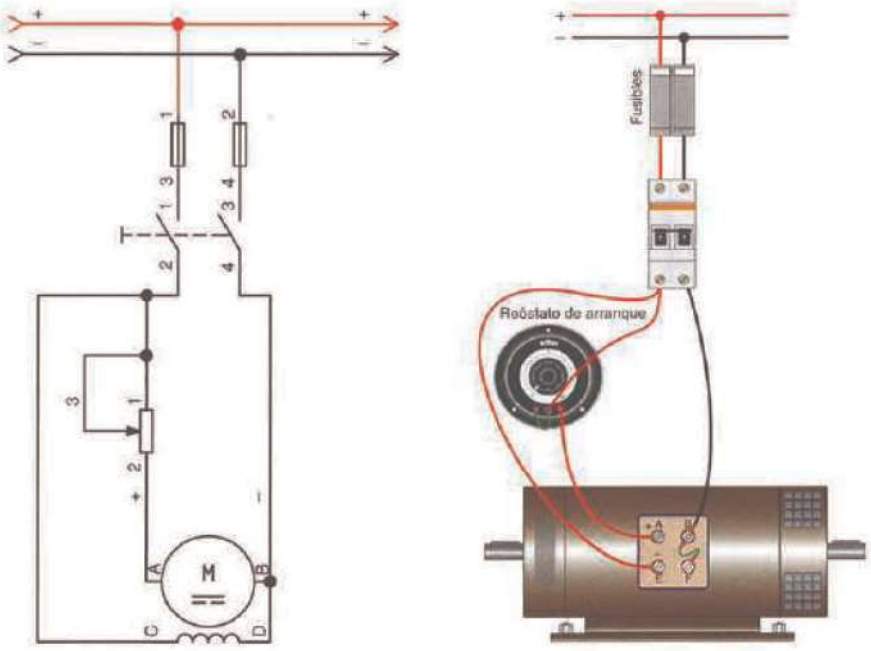


↑ **Figura 4.52.** Arranque de motor serie.

saber más

Un motor serie sin carga en su eje, tiende a embalarse.

Si esto no se controla, pueden producirse daños irreparables en la mecánica de la máquina (rodamientos, conjunto colector-escobillas, etc.).



↑ **Figura 4.53.** Arranque de motor *shunt*.

3.4. Inversión del sentido de giro de los motores de CC

En muchas aplicaciones es necesario contar con la posibilidad de que el motor pueda girar en los dos sentidos de giro.
Cuando un motor conecta sus devanados en el mismo orden que las fases de alimentación, el motor gira en sentido de las agujas del reloj, llamado sentido horario o sentido directo. La inversión de giro de motores trifásicos se logra cambiando el orden de alimentación al motor, de dos cualesquiera de las fases. Entonces el motor girará en sentido contrario a las agujas del reloj, llamado sentido antihorario o sentido inverso.

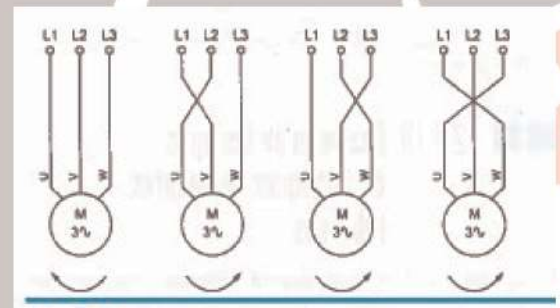


Figura 12.47. *Sentido de giro de un motor trifásico.*

De esta manera se invierte el sentido giratorio y por consiguiente el del rotor.

Inversión de giro con paro previo

Para realizar esta inversión se necesitan dos contactores (Ql 1 y Ql 2) que serán los encargados de conectar el motor a la red eléctrica.
Como medida de seguridad, emplea una técnica llamada enclavamiento, que consiste en impedir que los dos contactores entren en activación a la vez, ya que esta situación provoca un cortocircuito.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

Existen dos métodos de enclavamiento:

• Enclavamiento mecánico. Consta de una pieza que se acopla entre dos contactores y que evita la activación de ambos.

• Enclavamiento eléctrico. Se emplea un contacto cerrado de un contactor en serie con la bobina para evitar el accionamiento del otro contactor. Al estar activado un contactor, el contacto que normalmente está cerrado pasa a abrirse y de esta manera evita la activación de la otra bobina del contactor.
En los circuitos en los que intervienen varios contactores que no deben activarse a la vez, se debe incorporar la técnica de seguridad por enclavamiento. De esta manera nos evitamos posibles cortocircuitos.

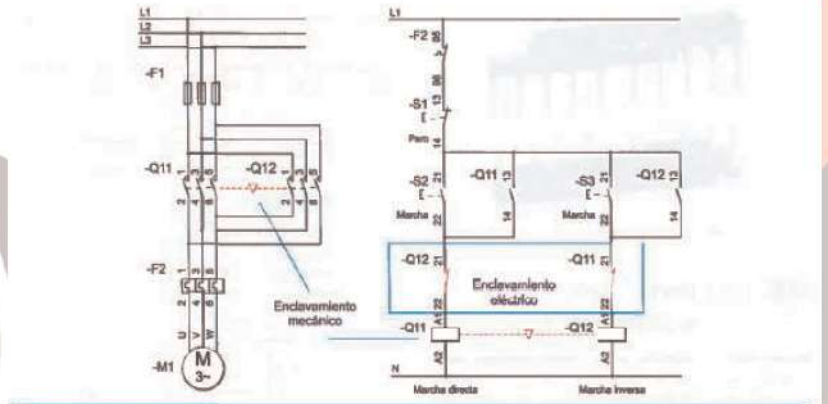


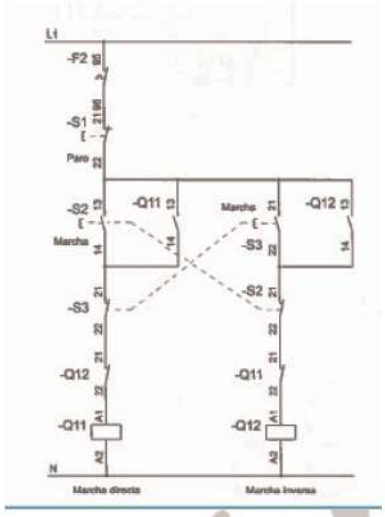
Figura 12.51. Enclavamientos para inversión de giro con paro previo de un motor trifásico.

Inversión de giro sin paro previo

Existe otra técnica para realizar la inversión de giro. Pero esta vez sin pasar por paro. Es decir que si estando girando se acciona el pulsador para el otro sentido, el motor realiza previamente el paro y acto seguido invierte el giro, todo ello de manera automática.

Para ello, y partiendo del esquema del inversor de giro, se le añade a cada pulsador de marcha una cámara de con tactos normalmente cerrada, la cual se encargará de realizar la tarea de puro del motor, Y la cámara de contactos normal mente abierta seguirá encargándose de realizar la tarea de activación de la bobina. Ambas cámaras se activan a la vez que se acciona el pulsador.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA



Inversión de giro en estrella-triangulo

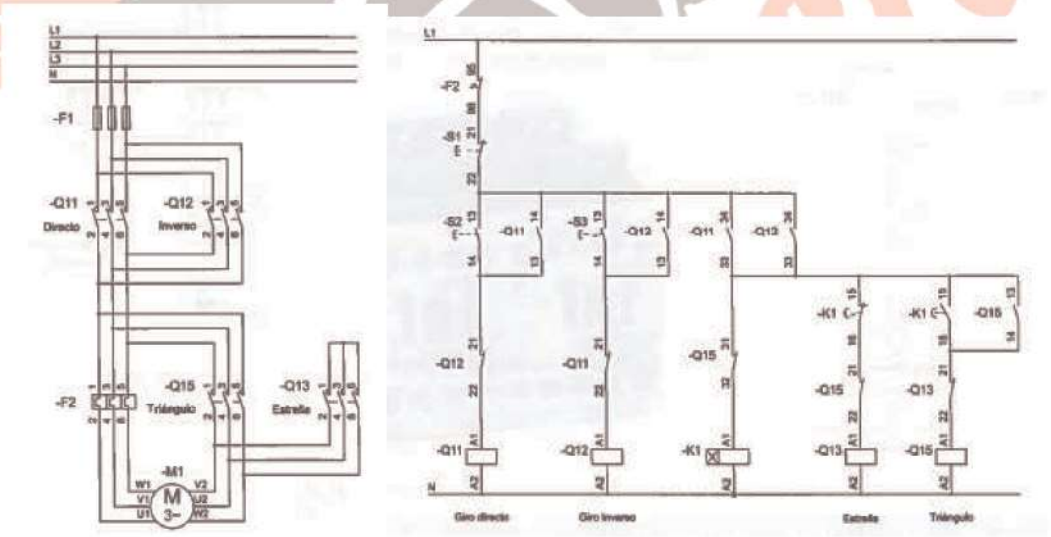
El arranque con inversión de giro estrella-triángulo incorpora dos contactores de línea que son los encargados de conmutar dos de las fases para generar la inversión de giro, más otros dos contactores: uno para la configuración en estrella y el otro para triángulo.

Partiendo del esquema del arranque estrella-triángulo, se modifican los siguientes aspectos:

Al tener una inversión de giro, debe incorporar la seguridad del enclavamiento, en este caso se ha empleado enclavamiento eléctrico formado por los contactos 2l-22 de Q11 y Q12.

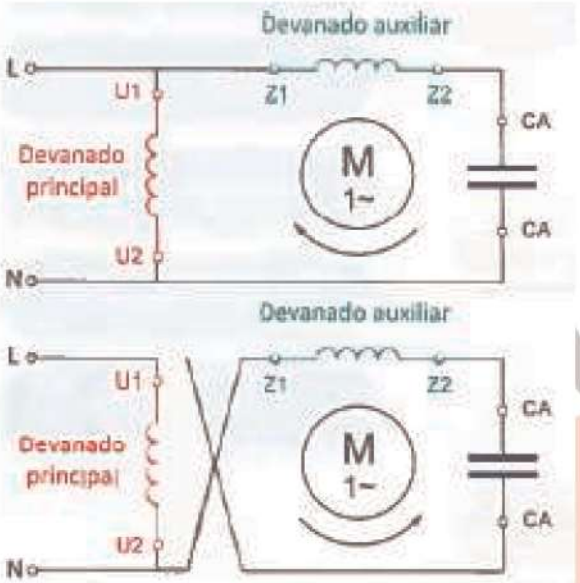
El temporizador se podrá activar si se activa algún contador de línea (Q11 o Q12).
La parte de la conmutación del temporizador y finalización en triángulo es la misma y no sufre modificación.

Esquema de fuerza y maniobra (estrella/triangulo



Inversión de giro en motores monofásicos

Como el motor monofásico está compuesto de dos devanados (principal y auxiliar), para invertir el giro basta con invertir el sentido de alimentación de un devanado respecto al otro. A nivel práctico, lo normal en invertir el sentido del devanado auxiliar dejando lijo el devanado principal.



Para invertir el giro en un motor de corriente continua basta con invertir la polaridad de la corriente que circula por uno de sus devanados (inductor o inducido). Si se invierte en ambos devanados, el motor continúa girando en el mismo sentido.

A nivel práctico, el devanado sobre el cual se realiza esta maniobra de inversión de la polaridad es el devanado inducido.

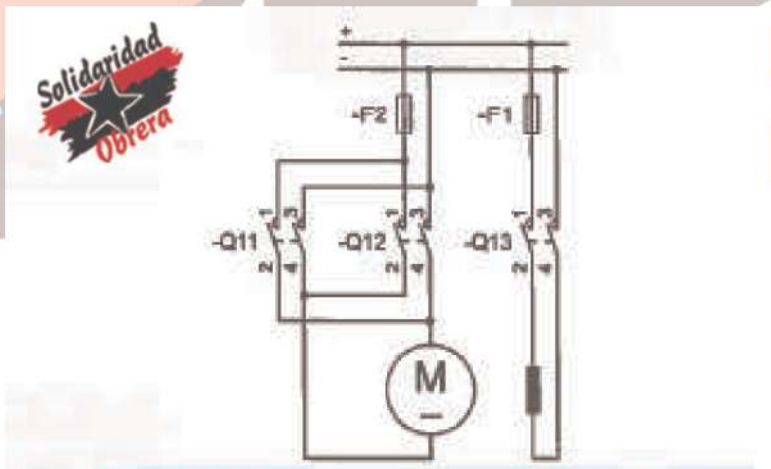


Figura 12.58. *Inversión de giro en un motor de corriente continua de excitación independiente.*

3.2 Montaje y mantenimiento de máquinas eléctricas rotativas:

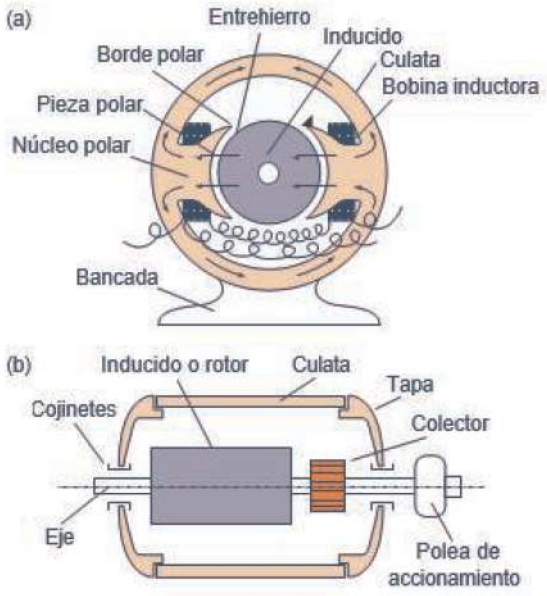
3.2.1 – Tipos de máquinas eléctricas rotativas.

La constitución de toda máquina eléctrica rotativa (tanto de c.c. como de c.a.) es muy similar. Si sacrificamos un excesivo rigor científico por brevedad y sencillez, describiremos a continuación las partes más relevantes de toda máquina eléctrica rotativa, lo cual nos permitirá conocer tanto sus limitaciones como sus aplicaciones más adecuadas.

Toda máquina eléctrica rotativa consta de los siguientes elementos básicos, representados en la Figura 7.1.

- Inductor.
- Inducido.
- Escobillas.
- Culata o carcasa.
- Entrehierro.
- Cojinetes.

Tipo de corriente / *Máquina eléctrica*	*Corriente continua*	*Corriente alterna*
Generadores	Dinamo (con excitación): Independiente; Serie; Shunt o derivación; Compound	Alternador: Monofásico; Trifásico; Polos lisos; Polos salientes
Motores	Motor (con excitación): Independiente; Serie; Shunt o derivación; Compound	Monofásicos: Inducción: Jaula: Fase partida; Condensador; Espira de sombra. Rotor devanado: Repulsión; Repulsión en arranque; Repulsión-inducción. Síncrono: Histéresis; Reluctancia; Imán permanente. Polifásicos: Inducción: Jaula de ardilla; Rotor devanado. Síncronos. Universales



- Inductor

  Es una de las dos partes fundamentales que forman una má- quina eléctrica, se encarga de producir y de conducir el flujo magnético. Se le llama también **estator** por ser la parte fija de la máquina.

  El inductor, a su vez, consta de los siguientes elementos: la **pieza polar,** el **núcleo,** el **devanado inductor** y la **expansión polar.**

  El inductor, a su vez, consta de los siguientes elementos: la **pieza polar,** el **núcleo,** el **devanado inductor** la **expansión polar.**

  El **núcleo** forma parte del circuito magnético de la maquina junto con los polos, las expansiones polares, el entrehierro, inducido y la culata, y en él se encuentran los de- vanados inductores. El **devanado inductor** está formado por el conjunto de es- piras que, en número prefijado para cada tipo de máquina, producirá el flujo magnético cuando circule la corriente eléctrica.

  La **expansión polar** la parte más ancha de la pieza polar, y se encuentra próxima al inducido o rotor de la máquina.

- Inducido

  El inducido constituye el otro elemento fundamental de la máquina (Fig. 7.2). Se denomina también **rotor** por ser la parte giratoria de la misma. Consta, a su vez, de **núcleo del inducido, devanado inducido** y **colector.**

  El **núcleo del inducido** está formado por un cilindro de chapas magnéticas que están construidas, generalmente, de acero laminado con un 2 % de silicio para mejorar las pérdidas en el circuito magnético. Este cilindro se fija al eje de la máquina, el cual

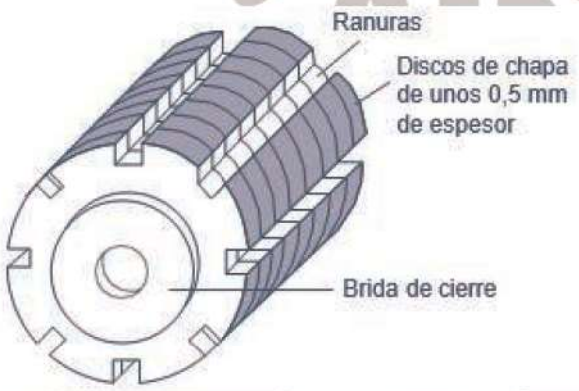
PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

descansa sobre unos cojinetes de apoyo.

Las chapas que forman el inducido o rotor de la máquina disponen de **ranurasen** las que se alojan los hilos de cobre del devanado inducido.

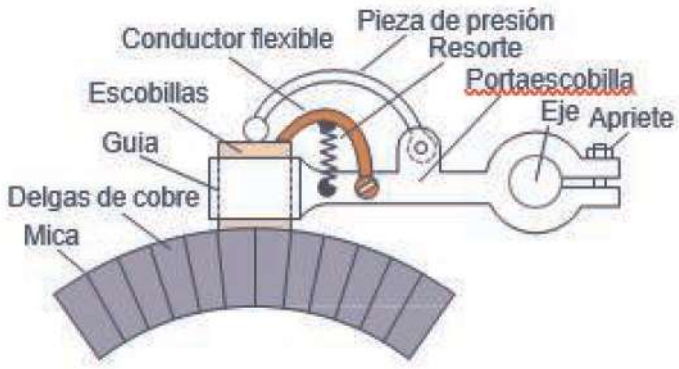
El **devanado inducido** se encuentra conectado al circuito exterior de la máquina a través del colector, y es en él donde se produce la conversión de energía. El hilo de cobre utilizado para los devanados inducido e inductor es de cobre electro- lítico, el cual presenta una resistividad de 0,017 Ω· mm ^{2}/ m a 20 °C de temperatura.

El **colector** es un conjunto de láminas de cobre, denominadas **delgas,** aisladas entre sí y conectadas a las secciones del devanado del inducido. Sobre las delgas se deslizan las escobillas.



- Escobillas

Generalmente, se fabrican de carbón o de grafito, se hallan alojadas en un portaescobillas desde donde se deslizan sobre las delgas del colector y, mediante un conductor flexible, se unen a los bornes del inducido (Fig. 7.3).



- Culata

Como se observa en la Figura 7.1, la culata es la envoltura de la máquina eléctrica y está hecha de material ferromagnético. Su misión es conducir el flujo creado por el devana- do inductor. También se unen a ella los polos de la máquina.

- Entrehierro

Se denomina entrehierro al espacio existente entre la parte fija y la parte móvil de la máquina, es decir, entre el rotor y las expansiones polares, evitándose de esta manera el rozamiento entre ambos.

- Cojinetes

Sirven de apoyo al eje del rotor de la máquina.

4 Sistemas hidráulicos y neumáticos.

https://www.youtube.com/watch?v=Wee85cI6wwQ

4.1 Identificación y características físicas y funcionales de los componentes neumáticos:

Técnica para la automatización de procesos, basada en la utilización del aire comprimido como energía del mando y/o el trabajo.

El aire es una mezcla de gases con la siguiente composición:

· Aproximadamente 78% volumen de nitrógeno.
· Aproximadamente 21% volumen de oxígeno.

El aire contiene, además, trazos de dióxido de carbono, argón, hidrógeno, neón, helio, kriptón y xenón.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

UNIDADES FUNDAMENTALES

Magnitud	Dimensión	Nombre y símbolo unidad
Longitud	l	Metro (m)
Masa	m	Kilogramo (kg)
Tiempo	t	Segundo (s)
Temperatura	T	Kelvin (K)

UNIDADES DERIVADAS

Magnitud	Dimensión	Nombre y símbolo unidad
Fuerza	F	Newton (N)
Superficie	A	Metro cuadrado (m^2)
Volumen	V	Metro cúbico (m^3)
Caudal	qv	Metro cúbico/segundo (m^3/s)
Presión	p	Pascal (Pa)

01 PROPIEDADES DE LOS FLUÍDOS.

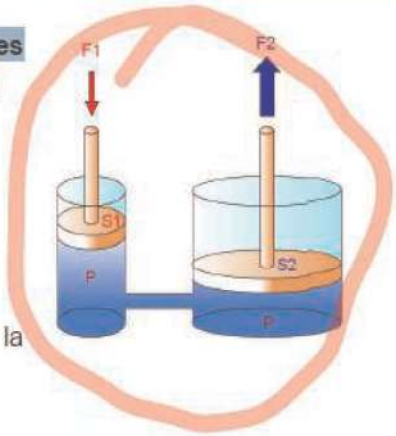
01.01 Presión.

La presión que ejerce un fluido sobre una superficie o viceversa, es igual al cociente entre la fuerza y la superficie que recibe su acción:

$$P = \frac{F}{S}$$

Siendo:

P Presión.
F Fuerza perpendicular a una superficie.
S Área de la superficie en la que actúa la fuerza.



Las unidades en las que se expresa la presión pueden ser:
En el Sistema Internacional:

· 1 Pascal (Pa) = 1 N/m2.

· 1 bar = 105 Pa = 100 kPa = 105 N/m2.
La presión atmosférica viene dada por el peso del aire que se encuentra sobre la superficie de la tierra. Al nivel del mar es de 760 mm de columna de mercurio o de 1013 mbar. La presión disminuye con la altitud.

Presión efectiva o relativa es la diferencia entre la presión en un recipiente menos la presión atmosférica, se mide con un manómetro

Depresión es el rango de valores de presión por debajo de la presión atmosférica. El vacío correspondería a presiones inferiores al cero absoluto, aunque, en la práctica, se consideran técnicas de vacío aquellas que utilizan aire o presiones inferiores a la atmosférica.

Presión absoluta = presión atmosférica + presión relativa (manométrica).

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

La presión atmosférica se puede aproximar a 1 bar.

En neumática adoptaremos como unidades el kg/cm2, el bar y la atmósfera técnica, de acuerdo a la siguiente relación:

1 kg/cm2≈ 1 bar ≈ 1 atm

01.02. Caudal.

Vamos a definir **CAUDAL MÁSICO**:

Caudal másico es la cantidad de masa que atraviesa una superficie en la unidad de tiempo.

Se define **CAUDAL VOLUMÉTRICO**:

Caudal volumétrico como el volumen de fluido que atraviesa una determinada sección transversal de una conducción por cada unidad de tiempo.

El caudal másico y el volumétrico están relacionados por la densidad del fluido, que en el caso de los gases es variable con la presión y la temperatura:

$$Q = \frac{V}{t} = \frac{S \cdot l}{t} = S \cdot v$$

Siendo:
Q Caudal
l Longitud
V Volumen
t Tiempo
S Sección transversal de la conducción
v Velocidad

01.03 Temperatura.

Otro elemento a considerar es la temperatura absoluta que se representa por T, y su unidad es el Kelvin ºK. En la escala Kelvin la temperatura del punto de hielo es 273,15 K y la del punto de vapor de agua 373,15 K; existe una diferencia de 100 K. Su relación con los grados centígrados o Celsius (ºC) es:

tcelsius= T-273
T=tcelsius + 273

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

01.04 Leyes de los gases.

Los gases están compuestos por moléculas que se mueven con facilidad. Estos adoptan la forma del recipiente que los contiene, ejerciendo una presión sobre sus paredes. Los gases ideales (cuyo comportamiento no difiere mucho del de un gas real como el aire) verifican una serie de leyes que rigen su comportamiento.

LEY DE BOYLE-MARIOTTE.

Esta ley se puede aplicar al aire en la mayoría de las situaciones, debido a que el aire es compresible. El enunciado de esta ley es el siguiente:

A temperatura constante, el volumen de un gas encerrado en un recipiente rígido es inversamente proporcional a la presión absoluta, o sea, el producto de la presión absoluta y el volumen es constante para una determinada cantidad de gas.

$$P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2 = P_3 \cdot V_3 = \text{constante}$$

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{V_2}{V_1}$$

LEY DE GAY-LUSSAC.

Gay-Lussac estudió las variaciones de volumen con la temperatura, manteniendo constante la presión. Después de múltiples experiencias observó que prácticamente todos los gases tenían el mismo coeficiente de dilatación, cuyo valor es 1/273. Esto equivale a decir que, **por cada grado centígrado que se aumente la temperatura de un gas a presión constante, su volumen aumenta en 1/273.**

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} \text{ a P constante.}$$

LEY DE CHARLES.

A volumen constante, la presión absoluta de una masa de gas dada, es directamente proporcional a la temperatura absoluta.

$$\frac{P}{T} = \text{constante a V constante.}$$

ECUACIÓN DE ESTADO DE LOS GASES PERFECTOS.

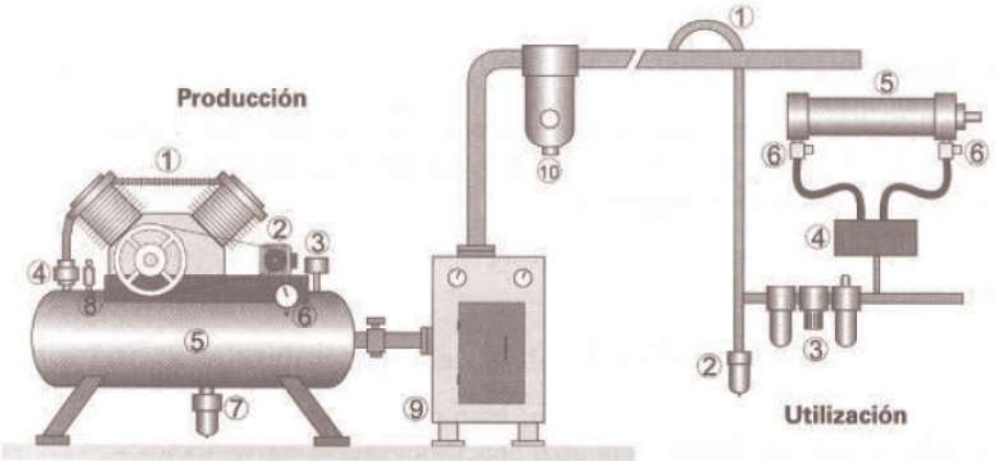
PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

Las leyes de Boyle-Mariotte, Charles y la de Gay-Lussac anteriormente citadas se pueden resumir en una sola ecuación:

$$\frac{P_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{P_2 \cdot V_2}{T_2} = \text{constante}$$

Esta es la ecuación de los gases perfectos

4.1.1 - Producción, almacenamiento, preparación y distribución del aire comprimido.



Un sistema neumático se compone de tres subsistemas principales:

- Producción.
- Distribución.
- Utilización.

En el sistema de producción aparecen:

1 Compresor	6 Manómetro
2 Motor	7 Purga automática
3 Presostato	8 Válvula de seguridad
4 Válvula anti-retorno	9 Secador de aire
5 Depósito	10 Filtro de línea

En el sistema de utilización aparecen:

1 Purga del aire	4 Válvula direccional
2 Purga automática	5 Actuador
3 Unidad de almacenamiento	6 Controlador de velocidad

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

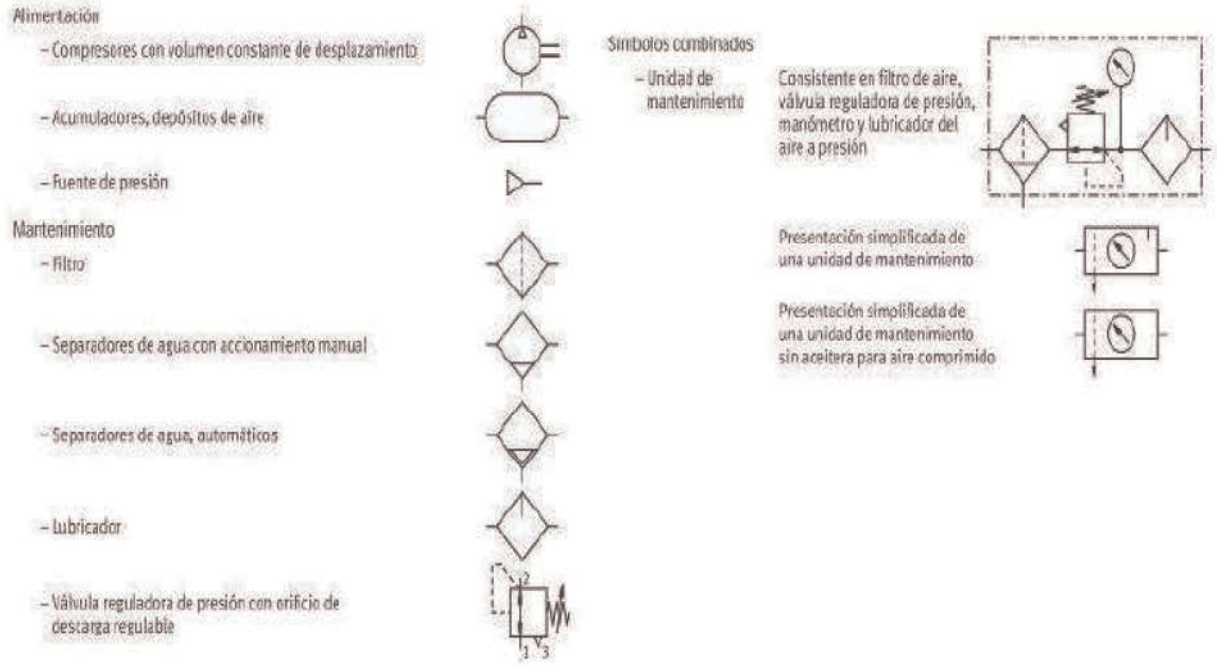
Los **circuitos neumáticos** son instalaciones que se emplean para generar, transmitir y transformar fuerzas y movimientos por medio del aire comprimido. ... El generador de aire comprimido, que es el dispositivo que comprime el aire de la atmósfera hasta que alcanza la presión necesaria para que funcione la instalación.

El aire comprimido generado por el compresor nos llega a las válvulas para que mediante su accionamiento actuemos sobre los pistones de los cilindros.

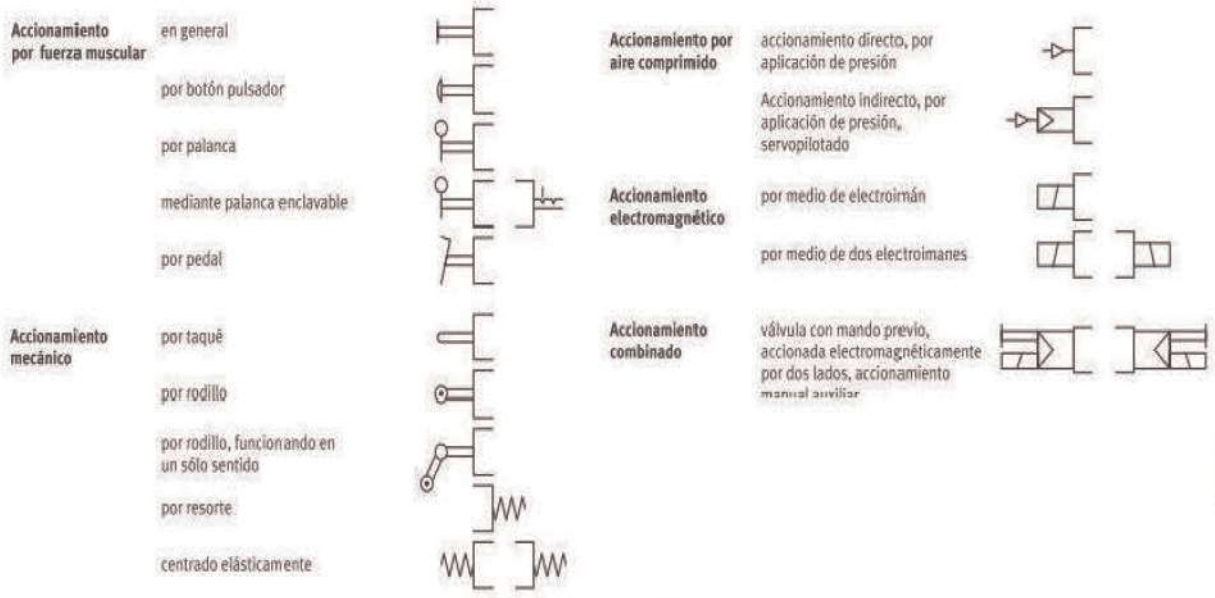
4.1.1.1 SIMBOLOGÍA NEUMÁTICA.

Los símbolos que se utilizan en neumática están normalizados en la norma ISO 1219, que equivale a la UNE 101 149-86.
También aparece esta simbología en las normas CETOP.

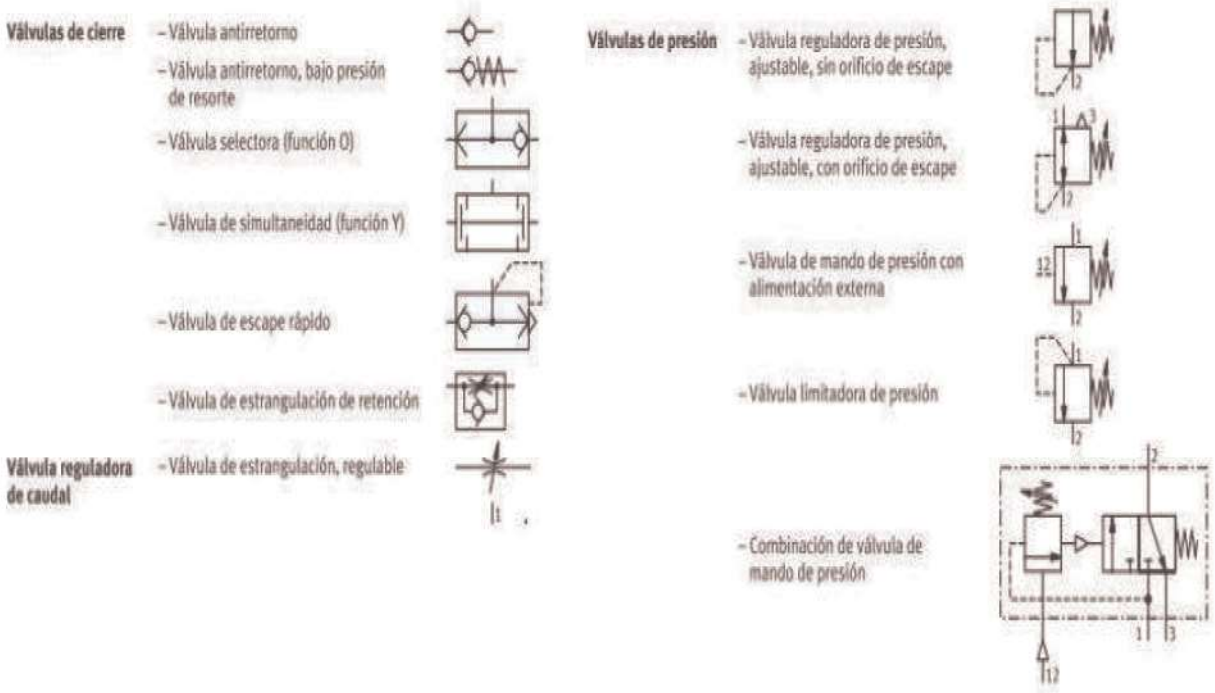
SÍMBOLOS PARA LA UNIDAD DE ALIMENTACIÓN DE ENERGÍA:



TIPOS DE ACCIONAMIENTO:



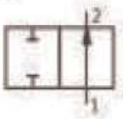
VÁLVULAS DE CIERRE, VÁLVULAS DE PRESIÓN Y VÁLVULAS DE CAUDAL:



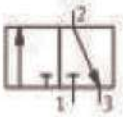
VÁLVULAS DISTRIBUIDORAS:

Número de conexiones
Número de posiciones de conmutación

Válvula de 2/2 vías abierta en reposo



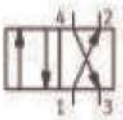
Válvula de 3/2 vías cerrada en reposo



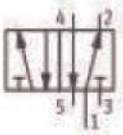
Válvula de 3/2 vías abierta en reposo



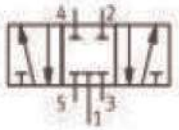
Válvula de 4/2 vías
Paso de caudal de 1 → 2 y de 4 → 3



Válvula de 5/2 vías
Paso de caudal de 1 → 2 y de 4 → 5



Válvula de 5/3 vías centro cerrado



CILINDROS.

Cilindros (Motores neumáticos lineales con movimiento rectilíneo).
Transforman la energía neumática en energía mecánica (trabajo)
Su fuerza está definida por su superficie y la presión que los mueve.



Sus movimientos o carreras son:

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

✓ De avance (máximo esfuerzo por disponer de más superficie al no disponer de émbolo)

• Por aire

✓ De retroceso (menos esfuerzo al disponer de émbolo)

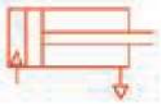
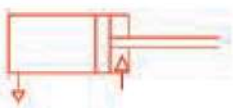
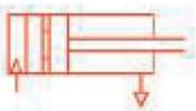
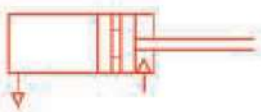
• De simple efecto con carrera de retroceso por:

Muelle de retorno incorporado.
Fuerzas exteriores (gravedad de la carga o muelle exterior.

• De doble efecto con carrera de retroceso por:

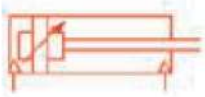
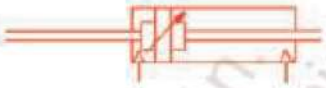
- Aire
- Con amortiguación (aire, anti-retorno o goma)
- Sin amortiguación

DE SIMPLE EFECTO

Simple efecto, normalmente dentro con retorno por muelle.	
Simple efecto, normalmente fuera con retorno por muelle.	
Simple efecto, normalmente dentro con retorno por muelle y con detector magnético de posición.	
Simple efecto, normalmente fuera con retorno por muelle y con detector magnético de posición.	
Simple efecto, normalmente dentro con retorno por fuerza exterior.	
Simple efecto, normalmente fuera con retorno por fuerza exterior.	
Simple efecto, normalmente dentro con retorno por fuerza exterior y con detector magnético de posición.	
Simple efecto, normalmente fuera con retorno por fuerza exterior y con detector Magnético de posición	

Documento solo valido para fines Escuela Técnica Profesional

DE DOBLE EFECTO

Doble efecto con amortiguación.	
Doble efecto con amortiguación y doble vástago.	
Doble efecto, con amortiguación y detector magnético de posición.	
Doble efecto, con amortiguación, sin vástago y con detector magnético de posición	

4.1.2 - Válvulas, actuadores e indicadores. Tipos, funcionamiento, aplicación y mantenimiento.

REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA DE VÁLVULAS:
Veamos las características que debe poseer la representación de válvulas distribuidoras en la neumática y electroneumática:

· Las válvulas pueden considerarse como **UNA CAJA NEGRA CON UNA SERIE DE ORIFICIOS QUE SIRVEN PARA LA ENTRADA Y SALIDA DEL AIRE COMPRIMIDO**.

· La forma en que se conectan dichos orificios, en una posición estable, constituye **UN ESTADO DE LA VÁLVULA**, lo que habitualmente se denomina **POSICIÓN**. Los orificios se denominan **VÍAS**.

· Las válvulas se componen de **DOS O MÁS POSICIONES**, esto es, dos o más formas de conectar las vías (de lo contrario, no tendrían mucho sentido, ya que funcionarían como simples tuberías).

· Para **CAMBIAR DE UNA POSICIÓN A OTRA SE DISPONE DE MANDOS EN LA PROPIA VÁLVULA**.

· En cada válvula hay **UNA POSICIÓN DE REPOSO**, que es aquella en la que no se actúa sobre los mandos.

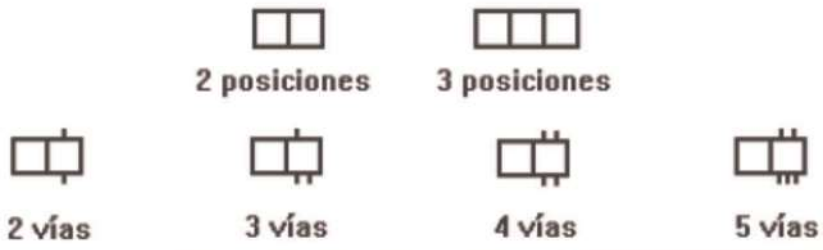
En la nomenclatura de las válvulas se dice PRIMERO EL NÚMERO DE VÍAS, SEGUIDO DEL DE POSICIONES. Posteriormente, se menciona el tipo de FUNCIONAMIENTO EN REPOSO, si procede, y los DOS TIPOS DE MANDOS QUE PERMUTAN LA VÁLVULA (primero el que cambia la posición de reposo a la activa, y luego el que pasa de nuevo a la posición inicial).

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

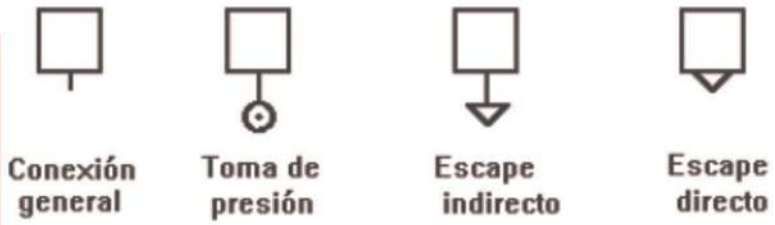
Ejemplo:

Válvula de 3/2 significa una válvula de 3 vías y 2 posiciones.
Válvula de 5/3 significa una válvula de 5 vías y 3 posiciones.

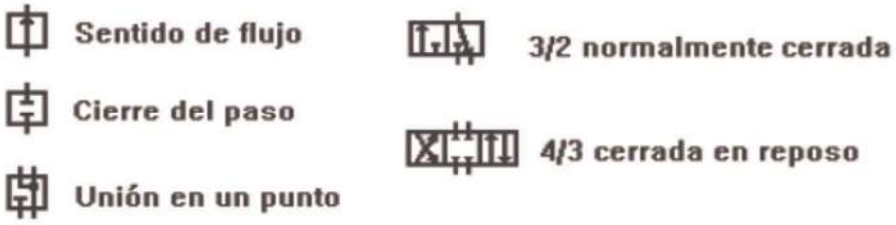
Las posiciones que adopta el órgano distribuidor se representan por cuadros yuxtapuestos, tantos como posiciones existan, dibujados uno a continuación de otro. Así, dos cuadrados representan una válvula de dos posiciones, mientras que tres cuadrados representan una de tres posiciones.



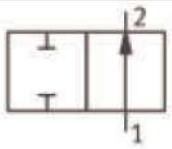
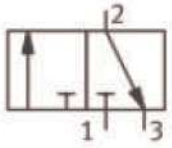
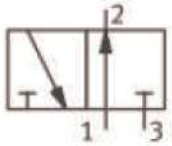
Las válvulas pueden conectar sus vías a diferentes elementos, principalmente a tomas de presión (red de distribución de aire comprimido que viene del compresor) o a escapes (unión directa o por tubería a la atmósfera) y a elementos de trabajo.



Las vías se unen mediante líneas rectas que representan las conducciones de aire que se establecen y el sentido de circulación del aire se define por flechas. Un pequeño trazo perpendicular a la línea indica que ésta se encuentra cerrada. En la figura se muestran diferentes formas de sentido de flujo dentro de las válvulas.



Podemos ver las disposiciones más habituales de posiciones de válvulas:

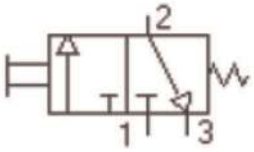
	Válvula de 2/2 vías abierta en reposo
	Válvula de 3/2 vías cerrada en reposo
	Válvula de 3/2 vías abierta en reposo

CÓDIGOS DE LOCALIZACIÓN DE ORIFICIOS DE VÁLVULAS DITRIBUIDORAS.

La localización de cada uno de los orificios del distribuidor se realiza por números o letras según la normativa que usemos.
Existen dos normativas usadas para la representación de dichos orificios: ISO y CETOP. Veamos la denominación de cada uno de los orificios:

Conductos	ISO	CETOP
Alimentación de presión	P	1
Conductos de trabajo	A, B, C...	2, 4, 6...
Escapes	R, S, T...	3, 5, 7...
Fuga	L	9
Tuberías o conductos de pilotaje	Z, Y, X...	12, 14, 16 ...

Podemos ver el ejemplo de la denominación de orificios en una válvula del tipo 3/2, accionada manualmente y con retorno por muelle:



Pulsador manual Retorno por muelle

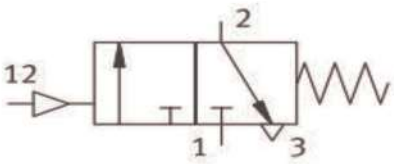
Usamos la normativa CETOP, que es más habitual. El orificio denominado 1 es el de entrada de aire comprimido a través de la distribución (alimentación de presión), denominamos 3 al escape del circuito a atmósfera. Y por último los conductos de trabajo de salida de la válvula se le denomina 2.

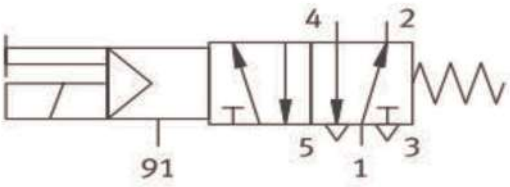
PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

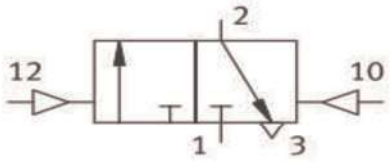
Podemos además identificar el funcionamiento de la válvula 3/2. Por la disposición del muelle de retorno en una válvula monoestable, la posición numerada es la de reposo. Es una válvula que está **normalmente cerrada**. Y presenta un mando manual por pulsador, que cambia la posición, que transfiere el aire comprimido hacia la salida 2 desde la entrada 1. En cuanto se suelta el pulsador manual, se cambia la posición, a posición de reposo. Es una válvula denominada NORMALMENTE CERRADA.

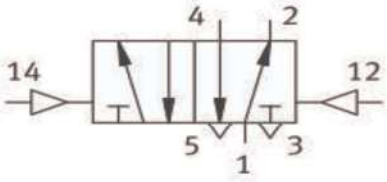
En un esquema neumático a veces es necesario no colocar la identificación de orificios para clarificar el esquema, que puede ser complejo.

Veamos algunas denominaciones de válvulas distribuidoras:







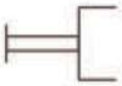
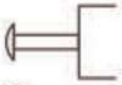
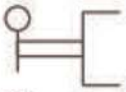
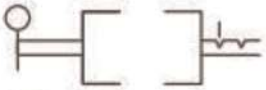
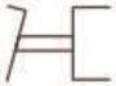


Arriba izquierda	Válvula de 3/2 vías abierta en reposo (NA), monoestable con mando por pilotaje neumático.
Arriba derecha	Válvula de 5/2 vías monoestable, paso de 1 a 2 en reposo y de 1 a 4 activada con mando electromagnético, con accionamiento manual auxiliar y servopilotada neumáticamente.
Abajo izquierda	Válvula de 3/2 vías normalmente abierta, biestable con mando neumático.
Abajo derecha	Válvula de 5/2 vías biestable de paso 1 a 2 y de 1 a 4, mando neumático.

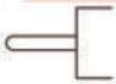
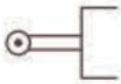
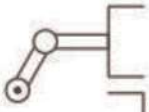
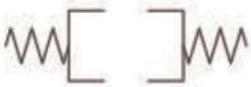
4.1.3 - Elementos de control, mando y regulación.

Los mandos de gobierno de una válvula pueden ser manuales, mecánicos, neumáticos y eléctricos. El mando nos sirve para cambiar la posición de reposo a las posiciones activas. Se dibuja el símbolo normalizado sobre la propia válvula en los laterales de la misma. Veamos los diversos mandos existentes:

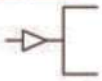
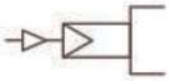
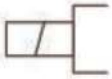
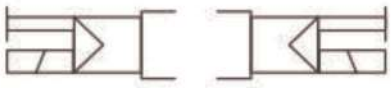
PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

Accionamiento por fuerza muscular	en general	
	por botón pulsador	
	por palanca	
	mediante palanca enclavable	
	por pedal	

Estos son accionamientos que precisan de la fuerza muscular, es decir; que no son automatizables, dependen de la acción de un operario.

Accionamiento mecánico	por taqué	
	por rodillo	
	por rodillo, funcionando en un sólo sentido	
	por resorte	
	centrado elásticamente	

El accionamiento mecánico puede ser automatizado en un proceso, puede actuar sin acción de operario alguno. Se usan para contactos directos de movimientos de piezas o elementos.

Accionamiento por aire comprimido	accionamiento directo, por aplicación de presión	
	Accionamiento indirecto, por aplicación de presión, servopilotado	
Accionamiento electromagnético	por medio de electroimán	
	por medio de dos electroimanes	
Accionamiento combinado	válvula con mando previo, accionada electromagnéticamente por dos lados, accionamiento manual auxiliar	

Estos tres últimos accionamientos son a través de señales de control, ya sean neumáticas (presión de aire comprimido) o eléctricas (alimentación eléctrica de una bobina). Incluso pueden existir válvulas con los dos pilotajes.

Elementos de regulación y control

Son los encargados de regular el paso de aire desde los acumuladores a los elementos actuadores. Estos elementos, que se denominan válvulas, pueden ser activados de diversas formas: manualmente, por circuitos eléctricos, neumáticos, hidráulicos o mecánicos. La clasificación de estas válvulas se puede hacer en tres grandes grupos.

Válvulas de dirección o distribuidores

Estos elementos se definen por el número de orificios (vías), las posiciones posibles, así como la forma de activación y desactivación. La desactivación mecánica suele hacerse por muelle.

Válvulas antirretorno y selectora

La válvula antirretorno permite el paso del aire en un determinado sentido, quedando bloqueado en sentido contrario.

La válvula selectora tiene dos entradas y una salida, permitiendo la circulación de aire a través de una de sus entradas, bloqueándose al mismo tiempo la otra entrada por efecto de la primera.

Válvulas de regulación de presión y caudal

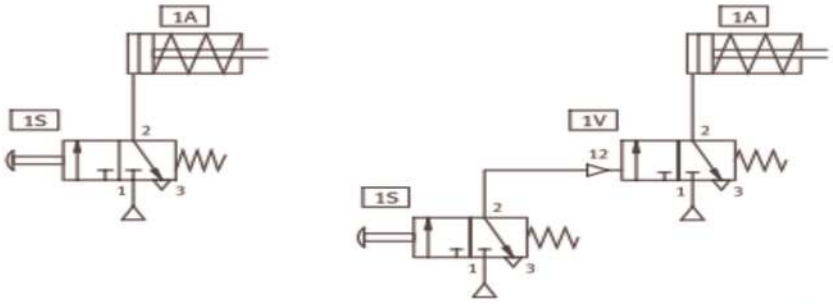
Son elementos, que en una misma instalación neumática, nos permiten disponer de diferentes presiones y, por lo tanto, de diferentes caudales.

TIPOS DE VÁLVULAS SEGÚN SU ACCIONAMIENTO

El accionamiento suele ser independiente de la forma constructiva de la válvula, su misión es **proveer la fuerza necesaria para mover la corredera o el pistón**.

La primera clasificación se efectúa entre **MANDO DIRECTO Y MANDO A DISTANCIA**. En el mando directo, el órgano de mando está en la misma válvula, como ocurre en los mandos manuales y mecánicos. En el mando a distancia, el órgano de mando está separado de la válvula, como sucede en los mandos neumáticos y eléctricos.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA



En la izquierda tenemos un mando de una válvula distribuidora de tipo DIRECTO, a través de pulsador, conectado directamente a la válvula. En cambio, en la imagen de la derecha tenemos un mando INDIRECTO o A DISTANCIA. Ya que controlamos el cambio de la posición de la válvula 1V a través de un mando neumático controlado por otra válvula como elemento de entrada 1S.

Otra clasificación se establece entre las que presentan una POSICIÓN DE REPOSO y las BIESTABLES. Las primeras presentan una posición preferente que se adopta cuando se deja de actuar sobre el mando. (normalmente se mantiene dicha posición a través de resortes internos o muelles). Las válvulas biestables son las que mantienen un estado hasta que no se anula la señal de mando que lo activó y se emite la señal de mando de otra posición de la válvula.

La clasificación más determinante se establece según la fuente de energía que activa los componentes de mando. Los mandos pueden ser:

· Manuales.

El mando está supeditado a la acción voluntaria del operador. No se suelen usar mucho, ya que ralentiza la automatización al depender del ser humano. Aunque siempre existirá uno como mínimo, el arranque de proceso.

· Mecánicos.

Se activan por un mecanismo en movimiento, como un árbol de levas, o por el émbolo de los cilindros. Se suele usar como captadores de señal, por lo que acostumbran a ser pequeñas.

· Neumáticos.

Este tipo de válvulas se usan como órganos de regulación de los actuadores, por lo que precisan de otras válvulas más pequeñas que las piloten.
La fuerza necesaria para conmutar la válvula se obtiene del aire a presión, ya sea utilizándolo directamente o por depresión.

· Eléctricos.

El principio de funcionamiento consiste en obtener la fuerza para desplazar la corredera a partir de un electroimán.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

La colocación de estas válvulas en las instalaciones neumáticas implica la instalación paralela de un circuito eléctrico que las active. El uso de señales eléctricas permite la automatización avanzada de procesos neumáticos.

4.1.4 - Dispositivos de mando y regulación: sensores y reguladores.

Un sensor es un aparato capaz de transformar magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación, en magnitudes eléctricas. Las variables de instrumentación dependen del tipo de sensor y pueden ser por ejemplo: temperatura, intensidad lumínica, distancia, aceleración, inclinación, desplazamiento, presión, fuerza, torsión, humedad, pH, etc. Una magnitud eléctrica obtenida puede ser una resistencia eléctrica (como en una RTD), una capacidad eléctrica (como en un sensor de humedad), una tensión eléctrica (como en un termopar), una corriente eléctrica (como un fototransistor), etc. Un sensor se diferencia de un transductor en que el sensor está siempre en contacto con la variable a medir o a controlar. Hay sensores que no solo sirven para medir la variable, sino también para convertirla mediante circuitos electrónicos en una señal estándar (4 a 20 mA, o 1 a 5VDC) para tener una relación lineal con los cambios de la variable sensada dentro de un rango (span), para fines de control de dicha variable en un proceso.[cita requerida] Puede decirse también que es un dispositivo que aprovecha una de sus propiedades con el fin de adaptar la señal que mide para que la pueda interpretar otro dispositivo. Como por ejemplo el termómetro de mercurio que aprovecha la propiedad que posee el mercurio de dilatarse o contraerse por la acción de la temperatura. Un sensor también puede decirse que es un dispositivo que convierte una forma de energía en otra. Áreas de aplicación de los sensores: Industria automotriz, Industria aeroespacial, Medicina Industria de manufactura, Robótica , etc.

Entre las características técnicas de un sensor destacan las siguientes:

- **Rango de medida**: dominio en la magnitud medida en el que puede aplicarse el sensor.
- **Precisión**: es el error de medida máximo esperado.
- **Offset o desviación de cero**: valor de la variable de salida cuando la variable de entrada es nula. Si el rango de medida no llega a valores nulos de la variable de entrada, habitualmente se establece otro punto de referencia para definir el offset.
- **Linealidad o correlación lineal**.
- **Sensibilidad de un sensor**: relación entre la variación de la magnitud de salida y la variación de la magnitud de entrada.
- **Resolución:** mínima variación de la magnitud de entrada que puede apreciarse a la salida.
- **Rapidez de respuesta**: puede ser un tiempo fijo o depender de cuánto varíe la magnitud a medir. Depende de la capacidad del sistema para seguir las variaciones de la magnitud de entrada.
- **Derivas**: son otras magnitudes, aparte de la medida como magnitud de entrada, que influyen en la variable de salida. Por ejemplo, pueden ser condiciones ambientales, como la humedad, la temperatura u otras como el envejecimiento (oxidación, desgaste, etc.) del sensor.

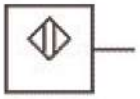
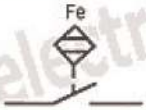
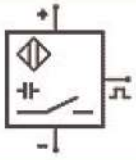
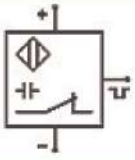
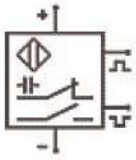
PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

- **Repetitividad**: error esperado al repetir varias veces la misma medida.

Un sensor es un tipo de transductor que transforma la magnitud que se quiere medir o controlar, en otra, que facilita su medida. Pueden ser de indicación directa (e.g. un termómetro de mercurio) o pueden estar conectados a un indicador (posiblemente a través de un convertidor analógico a digital, un computador y un display) de modo que los valores detectados puedan ser leídos por un humano.

Por lo general, la señal de salida de estos sensores no es apta para su lectura directa y a veces tampoco para su procesado, por lo que se usa un circuito de acondicionamiento, como por ejemplo un puente de Wheatstone, amplificadores y filtros electrónicos que adaptan la señal a los niveles apropiados para el resto de la circuitería

Símbolos de sensores por proximidad

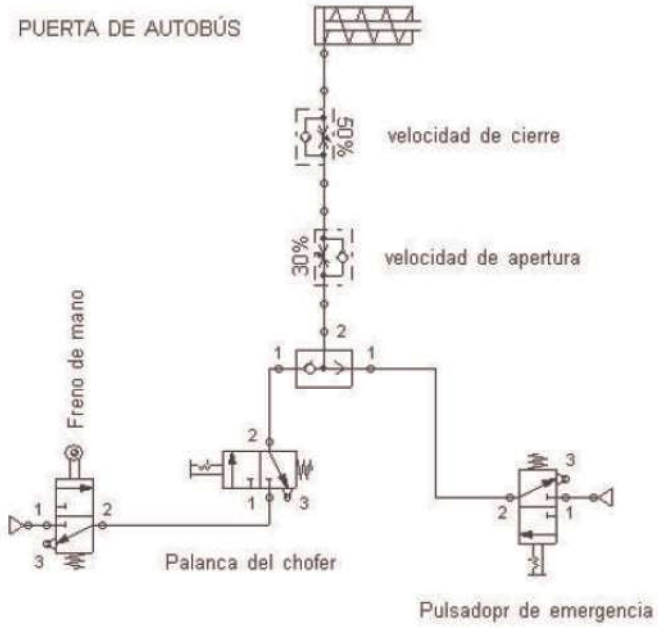
	Contacto por proximidad Símbolo genérico		Sensor sensible por proximidad Representación unifilar Símbolo genérico
	Contacto por proximidad a un imán		Contacto por proximidad al hierro
	Sensor sensible al tacto		Sensor capacitivo sensible por proximidad a sólidos
	Sensor de proximidad capacitivo, salida normalmente abierta		Sensor de proximidad capacitivo, salida normalmente cerrada
	Sensor de proximidad capacitivo de 3 hilos, salida normalmente abierta		Sensor de proximidad capacitivo de 3 hilos, salida normalmente cerrada
	Sensor de proximidad capacitivo de 4 hilos, con 2 salidas, una bierta y otra cerrada		Sensor con fibra optica

www.simbologia-electronica.com

4.1.5 - Análisis de circuitos neumáticos: elementos de control. Relés y contactores. Elementos de protección. Elementos de medida. Interpretación de esquemas neumáticos

2.- Control de puerta de un autobús

El control de apertura y cierre de la puerta de un autobús es llevada a cabo por el chofer que acciona una palanca, pero sólo podrá operar si el autobús está parado (es decir, con el freno de mano echado).
Además, por normativa de seguridad, todos los autobuses deben tener un pulsador exterior de apertura en caso de emergencia. El control exterior e interior van conectados por una válvula selectora de caudal (O). Por último se puede regular la velocidad de apertura y cierre.



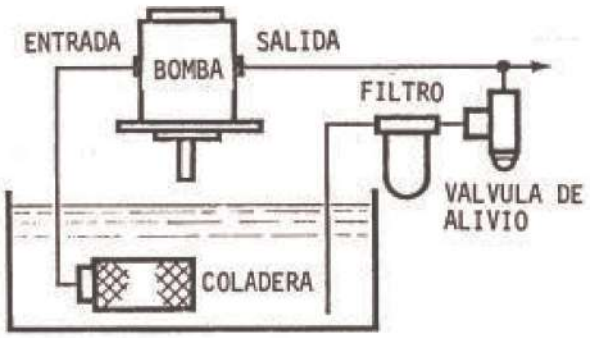
4.2 Identificación y características físicas y funcionales de los componentes hidráulicos:

4.2.1 - Bombas, motores y cilindros hidráulicos: características, aplicación y tipos.

BOMBA HIDRAULICA

Las bombas hidráulicas (figura 5.2) convierten la energía mecánica transmitida por un motor primario (motor eléctrico, motor de combustión interna, etc.) en energía hidráulica. La acción de bombear es la misma para todas las bombas. Se genera un volumen creciente en el lado de la succión y un volumen decreciente en el lado de la presión. En un sistema hidráulico industrial, el tipo de bomba que se usa es de desplazamiento positivo, como son las bombas de paletas, engranes y pistones.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA



Motor hidráulico

Es un actuador mecánico que convierte presión hidráulica y flujo en un par de torsión en un desplazamiento angular, es decir, en una rotación o giro. Su funcionamiento es pues inverso al de las bombas hidráulicas y es el equivalente rotatorio del cilindro hidráulico. Se emplean sobre todo porque entregan un par muy grande a velocidades de giro pequeñas en comparación con los motores eléctricos.

Existen diversos tipos tanto de motores como de bombas hidráulicas, en algunos modelos se pueden emplear las bombas como motores (cuando estos giran en un solo sentido o cuando las bombas están especialmente diseñadas para dicha función) es fundamental verificar que, por su diseño, dicha bomba resista la presión.

En todos los motores hidráulicos se recomienda que el drenaje se conecte directamente al depósito, sin pasar por otras líneas de retorno o por filtros que pudieran crear contrapresiones en el drenaje. El mejor método para saber el desgaste interno de un motor hidráulico es midiendo el retorno de carcasa, compararlo con los parámetros del manual y verificar si está en el rango adecuado de trabajo.

Motores de engranajes

Son de tamaño reducido y pueden girar en los dos sentidos, pero el par es pequeño son ruidosos, pueden trabajar a altas velocidades, pero de forma análoga a los motores de paletas.

Motor de paletas

Tienen la misma estructura que las bombas de paletas, pero el movimiento radial de las paletas debe ser forzado, mientras que en las bombas se debe a la fuerza centrífuga.

Motores de pistones

Son los más empleados de todos ya que se consiguen las mayores potencias trabajando a altas presiones. En función de la posición de los pistones con respecto al eje podemos encontrar:

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

- **Motores de pistones axiales**: Los pistones van dispuestos en la dirección del eje del motor. El líquido entra por la base del pistón y lo obliga desplazarse hacia fuera. Como la cabeza del pistón tiene forma de rodillo y apoya sobre una superficie inclinada, la fuerza que ejerce sobre ella se descompone según la dirección normal y según la dirección tangencial a la superficie. Esta última componente la obligará a girar, y con ella solidariamente, el eje sobre la que va montada. Variando la inclinación de la placa o el basculamiento entre el eje de entrada y salida se puede variar la cilindrada y con ella el par y la potencia.

- **Motor de pistones radiales**: Los pistones van dispuestos perpendicularmente al eje del motor. El principio de funcionamiento es análogo al de los axiales pero aquí el par se consigue debido a la excentricidad, que hace que la componente transversal de la fuerza que el pistón ejerce sobre la carcasa sea distinta en dos posiciones diametralmente opuestas, dando lugar a una resultante no nula que origina el par de giro.

Usos

Los motores hidráulicos se usan para variadas aplicaciones como en la transmisión de tornos y grúas, motores de ruedas para vehículos militares, tornos autopropulsados, propulsión de mezcladoras y agitadoras, laminadoras, trituradoras para coches, torres de perforación y zanjadoras.

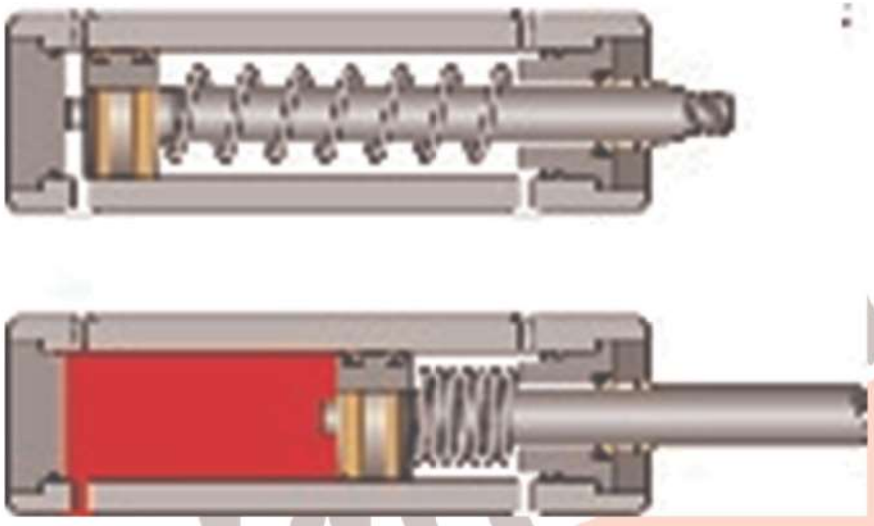
CILINDROS HIDRAULICOS

En cualquier aplicación la energía hidráulica disponible deberá transformarse en energía mecánica para realizar un trabajo. Los cilindros hidráulicos son los encargados de transformar la energía hidráulica a energía mecánica lineal.

En el caso de los cilindros de simple efecto figura 5.4, la presión solo actúa sobre el émbolo. En consecuencia, el cilindro solamente puede trabajar en un sentido. Estos cilindros funcionan de la siguiente manera: el fluido sometido a presión entra en la cámara del lado del émbolo, en el émbolo se creó una presión por efecto de la contrafuerza (carga por peso), una vez superada esta fuerza el cilindro avanza hasta el final de carrera. Durante el movimiento de retroceso, la cámara del lado del

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

émbolo está conectada con el tanque a través de la tubería y la válvula. El retroceso se produce por el propio peso y por acción del resorte.



4.2.2 - Acumuladores hidráulicos.

Un elemento muy común en cualquier instalación industrial en dónde haya una cierta cantidad de equipos hidráulicos es el acumulador hidráulico. Es un elemento importante que debemos incluir en las listas de equipos a comprobar periódicamente. Podemos tener problemas de velocidades de trabajo, de paradas de secuencia o de vibraciones por oscilaciones de presión simplemente por tener un acumulador hidráulico en mal estado.

Un acumulador hidráulico es simplemente un recipiente a presión diseñado para aguantar la presión máxima del sistema y pensado para acumular energía en forma de volumen de aceite que podemos utilizar en un momento determinado. Este volumen de aceite extra lo conseguimos comprimiendo un gas introducido en el acumulador, son los llamados acumuladores hidroneumáticos. Nos ocuparemos de ellos por ser los más utilizados en la industria.

Las funciones del acumulador son principalmente:

- almacenamiento de energía
- accionamiento de emergencia
- compensación de fugas de aceite
- compensación de volumen
- absorción de golpes
- amortiguación de pulsaciones de presión

Interiormente, el acumulador lleva una parte llena del fluido hidráulico conectada al circuito y otra parte llena con el gas a comprimir, generalmente nitrógeno. Ambas partes necesitan estar separadas por un medio elástico, o bien una membrana o bien una vejiga. Cuando la presión del

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

circuito supera la presión del nitrógeno, el aceite comienza a acumularse comprimiendo el gas, si la presión del circuito disminuye, el volumen de aceite acumulado en el recipiente es devuelto al mismo gracias a la expansión del nitrógeno.

Atendiendo a la forma constructiva del acumulador podemos clasificarlos:

- acumulador de vejiga
- acumulador de membrana
- acumulador de embolo

4.2.3 - Válvulas y servoválvulas. Tipos, funcionamiento, mantenimiento y aplicaciones

Válvulas

Las válvulas son elementos que mandan o regulan la puesta en marcha, el paro y la dirección, así como la presión o el caudal del fluido enviado por una bomba hidráulica. Una válvula es un dispositivo mecánico que consiste de un cuerpo y una pieza móvil, que conecta y desconecta conductos dentro del cuerpo. Según su función las válvulas pueden dividirse en: válvulas distribuidoras, válvulas de bloqueo, válvulas de presión, válvulas de caudal, válvulas de cierre

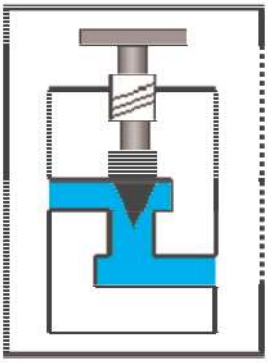
Válvulas reguladoras de caudal

Las aplicaciones de los reguladores de caudal (también reguladores de flujo) no está limitadas a la reducción de la velocidad de los cilindros o actuadores en general, pues además tienen gran aplicación en accionamientos retardados, temporizaciones, impulsos, etc. Los reguladores de caudal pueden se unidireccionales y bidireccionales.

Válvula de aguja

En la figura 5.3 observamos una válvula de aguja. Después de entrar en el cuerpo de una válvula de aguja, el flujo gira 90° y pasa a través de una abertura que es el asiento de la punta cónica de una barra cilíndrica. En este caso el tamaño del orificio se regula variando la posición relativa de la punta cónica respecto a su asiento. La válvula de aguja es el orificio variable que se usa con mayor frecuencia en los sistemas industriales.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA



4.2.4 - Dispositivos de mando y regulación: sensores y reguladores.

Elementos de regulación y control

Son los encargados de regular el paso de aire desde los acumuladores a los elementos actuadores. Estos elementos, que se denominan válvulas, pueden ser activados de diversas formas: manualmente, por circuitos eléctricos, neumáticos, hidráulicos o mecánicos. La clasificación de estas válvulas se puede hacer en tres grandes grupos.

Válvulas de dirección o distribuidores

Estos elementos se definen por el número de orificios (vías), las posiciones posibles, así como la forma de activación y desactivación. La desactivación mecánica suele hacerse por muelle.

Válvulas antirretorno y selectora

La válvula antirretorno permite el paso del aire en un determinado sentido, quedando bloqueado en sentido contrario.

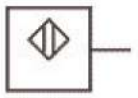
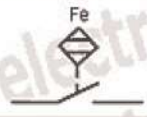
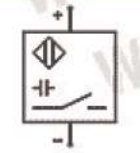
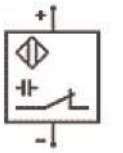
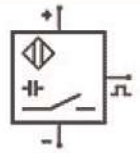
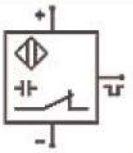
La válvula selectora tiene dos entradas y una salida, permitiendo la circulación de aire a través de una de sus entradas, bloqueándose al mismo tiempo la otra entrada por efecto de la primera.

Válvulas de regulación de presión y caudal

Son elementos, que en una misma instalación neumática, nos permiten disponer de diferentes presiones y, por lo tanto, de diferentes caudales.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

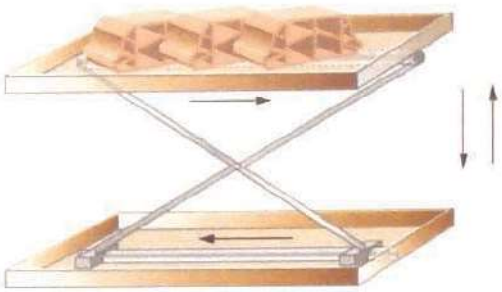
Símbolos de sensores por proximidad

	Contacto por proximidad Símbolo genérico		Sensor sensible por proximidad Representación unifilar Símbolo genérico
	Contacto por proximidad a un imán		Contacto por proximidad al hierro
	Sensor sensible al tacto		Sensor capacitivo sensible por proximidad a sólidos
	Sensor de proximidad capacitivo, salida normalmente abierta		Sensor de proximidad capacitivo, salida normalmente cerrada
	Sensor de proximidad capacitivo de 3 hilos, salida normalmente abierta		Sensor de proximidad capacitivo de 3 hilos, salida normalmente cerrada
	Sensor de proximidad capacitivo de 4 hilos, con 2 salidas, una bierta y otra cerrada		Sensor con fibra optica

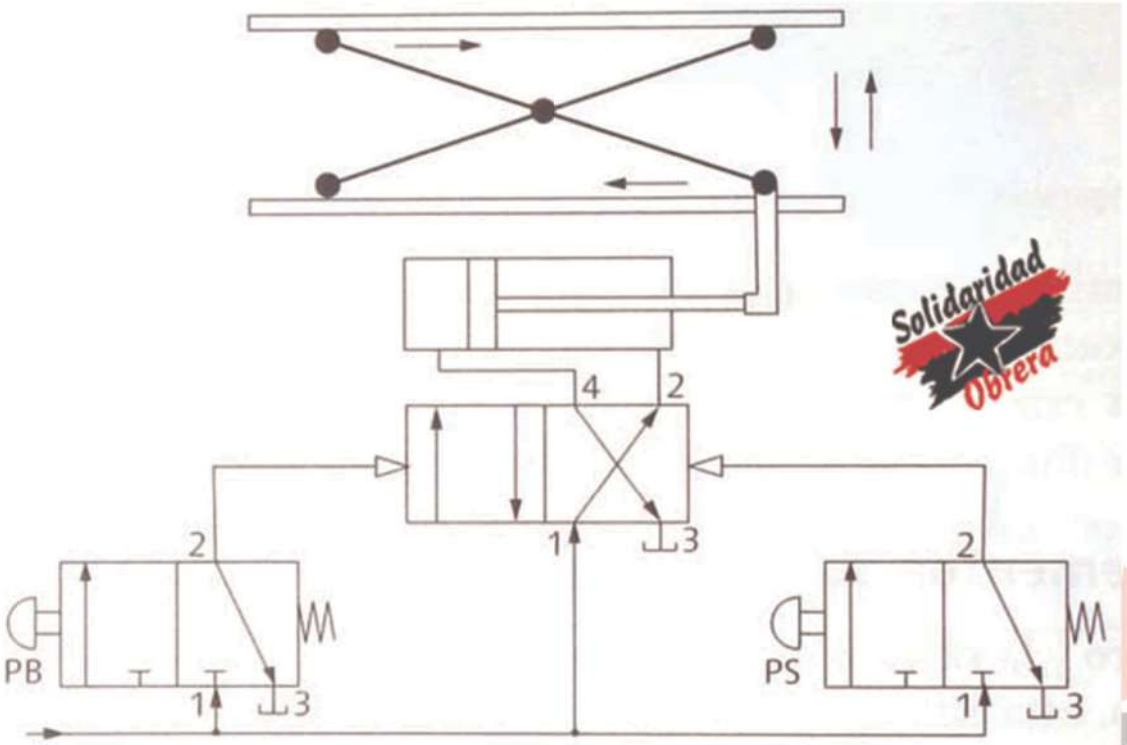
4.2.5 - Análisis de circuitos hidráulicos: elementos de control, mando y regulación hidráulica.

Plataforma elevadora (circuito hidráulico)

Una de las aplicaciones más utilizadas de los circuitos hidráulicos es el montacargas o plataforma elevadora. Observa que al accionar el pulsador de subida, el vástago del cilindro se desplaza hacia la izquierda; las barras del mecanismo articulado se juntan y la plataforma se eleva. Por el contrario, al accionar el pulsador de bajada, las palancas se separan y la superficie desciende.



Plataforma elevadora con dos pulsadores.



Y analizamos el funcionamiento de este circuito:

- Al accionar el pulsador de **subida:**
  - La válvula distribuidora 3/2 (derecha) cambia de posición y permite el paso del fluido por las vías 1 y 2 desde la bomba a la válvula 4/2.
  - La válvula distribuidora 4/2, accionada por el líquido a presión, permite que el aceite llegue a través de las vías 1 y 2 a la cámara derecha del cilindro.
  - El émbolo y, por tanto, el vástago, se desplazan con un movimiento lineal hacia la izquierda que, unido al mecanismo articulado, provoca el ascenso de la plataforma.
  - El fluido de la cámara izquierda del cilindro pasa por las vías 4 y 3 de la válvula 4/2 hasta el depósito.
- Al accionar el pulsador de **bajada:**
  - La válvula 3/2 (izquierda) cambia de posición y permite el paso del fluido hasta la válvula 4/2 que, al cambiar de posición, posibilita que el fluido alcance, a través de las vías 1 y 4, la cámara izquierda del cilindro. El vástago se desplaza con un movimiento lineal hacia la derecha y la superficie desciende.
  - El fluido de la cámara derecha del cilindro para ahora por las vías 2 y 3 de la válvula 4/2 hasta el depósito.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

5 Sistemas eléctricos y electrónicos.

5.1 Identificación de circuitos y elementos de los sistemas de alimentación, protección y arranque de máquinas eléctricas:

5.1.1 - Elementos de aparellaje eléctrico.

Este conjunto de aparatos está formado por seccionadores, fusibles, seccionadores-portafusibles, relés térmicos, disyuntores, interruptores diferenciales, interruptores magnetotérmicos, contactores ... que garantizan una mayor protección de nuestra instalación eléctrica.

En el día a día, nuestra instalación eléctrica puede verse afectada por una sobrecarga, un cortocircuito o un defecto de aislamiento, y en todos estos casos nuestra instalación puede ser seriamente dañada.

En el mundo de hoy en día, las instalaciones eléctricas son vitales en el funcionamiento de nuestra sociedad tanto a nivel industrial como a nivel doméstico: máquinas industriales de producción, ordenadores, iluminaría industrial, electrodomésticos, iluminaría doméstica. .. Es por eso que hay que protegerlas de cualquier amenaza.

Cabe destacar que la paramenta eléctrica favorece la eficiencia energética de nuestras instalaciones. Además, son elementos seguros, fiables, que reúnen tecnología, economía y facilidad de montaje.

Todo esto hace que la aparamenta eléctrica sea un elemento indispensable en cualquier instalación eléctrica tanto industrial como doméstica.

5.1.2 - Actuadores de naturaleza eléctrica.

- ¿Qué es un actuador eléctrico?

Los actuadores son dispositivos que llevan incorporado un motor eléctrico y un reductor que permite accionar cualquier dispositivo para llevar a cabo determinado movimiento u acción. Por ejemplo, se emplean en la industria para accionar compuertas, válculas y en general diferentes elementos que ponen en comunicación un proceso con otro o un estado de un proceso con otro. El actuador eléctrico es el que almacena los datos de válculas y carrera y posteriormente dicha información es procesada por la parte de control que es precisamente la que se encarga de conectarlo y desconectarlo según las necesidades.

Así pues, **un actuador en general es un dispositivo que puede transformar un tipo de energía en un proceso que se activa a raíz de ella**. De ahí precisamente viene su nombre. Su objetivo es conseguir dicho efecto sobre el proceso de automatizado. El controlador recibe la orden del

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

actuador y a partir de ella genera una respuesta para activar un elemento final como podría ser una compuerta.

Podemos decir que **en el caso específico de los actuadores eléctricos la fuente que inicia dicho proceso es una fuente eléctrica**. Por ello es por lo que precisamente su estructura suele ser más simple que la de los actuadores neumáticos o hidráulicos.

- Tipos de actuadores eléctricos

A continuación, te detallamos los tipos de actuadores eléctricos que existen, así como sus principales funciones.

- Motores de corriente continua (DC)

Estos motores son los que más se emplean en la actualidad sobre todo gracias a su gran versatilidad y la facilidad de control que ofrecen. En el motor se incorpora un sensor para la posición que es el que realiza el control sobre la acción del actuador eléctrico.

- Controlados por excitación

Se crea un campo magnético de dirección fija.

- Controlados por inducción

El inducido se sitúa en el estator.

- Motores de corriente alterna (AC)

En ellos podemos distinguir dos tipos:

- Síncronos
- Asíncronos
- Motores de paso a paso

A su vez, estos pueden ser de tres tipos:

- De imanes permanentes
- De reluctancia variables
- Híbridos
- Funciones de los actuadores

Como hemos dicho, un actuador eléctrico está involucrado en numerosos procesos industriales. Aquí te detallamos algunas de sus funciones:

- **Sistemas de visión** y corrección remota de posiciones
- **Movimiento de brazos articulados** para líneas de producción automatizadas
- **Encolado** y fresado

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

- **Manipulación automática de objetos**, por ejemplo, en laboratorios, con gran precisión y rapidez en sistemas de pick and place
- **Elevadores** verticales
- **Desplazamiento de cargas** a gran precisión y velocidad

5.1.3 - Sensores y transductores.

5.1.3.1 Transductores.

Un transductor es un dispositivo capaz de transformar o convertir un determinado tipo de energía de entrada, en otra de diferente a la salida.

El nombre del transductor ya nos indica cual es la transformación que realiza (por ejemplo, electromecánica, transforma una señal eléctrica en mecánica o viceversa).

5.1.3.2 Características de los Transductores

Un transductor

1. Produce un sonido
2. Modifica un sonido
3. Almacena un sonido
4. Convierte energía de un tipo en energía de otro tipo

Los transductores directos cumplen la ley de reciprocidad

Características

5. Rango de operación
6. Sensibilidad
7. Compatibilidad
8. Robustez
9. Características de la señal de salida

5.1.3.3 Tipos de Transductores

Transductor electroacústico

Un transductor electroacústico es aquel dispositivo que transforma la electricidad en sonido, o viceversa.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

Transductor electromagnético

Un transductor electromagnético es un transductor que transforma electricidad en energía magnética o viceversa. Por ejemplo, un electroimán es un dispositivo que convierte la electricidad en magnetismo o viceversa (flujo magnético en electricidad).

Transductor electromecánico

El transductor electromecánico es un tipo de transductor que transforma electricidad en energía mecánica, o viceversa.

Transductor electroquímico

- **Transductor electroquímico:** Es elemento que cambia una señal electroquímica como salinidad o pH en una señal eléctrica ya sea corriente o voltaje.



- **Transductor electrostático:** consiste en una membrana, normalmente mylar metalizado, cargada eléctricamente que hace la función de diafragma y que se mueve por la fuerza electrostática que se produce al variar la carga de dos placas entre las que se encuentra.



Transductor electrostático

Un transductor electrostático consiste en una membrana, normalmente mylar metalizado, cargada eléctricamente que hace la función de diafragma y que se mueve por la fuerza electrostática que se produce al variar la carga de dos placas entre las que se encuentra.

Transductor fotoeléctrico

El transductor fotoeléctrico es un tipo de transductor que transforma luz en energía eléctrica o viceversa, por ejemplo, es una cámara fotográfica digital. Estas vibraciones resultantes (ya sean eléctricas o lumínicas, dependiendo de la naturaleza del transductor), son importantes en los sistemas.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

Transductor magnetoestrictivo

Los transductores magnetoestrictivos son todos aquellos que basan su funcionamiento en el fenómeno de la magnetoestricción. Éste es un fenómeno reversible que se basa en el acoplamiento de fuerzas mecánicas y magnéticas, de manera que un material de éste tipo ante la presencia de un campo magnético sufre ciertas modificaciones en su estructura interna, lo que produce pequeños cambios en sus dimensiones físicas. También una deformación de dicho material produce una variación de la inducción magnética.

Su campo de aplicación es en emisores y receptores acústicos submarinos e industriales:

- Sonar.
- Hidrófonos.
- Proyectores de ultrasonidos de alta potencia.

Transductor piezoeléctrico

Tienen un alto rendimiento, sensibilidad o eficiencia, pero como la superficie de radiación es muy pequeña sólo se utiliza para la reproducción de altas frecuencias. Se usan también en sonar o ecografía donde se emplean frecuencias por encima del rango audible. Es barato fabricarlos y soportan altas potencias, dado que es muy difícil destruir el propio cristal, pero no ofrece la calidad de sonido que se encuentran en otros tweeters más convencionales





Transductor radioacustico

5.1.3.4 Ejemplos de Transductores

Un micrófono es un transductor electroacústico que convierte la energía acústica (vibraciones sonoras: oscilaciones en la presión del aire) en energía eléctrica (variaciones de voltaje).

Un altavoz también es un transductor electroacústico, pero sigue el camino contrario. Un altavoz transforma la corriente eléctrica en vibraciones sonoras.

Otros ejemplos son los teclados comunes que transforman el impulso de los dedos sobre las membranas y éstas generan el código de la tecla presionada.

Otro ejemplo es el sistema de alarma de un automóvil, el cual transforma los cambios de presión dentro del vehículo a la activación de dicha alarma. Algunas de estas son termistores, galgas extensiométricas, piezoeléctricos, termostatos, etc.

Otro ejemplo es un ventilador que convierte la energía eléctrica en energía mecánica (movimiento del aspa del ventilador)

Otro ejemplo es una estufa doméstica

5.1.4 Sensores



Un sensor es un dispositivo capaz de detectar magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación, y transformarlas en variables eléctricas. Las variables de instrumentación pueden ser por ejemplo: temperatura, intensidad lumínica, distancia, aceleración, inclinación, desplazamiento, presión, fuerza, torsión, humedad, pH, etc.

Una magnitud eléctrica puede ser una resistencia eléctrica, una capacidad eléctrica (como en un sensor de humedad), una Tensión eléctrica (como en un termopar), una corriente eléctrica (como en un fototransistor), etc

Por ejemplo, el termómetro de mercurio que aprovecha la propiedad que posee el mercurio de dilatarse o contraerse por la acción de la temperatura.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

Un sensor también puede decirse que es un dispositivo que convierte una forma de energía en otra.

Áreas de aplicación de los sensores:

- Industria automotriz
- Industria aeroespacial
- Medicina
- Industria de manufactura
- Robótica

Los sensores pueden estar conectados a una computadora para obtener ventajas como son el acceso a una base de datos, la toma de valores desde el sensor, etc

- Rango de medida: dominio en la magnitud medida en el que puede aplicarse el sensor.

- Precisión: es el error de medida máximo esperado.

- Offset o desviación de cero: valor de la variable de salida cuando la variable de entrada es nula. Si el rango de medida no llega a valores nulos de la variable de entrada, habitualmente se establece otro punto de referencia para definir el offset.

- Linealidad o correlación lineal.
- Sensibilidad de un sensor: relación entre la variación de la magnitud de salida y la variación de la magnitud de entrada.

- Resolución: mínima variación de la magnitud de entrada que puede apreciarse a la salida.

- Rapidez de respuesta: puede ser un tiempo fijo o depender de cuánto varíe la magnitud a medir. Depende de la capacidad del sistema para seguir las variaciones de la magnitud de entrada.

- Derivas: son otras magnitudes, aparte de la medida como magnitud de entrada, que influyen en la variable de salida. Por ejemplo, pueden ser condiciones ambientales, como la humedad, la temperatura u otras como el envejecimiento (oxidación, desgaste, etc.) del sensor.

- Repetibilidad: error esperado al repetir varias veces la misma medida.

5.1.4.1 **Tipos de sensores**

- Sensores de presencia
- Sensores de temperatura

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

- Sensores de Humedad
- Sensores de Presión
- Sensores de Posición
- Sensores de velocidad
- Sensores de caudal
- Sensores de nivel.



5.1.5 - Sistemas eléctrico-electrónicos de protección y seguridad.

5.1.5.1 Generalidades.

Centrado en la protección contra los efectos de las sobreintensidades ($I > I_N$)

Éstas se pueden producir por:

Cortocircuito: conexión de 2 o más puntos a través de una impedancia despreciable ($I > 3\ I_N$).

Se llama cortocircuito **franco** si $I > 6\ I_N$

Sobrecarga: Condición de funcionamiento de uncircuito eléctrico sin defecto que provoca una sobreintensidad.

5.1.5.2 Protección contra cortocircuitos

Se realiza mediante:

- **Fusibles calibrados** de características funcionales adecuadas, o
- **Interruptores automáticos** con sistema de disparo **electromagnético**

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

5.1.5.3 Protección contra sobrecargas

Se realiza mediante:

- **Fusibles** calibrados de características funcionales adecuadas o

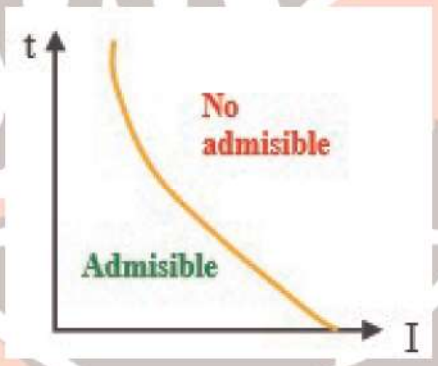
- **Interruptores atomáticos** con curva **térmica** de disparo, y/o **Relés térmicos** para proteger los motores

Cortan la corriente cuando sobrepasa un determinado valor durante un cierto tiempo

Características:

- Intensidad y Tensión nominales
- Poder de corte nominal:
  I capaz de cortar a U_N

Característica tiempo-corriente:



5.1.6 Interruptores Automáticos

Capaces de establecer, soportar e interrumpir corrientes en condiciones normales y de avería

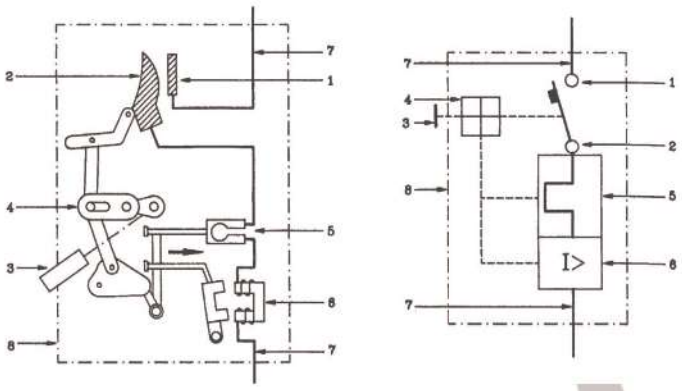
Pueden ser **unipolares o multipolares**

Pueden producir disparo:

- Por sobreintensidad instantánea (magnéticos)
- Por de tiempo inverso (térmicos)

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

- Por mínima tensión con disparadores auxiliares (shunt)



1 Contacto fijo 2: Contacto móvil 3: Accionamiento 4: Mecanismo de maniobra

Disparadores de sobreintensidad:

5: Térmico 6: Magnético 7: Elementos de conexión 8: Envolvente

Características:

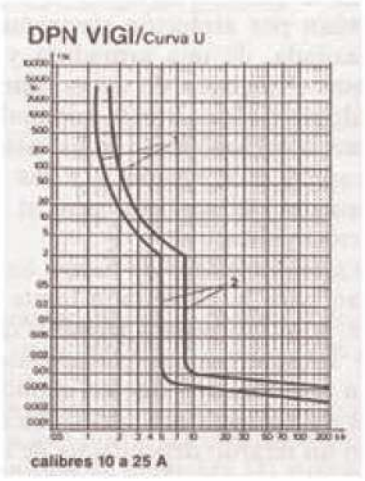
Intensidad nominal (térmica): I que soporta encondiciones de servicio permanente

Poder de corte en cortocircuito: I que puede cortar a U_N, f_N y cosϕ especificado

Característica tiempo/corriente: curva t-I papel logarítmico y múltiplos de I_N que indica cuándo se produce el disparo

Interruptor Automático Magnetotérmico

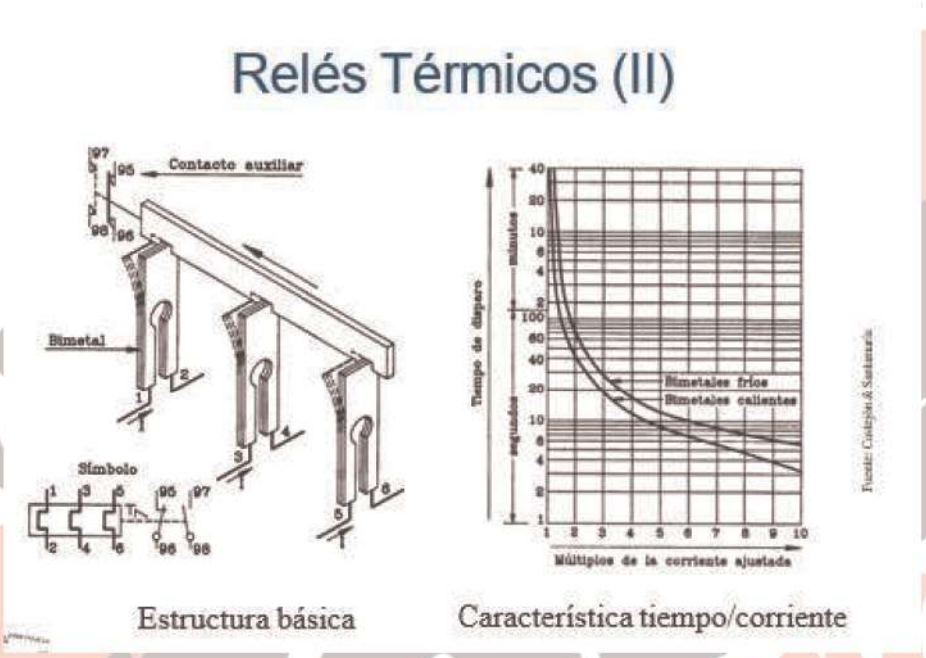
Característica tiempo/corriente



1: Disparo térmico
2: Disparo electromagnético

5.1.7 Relés térmicos

- Suelen proteger los motores contra sobrecargas.
- No tienen poder de corte: van asociados a contactores
- Pueden detectar funcionamiento desequilibrado ("marcha en monofásico") si tienen efecto diferencial
- Se debe ajustar la I a la I_N del motor
- Pueden tener rearme manual o automático



5.1.8 Alternativas de protección:

Sólo fusibles:

Contra cortocircuitos y sobrecargas de larga duración

Fusible + Relé térmico: (típico en motores)

El fusible contra cortos y sobrecargas intensas, el relé contra sobrecargas no intensas

Interruptor automático magnetotérmico:

La característica magnética protege contra cortocircuitos y la térmica contra sobrecargas.

5.1.9 Protección contra contactos indirectos.

Son contactos de personas con partes activas de los materiales o equipos.

Alejamiento de las partes activas.

Interposición de **obstáculos** que impidan todo contacto accidental.

Recubrimiento de las partes activas por medio de un **aislamiento** apropiado.

Son contactos de personas con masas puestas accidentalmente bajo tensión

- Medidas de protección de **clase A** (aplicable sólo de manera limitada)
  - Separación de circuitos; Empleo de pequeñas tensiones; Separación de partes activas y masas; Recubrimiento de las masas, ...
- Medidas de protección de **clase B**:
  - **Puesta a tierra** o a neutro de las masas y dispositivo de corte por intensidad o tensión de defecto → típicamente **interruptor diferencial**

5.1.10 Protección diferencial

Detecta **fallos de aislamiento** o **contacto accidental** de una persona con una tensión

Apertura automática cuando la suma vectorial de las intensidades supera un **umbral** determinado

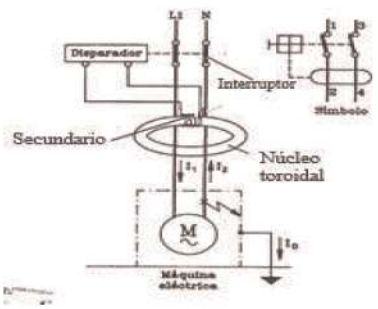
Características:

- intensidad y tensión nominales, nº de polos
- **Sensibilidad**: mínima corriente de defecto que escapaz de detectar y provoca el disparo:

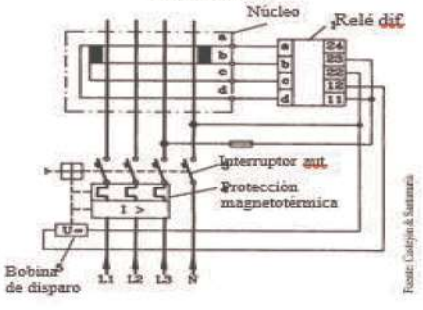
  10, 30, 100, 300, 500 mA y 1ª

Protección Diferencial (II)

Interruptor Diferencial monofásico



Protección Diferencial trifásica



5.1.11 - Componentes y buses de comunicación industriales.

En el entorno de la **automatización de procesos industriales**, las **redes de comunicación industrial** entre los dispositivos que intervienen en el control de estos sistemas, es una cuestión clave para permitir no sólo un correcto funcionamiento, sino también la supervisión y control de estos procesos.

Nos encontramos en un mundo interconectado en el que la maquinaria industrial con capacidad de comunicación puede funcionar de forma autónoma o con una mínima interacción humana.

La columna vertebral de la interconectividad son las avanzadas redes de comunicación industrial que utilizan **protocolos de comunicación** que han evolucionado con el tiempo.

La **arquitectura de los sistemas de automatización industrial** debe basarse en estas sólidas redes de comunicación para lograr una mayor **transformación digital de los procesos de la planta de producción**.

Son necesarias para el intercambio de datos, el control de datos y la flexibilidad para conectar dispositivos o máquinas de diferentes fabricantes en la misma instalación.

En este artículo vas a conocer con todo detalle lo que necesitas saber sobre este tipo de red de comunicación entre dispositivos y su importancia en la distribución de datos en un sistema de automatización industrial.

5.2 ¿Qué son las redes de comunicación industrial?

En primer lugar, se considera que la **comunicación** es el intercambio de información entre dos o más partes. Para ello, la información se transfiere de una parte a otra, que la recibe, la procesa y la almacena/desecha en función de su relevancia.

Cuando se añade el componente industrial, se puede hablar de "comunicación industrial". La definición se vuelve bastante más compleja y extensa de explicar cuando el objetivo, es decir, la comunicación de datos entre los dispositivos de un sistema, se realiza desde el principio.

La **comunicación de datos** es la conversión y transmisión de información, a menudo en formato digital, desde un transmisor a un receptor a través de un enlace (cable de cobre, cable coaxial, fibra óptica o inalámbrico).

Las redes de comunicación industrial están diseñadas y construidas para manejar el control en tiempo real y la integridad de los datos a la vez que se instalan en grandes plantas que pueden operar en entornos difíciles.

Con independencia del tipo de enlace (cobre, coaxial, fibra o inalámbrico), estas redes permiten el intercambio de grandes cantidades de datos utilizando un ancho de banda limitado.

Hay varias formas de implementar una **estructura de comunicación** en función de los protocolos de comunicación necesarios en los controladores digitales, los dispositivos de campo, el software de automatización utilizado y los sistemas externos.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

Por lo tanto, es necesario mantener la conectividad y la fiabilidad del sistema en general; los **estándares de interconexión de sistemas abiertos (OSI)** se están convirtiendo en la nueva tendencia en las redes de comunicación industrial.

5.3 ¿Cuál es la función de las redes de comunicación industrial?

Las redes de comunicación industrial pueden utilizarse en los sistemas de control para pasar datos entre los **dispositivos de campo** y los **PLC**, entre diferentes PLC, o entre los PLC y los **ordenadores personales** utilizados para la interfaz del operario, el procesamiento y almacenamiento de datos o la información de gestión.

Algunos de los controladores más comunes utilizados en la arquitectura de la automatización industrial son: **PLC** (controladores lógicos programables), **SCADA** (control de supervisión y adquisición de datos) y **DCS** (sistema de control distribuido). Sobre todo conectan y controlan dispositivos de campo, sistemas/controladores de E/S distribuidos, HMI y PC de supervisión.

Aunque un sistema de comunicaciones puede incluir sólo dos equipos con un cableado entre ellos, el término red suele referirse a la conexión de muchos dispositivos para permitir el intercambio de datos entre ellos a través de un circuito único (o redundante).

Los datos se transmiten a través de una red utilizando la comunicación en serie, en la que los datos llamados bytes, que consisten en ceros y unos lógicos individuales (bits), se transmiten secuencialmente de un dispositivo a otro.

El conjunto de datos en una sola transmisión suele llamarse **paquete**. La velocidad a la que pueden transmitirse los datos por una red se define en **bits por segundo o bps**, pero suele expresarse en **miles (Kbps)** o **millones (Mbps)**.

5.4 ¿Cómo se realizan las redes de comunicación industrial?

Las comunicaciones entre dispositivos se realizan mediante el **uso de diferentes protocolos de comunicaciones industriales**. Un protocolo de comunicación es un conjunto de reglas que permite la transferencia e intercambio de datos entre los dispositivos a comunicar.

A medida que el desarrollo tecnológico en el campo de la electrónica ha progresado, el control automatizado de los procesos industriales se ha impuesto a los métodos de producción tradicionales.

En las primeras etapas de la introducción de esta tecnología en la industria, la automatización se limitaba al control local de determinadas máquinas o líneas de producción, lo que daba lugar a sistemas automáticos aislados entre sí, que no podían compartir información para optimizar el desarrollo del trabajo a mayor escala.

Por este motivo, el siguiente paso en el camino hacia una industria totalmente automatizada fue interconectar estos sistemas aislados. Este paso ha permitido, además de una **gestión más eficiente de los procesos de producción**, una mejor disponibilidad de la información de los dispositivos de campo, de forma centralizada a nivel de planta.

El último avance en este campo se dio gracias a la necesidad presentada por las grandes entidades del sector de la producción industrial y consistió en la integración de la información entre plantas y fábricas del mismo grupo.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

La integración de estos sistemas suele realizarse distribuyendo las comunicaciones en varias capas:

- Buses de campo
- Redes LAN
- Redes LAN-WAN

Hoy en día se utilizan muchos protocolos de redes de comunicación industrial, algunos de ellos impulsados por fabricantes específicos, y muchos otros definidos como estándares abiertos.

Históricamente, ha existido un gran problema en la industria a la hora de conectar dispositivos de distintos fabricantes, que utilizaban protocolos diferentes, por lo que la planificación a la hora de diseñar una red de comunicaciones que compatibilizara la información existente en todos los sistemas se convertía en un gran rompecabezas.

Esto suponía que era complejo y costoso tener toda la información unificada, lo que permitiría una visión global del negocio por parte de la directiva. En este sentido, varios fabricantes y entidades han realizado intentos de imponer un estándar que permita simplificar y unificar las comunicaciones industriales, una apuesta que a día de hoy sigue desarrollándose sin haber alcanzado aún un compromiso pleno por parte de la industria.

5.5 Qué son los niveles de comunicación en una red industrial

Los sistemas de automatización industrial pueden ser muy complejos y suelen estar estructurados en **varios niveles jerárquicos**. Cada uno de estos niveles tiene un nivel de comunicación apropiado, que plantea diferentes exigencias al sistema de comunicación de cada nivel.

Según la **jerarquía de los sistemas de automatización y control industrial**, el flujo de datos e información se establece en dirección horizontal y vertical.

Mientras que el flujo horizontal se establece de forma local entre los dispositivos de campo utilizando buses de datos como la **comunicación por bus de campo**, el vertical garantiza la comunicación a través de **redes** para la planificación, visualización y gestión de la producción.

En realidad, los puntos finales se conectan a la red conectándose a algunos de los **nodos de la red**. Si asumimos que todos los enlaces de la red son bidireccionales, entonces, cada nodo puede recibir o reenviar datos por cualquiera de los enlaces conectados.

Un nodo puede recibir datos de un punto final o de otro nodo. De forma equivalente, un nodo puede reenviar información a un punto final o a otro nodo.

El medio físico utilizado para realizar los enlaces puede ser por cable o inalámbrico.

La **comunicación inalámbrica** es más fiable desde diferentes puntos de vista, sobre todo desde el punto de vista de los costes y del espacio, ya que es posible desplazar las máquinas y realizar una optimización de los costes al disponerlas de forma que se reduzcan los desplazamientos (economía de movimiento).

Además, cada uno de los enlaces puede tener una capacidad diferente que se mide por la tasa de bits máxima proporcionada

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

La siguiente figura muestra los distintos niveles de comunicaciones de red en un sistema de automatización industrial:



Niveles de comunicación de un sistema de automatización industrial

Los **sistemas de redes de comunicación industrial** se pueden clasificar en diferentes categorías basadas en la funcionalidad:

- Redes a nivel de campo
- Redes a nivel de control
- Redes a nivel de información

5.5.1 Nivel de Campo

Como nivel más bajo, este nivel contiene los dispositivos distribuidos, como **sensores** (entrada) y **actuadores** (salida), módulos de E/S y unidades de accionamiento de las máquinas / plantas de una empresa de fabricación que se comunican con los sistemas de automatización a través de un **sistema de comunicación en tiempo real**.

La transmisión de los datos es cíclica y se caracteriza por un **ciclo de bus corto**. La duración real del ciclo de bus depende de la aplicación. Varía desde la décima de microsegundo hasta cientos de milisegundos.

Aquí, sólo se transmiten unos pocos bytes al mismo tiempo, por ejemplo, para controlar un actuador o para recibir una señal de un sensor. Sin embargo, al mismo tiempo se producen grandes exigencias en cuanto a la latencia máxima: para poder controlar los procesos de manera correcta, las señales de control deben transmitirse en unos pocos milisegundos.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

Profibus DP y **Profinet IO** cumplen estos criterios y ofrecen las soluciones universales tanto para la automatización de fábricas como para la automatización de procesos.

5.5.2 Nivel de Control

A nivel de planta, los **controladores programables (PLC)**, se comunican entre sí y con los sistemas informáticos de la oficina técnica o de ingeniería utilizando estándares como **Ethernet TCP/IP, Intranet e Internet**.

Dentro del nivel de control se encuentran todos los sistemas informáticos de automatización (función) que controlan el proceso.

Los controladores están conectados a los sensores/actuadores del nivel de campo y cada uno controla una parte del sistema. Los controladores también están conectados entre sí y con el nivel superior.

En este nivel, la información se transfiere con un tamaño que va de unos pocos bytes a unos pocos kilobytes. La latencia es de una fracción de segundo.

Este flujo de información requiere paquetes de datos y una serie de protocolos de comunicación. Al igual que Profibus, Profinet, basado en Ethernet, ofrece una solución que está siendo bastante utilizada por las empresas para este fin.

5.5.3 Nivel de Información

El **nivel de información** es el nivel superior de una planta o de un sistema de automatización industrial. El controlador del nivel de planta reúne la información de gestión de los niveles de área y gestiona todo el sistema de automatización mediante el Sistema MES y ERP.

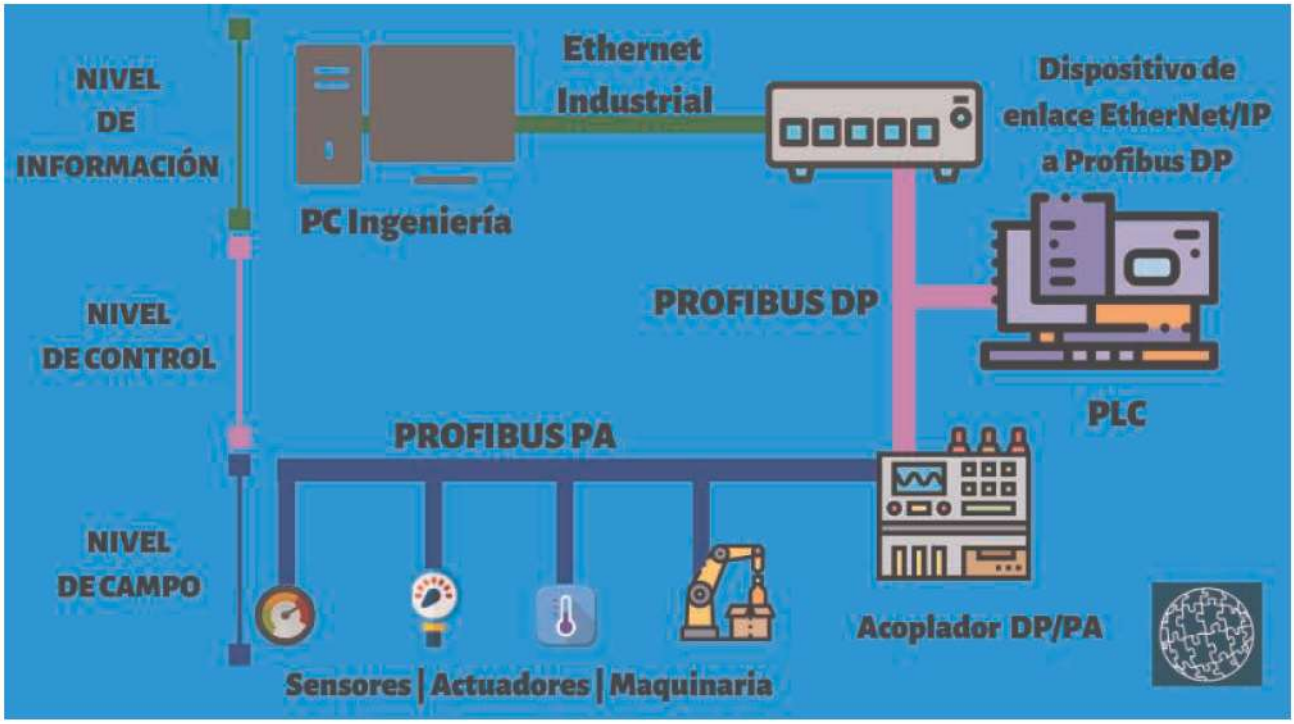
El **sistema MES** está conectado de forma directa con el nivel de control y los datos de producción actuales. En definitiva, hacen un seguimiento de los detalles de los productos y los pedidos en la planta, recopilan las transacciones para informar a los sistemas financieros y de planificación, y envían de forma electrónica los pedidos y las instrucciones de fabricación al personal de la planta.

Por otro lado, el ERP permite recopilar y organizar los datos empresariales a través de un paquete de software integrado. El **software ERP** contiene aplicaciones que automatizan funciones empresariales como la producción, la cotización de ventas, la contabilidad, etc.

En este nivel, existen redes a gran escala, por ejemplo, las **WAN Ethernet** para la planificación de la fábrica y el intercambio de información de gestión. Los datos se transfieren desde unos pocos megabytes hasta gigabytes. La latencia es de varios segundos.

La siguiente imagen muestra un ejemplo de la **disposición jerárquica** de las redes de comunicación en un sistema de automatización industrial.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA



Arquitectura básica de las redes de comunicación industrial

5.6 Tipos de Protocolo en Comunicaciones Industriales

Un **protocolo** es un conjunto de normas para la comunicación entre dispositivos en red. Entre los protocolos más comunes utilizados en el ámbito industrial se encuentran:

- Modbus RTU
- EtherNet/IP
- Ethernet TCP/IP
- Modbus TCP/IP
- Profinet
- Profibus

Quizá el protocolo de comunicación industrial más común sea **Modbus RTU**, desarrollado por **Modicon**, suele funcionar en una **red RS-485**.

Este y otros protocolos serie populares son compatibles con una gran variedad de proveedores, y son bastante conocidos por un amplio grupo de profesionales de la automatización.

Pero el rendimiento es limitado, lo que hace que los protocolos serie sean una mala elección para aplicaciones de alta velocidad y otras más exigentes.

Debido al rendimiento y a otras ventajas, **Ethernet** ha surgido como el estándar dominante para la capa física de muchos protocolos industriales, como **EtherNet/IP, Ethernet TCP/IP, Modbus TCP/IP** y **Profinet.**

Utilizando Ethernet, no es demasiado difícil conectar varios dispositivos, como **PLC, HMI, E/S de campo y bancos de válvulas**.

Además, la comunicación sigue siendo rápida mientras se habla con varios dispositivos distintos en el mismo cable, debido a la altísima velocidad de Ethernet en comparación con las antiguas redes en serie.

5.7 Topologías de red industrial: qué son, tipos y características

Una **topología de red** es una representación gráfica de cómo están conectados los dispositivos entre sí. En pocas palabras, es la disposición de los distintos elementos (enlaces, nodos, etc.) de las redes de comunicación industrial. Es la estructura topológica de una red, y pueden definir tanto el aspecto físico como el lógico de la red.

La **topología física** se refiere a la colocación de los distintos componentes de la red, incluida la ubicación de los dispositivos y la instalación de los cables, mientras que la **topología lógica** muestra cómo fluyen los datos dentro de una red, con independencia de su diseño físico.

Tanto la topología lógica como la física pueden ser iguales o diferentes en una misma red.

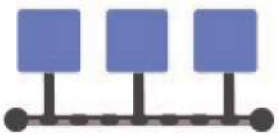
En las redes industriales se dan con mayor frecuencia los siguientes **tipos de topologías**:



5.7.1 Redes punto a punto

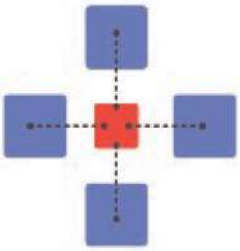
La conexión más sencilla es una **comunicación punto a punto** entre dos dispositivos. Por ejemplo, una conexión entre un PLC y un PC.

Una de las principales desventajas es que si un dispositivo tiene que comunicarse con otros dispositivos, hay que establecer una conexión distinta para cada uno de ellos.



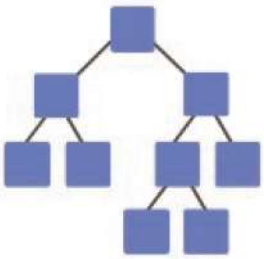
5.7.2 Topología de bus

La conexión de dispositivos en serie para formar una **topología de línea** también se denomina topología de bus. Todos los dispositivos están conectados a un medio de transmisión. Los sistemas de bus de campo clásicos, como Profibus presentan este tipo de topología.



5.7.3 Topología de estrella

Con una **topología en estrella**, se requiere un componente de distribución que forme el centro de la estrella, en la que todos los nodos están conectados de forma individual al punto de conexión central, como un **hub** o un **switch**. Esta topología requiere más cables que, por ejemplo, un bus, pero la ventaja es que si un cable falla, sólo se cae un nodo.



5.7.4 Topología de árbol

Un **topología de árbol** tiene varios componentes de distribución, en función de su tamaño, por lo que puede considerarse una estrella expandida. Un ejemplo de ello es la típica red ethernet en una oficina que utiliza switches como componente de distribución.

5.8 ¿Cuál es el futuro de las redes de comunicación industrial?

Los fabricantes están invirtiendo cada vez más en maquinaria con datos optimizados que recibe información unificada de casi todas las áreas para mejorar el rendimiento y la eficiencia de toda la empresa.

Los directivos de planificación y gestión de la producción se están dando cuenta de los beneficios de una toma de decisiones oportuna desde la planta de producción y en toda la instalación para una visibilidad integral.

En consecuencia, la tendencia a combinar la **tecnología de la información (TI)** con la **tecnología de las operaciones (TO)** está creando una nueva clase de **fabricante inteligente**.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

La tecnología de producción está generada más oportunidades de automatización, lo que a su vez ha impulsado el desarrollo de **plataformas de comunicaciones unificadas como servicio (UCaaS)** que dirigen automáticamente las notificaciones de la máquina al operario para mantener un flujo de trabajo óptimo.

Por definición, la fabricación inteligente es una combinación de procesos y maquinaria autocontrolados con la automatización y la recopilación de datos.

Por otro lado, los sensores desempeñan un papel fundamental en la telemetría como fuente de entrada de datos.

Actualmente, se encuentran en desarrollo nuevos periféricos de sensores que mejorarán la utilidad de los dispositivos inteligentes y pondrán cientos de dispositivos de campo en juego con el **Internet Industrial de las Cosas (IIoT)**, permitiendo las recogida de muchos y mejores datos **(Big Data)** para la toma de decisiones inteligentes y eficientes en la planta de producción.

Si se utilizan **redes 5G** u otras redes inalámbricas, ya no será necesario mantener módems/routers Wi-Fi para los servicios críticos, y para otros servicios bastará con comunicaciones de corto alcance que hablen directamente con el dispositivo inteligente del usuario. Esto podría reducir mucho la complejidad y el coste de los sensores.

Los servicios de **banda ancha móvil 5G** son el último grito. Esta red celular inalámbrica de alta velocidad y baja latencia desempeñará un papel importante en la conexión de grandes cantidades de sensores, dispositivos y equipos inteligentes.

Ya se vislumbra en el horizonte la **sexta generación de tecnología móvil (6G)**, que se convertirá en parte integrante de las redes de comunicación industrial con el uso cada vez mayor de la **inteligencia artificial (IA)**, los **robots colaborativos (cobots)**, la **automatización de vehículos**, etc.

5.9 Beneficios del uso de redes de comunicación industrial

Los modernos sistemas de control y de gestión empresarial requieren comunicaciones abiertas y digitales. Las redes de comunicación industrial sustituyen el cableado convencional punto a punto **RS-232, RS-485** y **4-20 mA** entre los dispositivos de medición y los sistemas de automatización existentes por una red de comunicación bidireccional totalmente digital.

La **tecnología de redes industriales** ofrece varias mejoras importantes con respecto a los sistemas existentes. Con las redes estándar de la industria, podemos seleccionar el instrumento y el sistema adecuado para el trabajo, con independencia del fabricante del sistema de control.

Otras ventajas significativas de las redes de comunicación industrial son:

- **Reducción del cableado:** lo que se traduce en menores costes generales de instalación y mantenimiento.
- **Dispositivos inteligentes:** que permiten un mayor rendimiento y una mayor funcionalidad, como el diagnóstico avanzado.
- **Control distribuido:** con dispositivos inteligentes que proporcionan la flexibilidad de aplicar el control de forma centralizada o distribuida para mejorar el rendimiento y la fiabilidad.

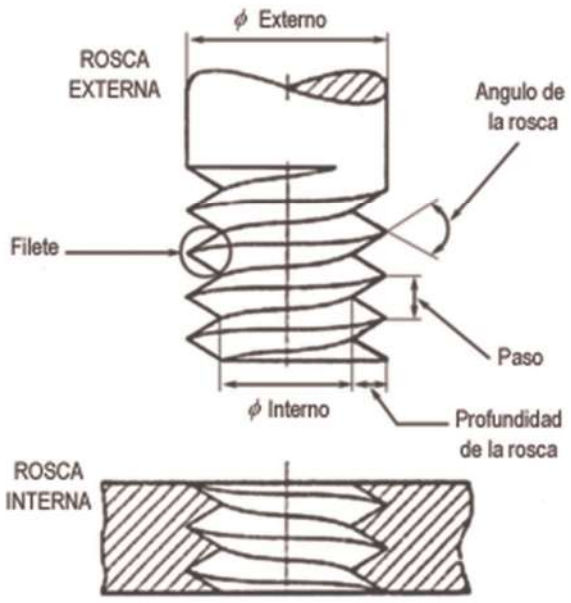
PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

- **Cableado simplificado de una nueva instalación**: lo que se traduce en menos planos y en una reducción general de los costes de ingeniería del sistema de control.
- **Reducción de los costes** de instalación del cableado, de las cajas de derivación y de las cajas de conexión.

6 Representación gráfica de sistemas mecatrónicos.

6.1 Representación de productos mecánicos:

6.1.1 - Técnicas de coquización.



Un **croquis** es un dibujo que esboza una imagen, idea o problema, confeccionado a mano alzada o tomado de un modelo, previo a la ejecución del dibujo definitivo o de alguna obra de arte. Puede ser considerado un bosquejo inicial o un ejercicio de observación y técnica previo a la realización de una obra.

Son creados normalmente a "mano alzada", de una idea, o tomados de la una imagen, un objeto, un mapa, etc. Este tipo de croquis generalmente no es exacto y a veces sólo es legible para el autor.

Los croquis de un modelo son dibujos hechos a partir de un objeto, como un molde de plástico, arcilla, u otro material sólido. Algunos son de modelos de animales, paisajes, montañas, mares, ríos, o regiones geográficas.

El Croquis

El croquis es un medio rápido y eficaz de representación gráfica. Al propio tiempo debe ser claro, limpio, completo y preciso, pero sobre todo su principal característica es que está realizado a mano alzada, es decir, sin los útiles de dibujo.

En toda concepción inventiva de carácter industrial, en todo diseño preliminar., en cualquier explicación o instrucción dada a los subordinados, colaboradores, etc., el croquis a mano alzada es el medio de comunicación y expresión más adecuado.

El croquis no está sujeto imprescindiblemente a reglas o formas determinadas; generalmente es sólo un documento según el cual se desarrollan posteriormente dibujos o planos, pero que también puede servir directamente como documento de fabricación.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

Para la realización de un croquis puede recurrirse a cualquiera de los sistemas de representación utilizados en el dibujo técnico, y aunque su ejecución no va unida imprescindiblemente a formas o reglas preestablecidas, su dibujo se simplifica notablemente con la aplicación de los convencionalismos normalizados para los dibujos técnicos.

Los croquis no se realizan a escala; pero se deben trazar con cierta relación de proporción en cuanto a las formas y medidas. La relación de cada parte del dibujo se realiza a ojo. Un croquis puede ser considerado completo cuando en él se encuentran todos los datos necesarios como: dimensiones, clase de material, formas de los objetos, superficies, tolerancias, etc. Su finalidad principal se puede resumir diciendo, que a partir de un croquis, se puede confeccionar un plano a escala o fabricar una pieza u objeto.

Proceso para la realización de un croquis.

Las fases que requiere la croquización de un solar, de un edificio, de una dependencia del mismo, una pieza u objeto industrial. Básicamente son las siguientes:

· Análisis del elemento a croquizar este real o imaginario,

· Elección de las vistas, secciones o perspectivas a realizar.

· Replanteo del dibujo sobre el papel.

· Acotación y posterior toma de medidas.

· Anotación de las especificaciones

· Revisión y comprobación de todo lo realizado.

En el apartado siguiente se exponen con más detalle cada una de estas fases, ya que básicamente coinciden con las que se precisan en los croquis industriales.

Como ejemplo para entender las diferentes fases que intervienen en la realización correcta de un croquis, hemos seleccionado una pieza industrial.

FASE 1. Análisis de la pieza o elemento a croquizar

Detenerse el tiempo que sea necesario, en el examen previo de la pieza, hasta comprender las formas, partes y detalles que la componen. Antes de proceder a desarrollar la descripción gráfica del objeto, es esencial realizar una imagen mental del mismo; la claridad del croquis estará en razón de nuestra capacidad de concentración, visualización "espacial" y de imaginación.

FASE 2. Elección de las vistas o perspectivas a realizar:

Esta concentración conducirá directamente al siguiente paso, esto es, a la determinación de las vistas completas y parciales necesarias. Debe ser tenido en cuenta que no es necesario representar todas las vistas o caras de un objeto, ya que algunas pueden ser superfluas. Se deben considerar, las mínimas, necesarias y suficientes para representar todas las piezas y ninguna más. No obstante, se recomienda, siempre que sea posible, utilizar en los croquis los convencionalismos y simplificaciones normalizados para los dibujos técnicos.

Este proceso más se resumiría en las siguientes acciones:

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

Elegir la vista más significativa vista principal o alzado, Número de vistas necesarias, Cortes, secciones, roturas, etc, Vistas auxiliares, Ejes de simetría. Estimación de las dimensiones.

FASE 3. Replanteo del dibujo sobre el papel.

A continuación, se procederá a replantear el croquis en relación con el tamaño de la hoja de papel; deberá dibujarse lo suficientemente grande para que sea posible ilustrar todos los detalles claramente y se dejará espacio suficiente para la acotación y especificaciones.

Las piezas pequeñas deben croquizarse a tamaño mayor que el natural. Al comenzar un croquis, se empezará siempre situando las líneas centrales o ejes de simetría; recuérdese asimismo que debe dibujarse primero la vista que representa la forma característica; ésta será generalmente la vista que contiene circunferencias, si las hay.

Encerraremos en rectángulos, triángulos, etc., los perfiles principales, observando cuidadosamente las proporciones para lo que se seleccionará una arista como unidad de longitud, estimando en función de ella las longitudes proporcionales de las demás aristas.

Cuando los perfiles principales estén realizados a satisfacción, añádanse tos detalles guardando igualmente las proporciones. Al, dibujar un croquis sobre papel blanco debe comenzarse marcando la situación de los puntos principales, los vértices, centros, etc., de tal manera que el dibujo encaje correctamente en el papel, reservando un espacio para cada vista, sección, vista auxiliar, etc., y que cada una de ellas ocupe la posición más correcta, pero todo ello ha de hacerse sin tomar medida.

Determinar las líneas centrales, ejes principales y secundarios.

Líneas de contorno, dividir la pieza en elementos geométricos básicos (triángulos, cuadrados, rectángulos, circunferencias, etc.).

Completar cada una de las vistas.

Procurar que las dimensiones de cada parte del dibujo guarden un mínimo de proporcionalidad con las del objeto representado.

FASE 4. El proceso de acotación.

Después de dibujado el croquis y revisado, se procederá a realizar la siguiente fase, la acotación del croquis. Para ella se dibujarán las líneas de referencia y de cota de todas las dimensiones necesarias para la definición del objeto, dibujando cuidadosamente las flechas o trazos que delimitan a las últimas y verificando que no se ha omitido ninguna, pero sin realizar aún ninguna medición. Solamente entonces pueden anotarse ya las medidas de las cotas indicadas en el dibujo, usando para su determinación los aparatos de medida adecuados. En la toma de medidas deben adoptarse las siguientes precauciones:

Medir siempre que sea posible, a partir de superficies acabadas.

Para hallar la distancia comprendida entre los ejes de dos orificios del mismo tamaño, se medirá desde el borde de uno hasta el borde del otro; primero se tomará la medida entre los bordes más cercanos y a continuación entre los bordes más lejanos; la media entre ambas medidas será la que se desea hallar

Las curvas podrán medirse por coordenadas o por ordenadas interceptadas de intervalo en intervalo. Como operación previa, el contorno curvo podrá registrarse colocando una hoja de papel sobre la pieza y frotándola hasta que quede grabada. Por lo tanto el proceso de acotación deberá seguir los siguientes pasos:

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

Trazado de las líneas de referencia y de cota

Toma de medidas y anotación de las mismas, preferentemente según la siguiente secuencia: Cotas funcionales. Cotas no funcionales. Cotas auxiliares. Superficies de referencia. Repaso y comprobación.

FASE 5. Anotación de las especificidades

Para finalizar, se agregan todas las especificaciones relativas al trabajo que sean necesarias para la fabricación de la pieza que se está representando. Nunca deberá de omitirse la fecha en que ha sido realizado el dibujo.

Calidades superficiales, Materiales, Otras especificaciones, tales como denominación, referencia de cada pieza, fecha de ejecución, dimensiones normalizadas, etc.

FASE 6. Revisión y comprobación de todo lo realizado. Para concluir, se procederá a la revisión de todo lo realizado

Tipos de croquis

Al igual que los dibujos a escala, los croquis pueden ser realizarse también en perspectiva axonométrica o caballera, pero sin que en ningún caso deban perder su característica específica de dibujos a mano alzada. Es característica de este tipo de dibujos en perspectiva la mayor dificultad de ejecución unida a una más fácil interpretación. Funcionalmente, los croquis pueden clasificarse según los apartados siguientes: a) Los realizados después de que haya sido construida la pieza, construcción, etc. —Croquis de detalle, dibujado a partir del objeto existente, con indicación de cotas, notas complementarias, a partir de las cuales se puedan reproducir piezas duplicadas, construcciones iguales, etc., o bien se pueda realizar el dibujo de fabricación. —Croquis de conjunto o de montaje, realizado a partir de un mecanismo, aparato o máquina para indicar las posiciones relativas de los diversos componentes e indicar distancias entre ejes, anclajes, etc.

En ocasiones, para máquinas sencillas, se indicarán cotas y especificaciones completas. b) Los realizados antes de que haya sido construida la pieza, construcción, etc. —Croquis de ideas, usado en el estudio y desarrollo de la disposición y en el proporcionado de las partes de un proyecto. —Croquis de cálculo, realizado en relación con el cálculo numérico estático, cinemático o dinámico. —Croquis de ejecución, para fijar las instrucciones sobre las disposiciones o ideas especiales que deben incluirse en el proyecto.

—Croquis de proyecto, que se utiliza para desarrollar las ideas, de tal manera que pueda realizarse el dibujo a escala. —Croquis de trabajo, hecho como sustituto de los dibujos a escala. c) Los denominados croquis de contornos o diagramáticos, realizados generalmente con fines informativos de situación, tales como por ejemplo, indicar el tamaño y situación de poleas o árboles de transmisión, de tuberías, de líneas eléctricas, etc., es decir, para facilitar la información necesaria en relación con el montaje de una determinada máquina, para situar un elemento, etc., dando todas las cotas precisas, tales como distancias de los pernos de anclaje para una fundición u otras informaciones semejantes.

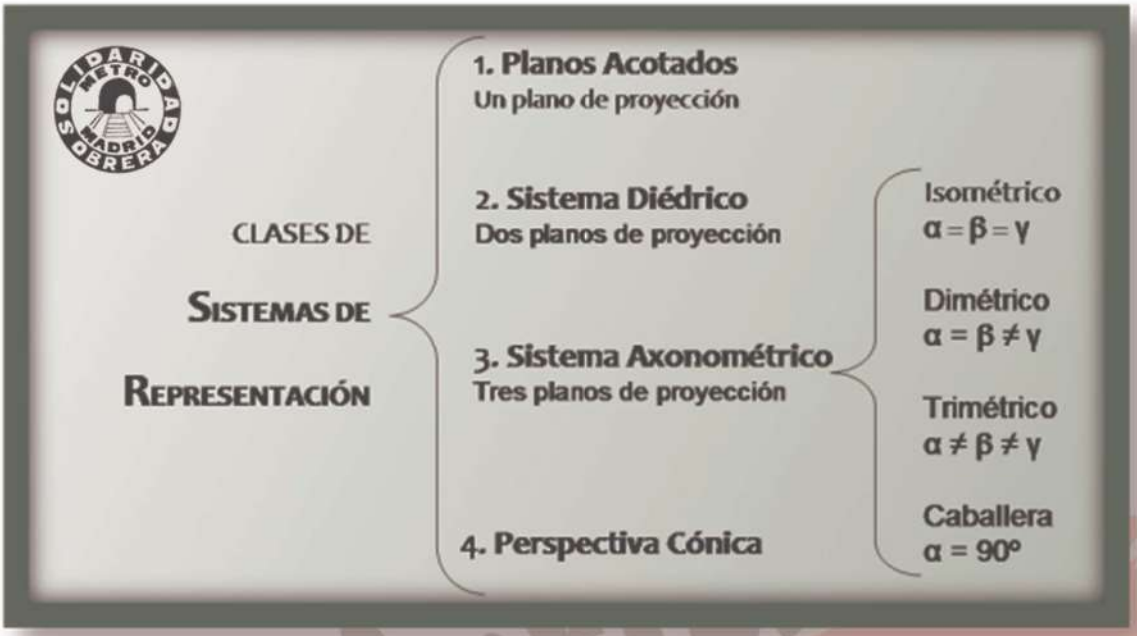
6.1.2 - Sistemas de representación.

Geometría descriptiva es la parte de la matemática gráfica que pretende resolver los siguientes problemas:

1. Representar un cuerpo cualquiera del espacio (3 dimensiones) en un plano de dibujo (2 dimensiones).
2. A partir de un dibujo en el plano, reproducir un cuerpo en el espacio con sus 3 dimensiones.

A cada forma de resolver estos problemas se le llama **sistema de representación** de geometría descriptiva.

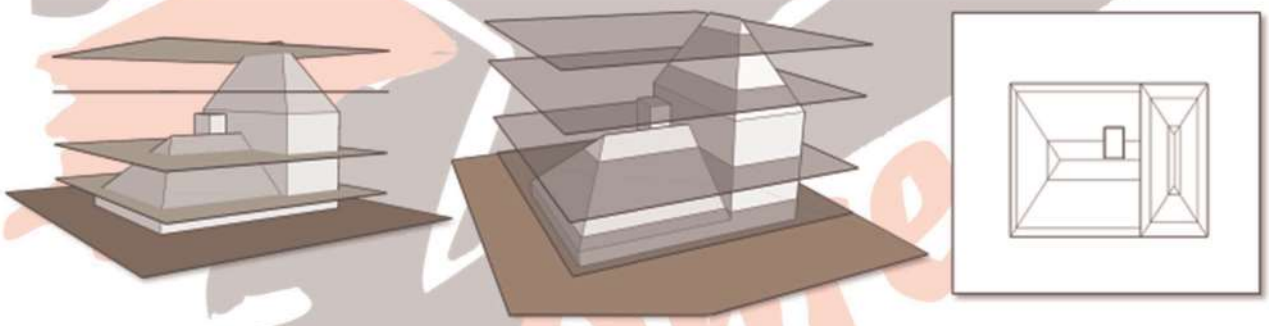
PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA



Fundamentos del SISTEMA DE PLANOS ACOTADOS

Se basa en un solo plano (plano del dibujo) sobre el cual se proyecta todo, indicando junto a la proyección de cada punto un número que será la cota del punto.

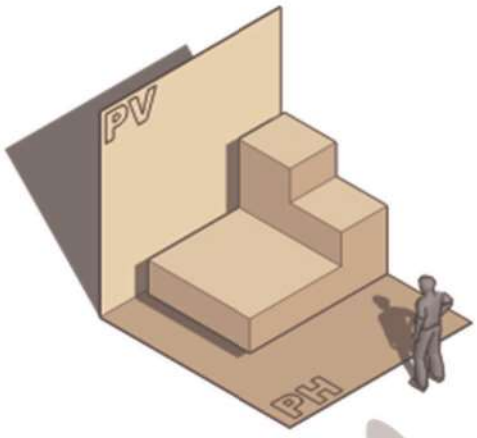
Se utiliza fundamentalmente para topografía y cálculo de tejados.



Fundamentos del SISTEMA DIÉDRICO

Se fundamenta en 2 planos de proyección (plano horizontal -PH- y plano vertical -PV-). Estos planos deben ser perpendiculares entre si y se cortan según una línea recta llamada línea de tierra (LT). El cuerpo del espacio se proyecta sobre ambos planos obteniéndose dos proyecciones del cuerpo:

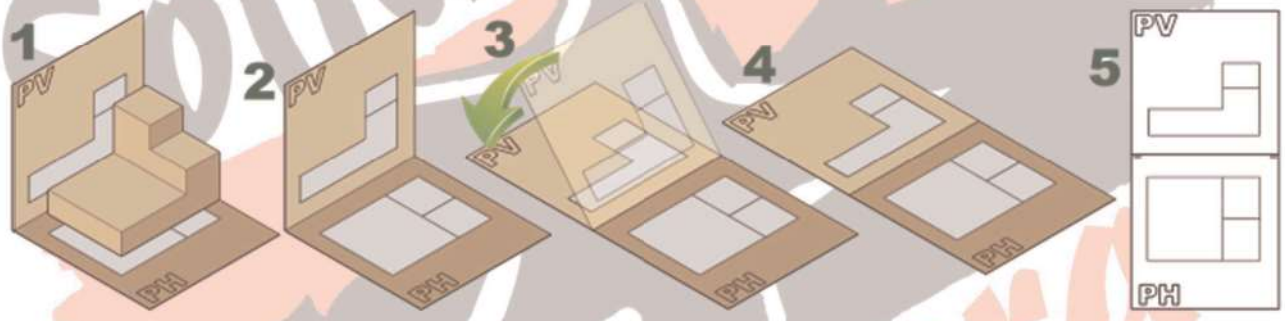
PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA



- Proyección horizontal
- Proyección vertical

Como el plano del dibujo es horizontal, para que la proyección vertical quede sobre el plano del dibujo tendremos que abatir el plano vertical (PV) con todo lo que contenga.

Para abatirlo lo haremos girar a través de la línea de tierra (LT) hasta hacerlo coincidir con el plano horizontal (PH). De esta forma, lo tendremos en un solo plano y se podrá representar en el plano del dibujo.

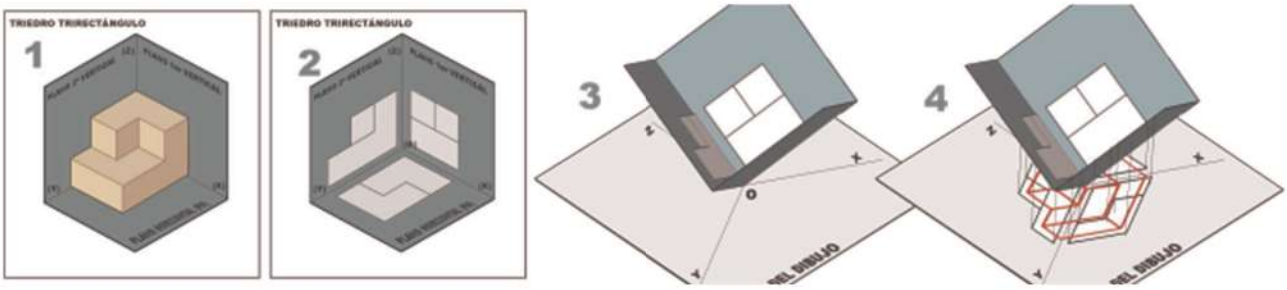


1. El cuerpo del espacio se proyecta sobre los dos planos.
2. Nos quedamos con las proyecciones y prescindimos del cuerpo a representar.
3. Se gira el PV hasta hacerlo coincidir con el PH.
4. Tras el giro, tendremos las dos proyecciones sobre un único plano. Los dos planos y sus proyecciones, coinciden con el plano del dibujo
5. Representación de las proyecciones sobre el plano del dibujo.

Fundamentos del SISTEMA AXONOMÉTRICO

Se fundamenta en tres planos de proyección (plano horizontal -PH-, plano primer vertical -P1V- y plano segundo vertical -P2ºV-). Los tres planos son perpendiculares entre sí formando un triedro trirectangulo cuyo vértice es el origen de coordenadas. Los 3 planos se cortan según 3 rectas llamadas ejes: X, Y y Z. Los ejes son también perpendiculares entre sí.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA



1. El cuerpo del espacio se proyecta sobre los tres planos
2. Obteniendo las tres proyecciones previas.
3. El triedro trirectangulo se coloca sobre el plano del dibujo apoyado por el origen de coordenadas (O).
4. Sobre el plano del dibujo se proyecta todo lo que hay en el espacio:
    1. Las proyecciones de los ejes X, Y y Z.



    2. La proyección directa del cuerpo (en rojo).
    3. Las tres proyecciones de las proyecciones previas.

En este sistema, todo lo que está en el espacio tiene 4 proyecciones: proyección directa (para mejor identificación, en rojo en la imagen de la derecha), proyección horizontal, proyección primer vertical, proyección segundo vertical.

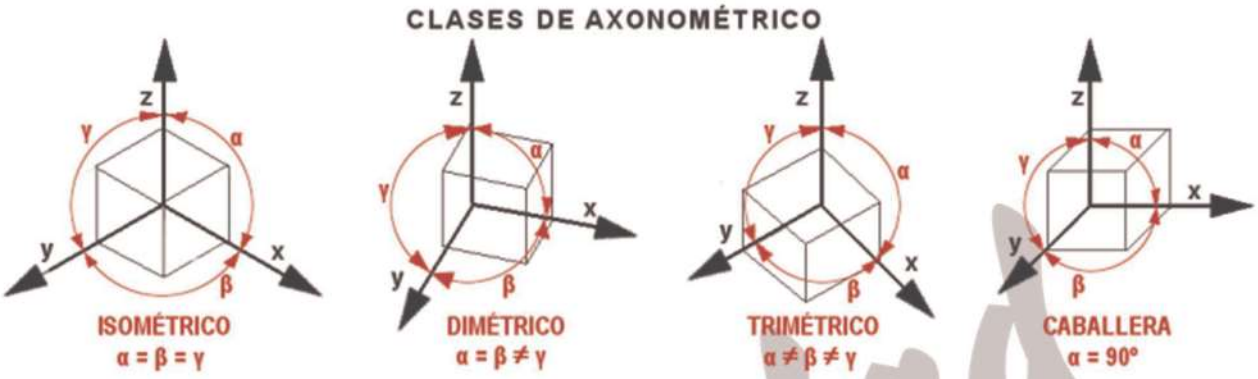
3. Clases de Axonométrico

Dependiendo de la disposición del triedro con respecto al plano del dibujo, tendremos varios tipos de sistemas axonométricos:

- **Isométrico**. Los ángulos existentes entre los ejes, tienen el mismo valor de 120º, esto es: $\alpha = \beta = \gamma = 120º$
- **Dimétrico**. Dos de los ángulos son iguales y el tercero, distinto: $\alpha = \beta \neq \gamma$
- **Trimétrico**. Los tres ángulos son distintos: $\alpha \neq \beta \neq \gamma$

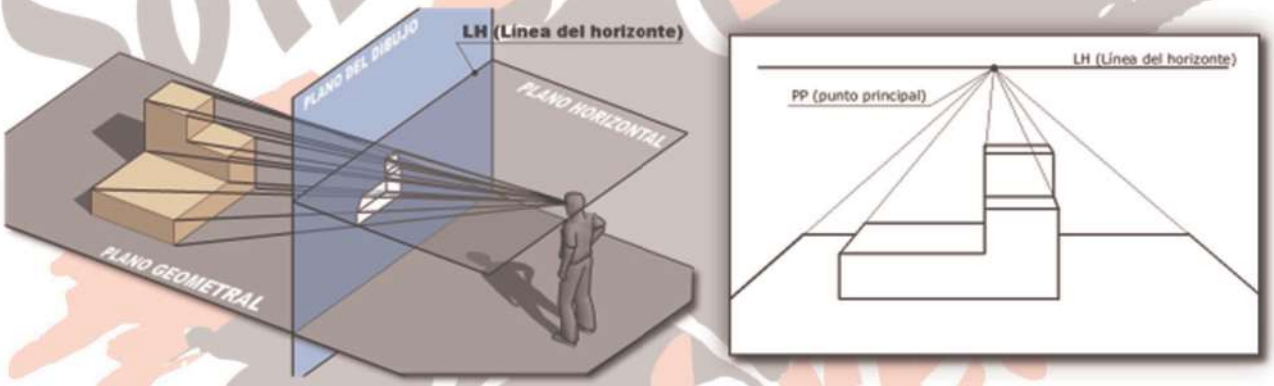
PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

- **Caballera.** Es un caso especial del sistema axonométrico. Se coloca el plano primer vertical apoyado sobre el plano del dibujo. Según esto, al ángulo α formado entre los ejes X e Y es de 90º.

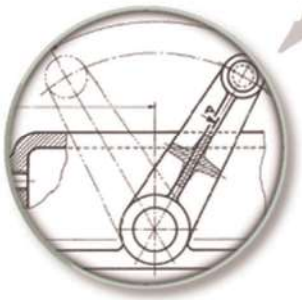


4. **Fundamentos de la PERSPECTIVA CÓNICA**

Se basa en la proyección de un cuerpo en el espacio sobre el plano del dibujo desde la posición que tendría un observador delante del plano del dibujo. Para ello, utiliza rectas proyectantes que pasan por un punto (dos o tres, dependiendo del tipo de perspectiva cónica). El resultado se aproxima a la visión obtenida si el ojo estuviera situado en dicho punto.



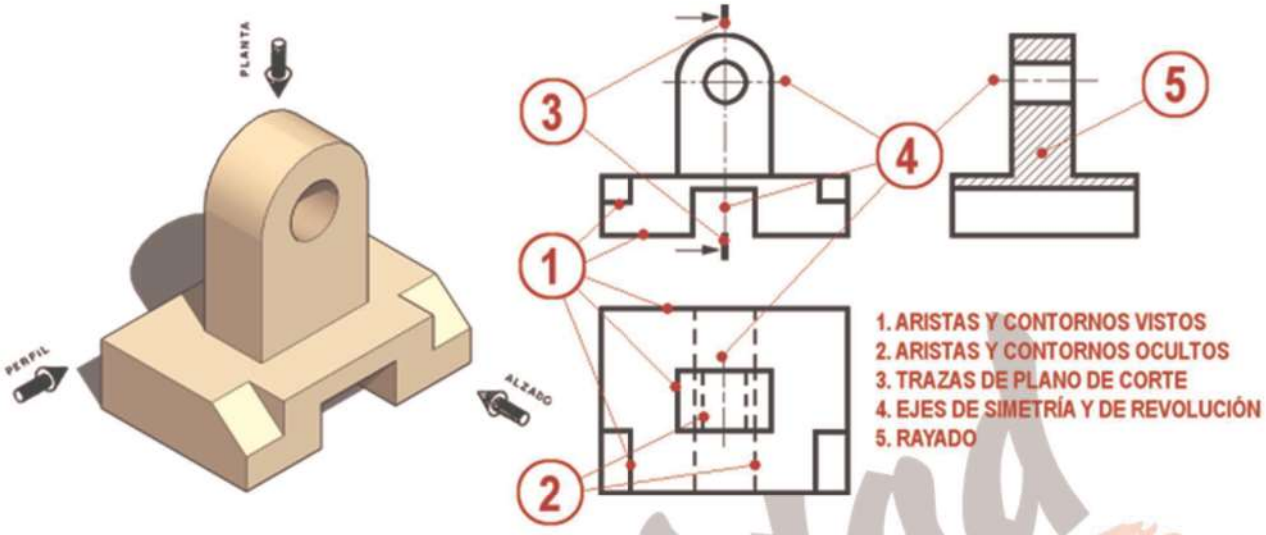
6.1.3 - Líneas normalizadas.



Tener identificadas las vistas de una pieza, no es suficiente para que un dibujo esté bien realizado. Dependiendo del tipo y tamaño del dibujo de deben utilizar un **formato de lámina** y unos grosores en las líneas de dibujo que facilite la comprensión y que nos aporte los datos necesarios sobre la pieza que está representada en el dibujo.

Además, para favorecer la estandarización, los formatos y las líneas estarán normalizados.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA



Líneas normalizadas



Los dibujos debes ser claros y no llevar a confusión. Según esto, se deben utilizar unos tipos de líneas normalizadas, de tal forma que las zonas importantes del dibujo estén resaltadas (líneas gruesas) y otras más finas que sirvan para datos o referencias, es decir, para aportación de información.

- **Clases de líneas normalizadas**

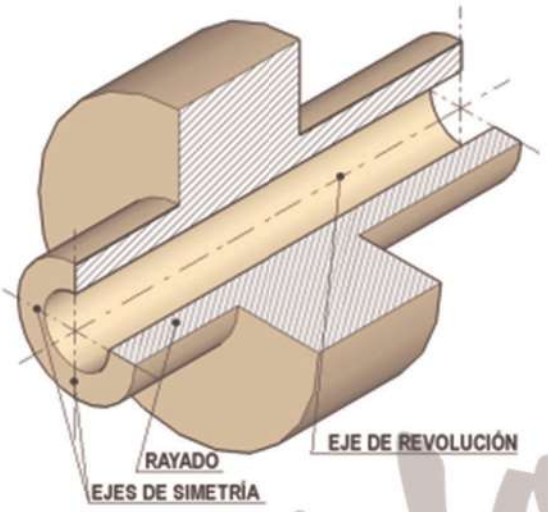
Los tipos de líneas más comunes que nos podemos encontrar en la mayoría de los dibujos técnicos son:

1. Aristas y contornos vistos. Se trata de una línea gruesa, la más gruesa de la serie, que se utiliza para marcar los contornos vistos y las aristas vistas.

2. Aristas y contornos ocultos. Se trata de líneas de trazos de grosor medio que se utilizan en contornos ocultos y aristas ocultas.

3. Trazas de plano de corte. Son líneas finas de trazos y punto, con trazos gruesos en los extremos. Dependiendo del **tipo de corte**, pueden marcar cambios de dirección con trazo grueso.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

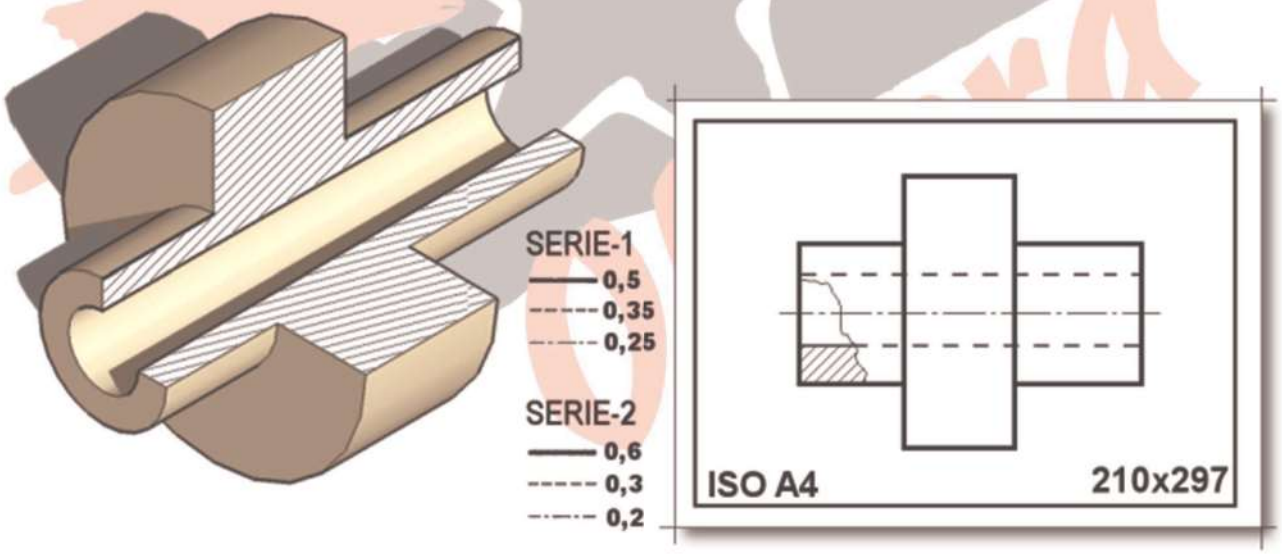


4. Ejes de simetría y de revolución. Son líneas finas de trazo y punto, y sirven para marcar los ejes de simetría y de revolución. El **eje de revolución** es el que recorre el interior de un cilindro o un cono. Mientras que los **ejes de simetría** estarán colocados en las superficies circulares (bases del cilindro).

5. Rayado. Se trata de líneas finas, la más fina de la serie, y además de para hacer el rayado, sirve para líneas ficticias, líneas de cota, líneas de referencia, contornos de secciones abatidas sobre el dibujo y ejes cortos.

- **Grosores de líneas normalizadas**

Los dibujos técnicos se realizan en distintos formatos por lo que, debemos ajustar los grosores de las líneas para cada uno de esos formatos. El formato ISO A4 (DIN A4), uno de los formatos más utilizados en el ámbito educativo, los grosores de líneas a utilizar son:



- **Grosores según formatos**

Las líneas están normalizadas en dos series de líneas llamadas **Serie 1** y **Serie 2**, cada una de las cuales está formada por tres tipos grosores de líneas. Los grosores de las líneas en función de los formatos son (medidas en mm.):

FORMATO	DIMENSIONES	SERIE-1			SERIE-2		
ISO A4 (DIN A4)	(210×297)	0,5	0,35	0,25	0,6	0,3	0,2
ISO A3 (DIN A3)	(297×420)	0,7	0,5	0,35	0,8	0,4	0,2
ISO A2 (DIN A2)	(420×594)	1	0,7	0,5	1	0,5	0.3
ISO A1 (DIN A1)	(594×841)	1,4	1	7	1,2	0,6	0,3

- **Tipos de líneas y aplicaciones**

LÍNEAS	DENOMINACIÓN	APLICACIONES
1 ———	1.- Llena continua o línea gruesa	• Contornos vistos • Aristas vistas
2 ———	2.- Llena fina (recta o curva)	• Líneas ficticias vistas • Líneas de cota • Líneas de referencia • Rayados • Contornos de secciones abatidas sobre el dibujo • Ejes cortos
3 ~~~	3.- Llena fina a mano alzada	• Límites de vistas o cortes locales o interrumpidos
4 ⌇⌇⌇	4.- Llena fina (recta) con zigzag	• Límites de vistas ejecutados automáticamente
5 - - - -	5.- Línea discontinua o línea gruesa de trazos	• Contornos ocultos • Aristas ocultas
6 - - - -	6.- Línea discontinua o línea fina de trazas	• Contornos ocultos • Aristas ocultas

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

7	7.- Fina de trazos y puntos	• Ejes de revolución • Trazas de plano de simetria • Trayectorias
8	8.- Fina de trazos y puntos, gruesa en los extremos y cambios dirección	• Trazas de plano de corte
9	9.- Gruesa de trazos y puntos	• Indicación de lineas o superficies que son objeto de especificaciones
10	10.- Fina de trazos y doble punto	• Contornos de piezas adyacentes • Posiciones intermedias y extremos de piezas móviles • Líneas de centro de gravedad • Contornos iniciales antes del conformado • Partes situadas delante del plano de corte

- **Prioridad en líneas coincidentes**

Las líneas tienen una prioridad ante la coincidencia con otras líneas. Se considera como línea principal la **Línea Llena Gruesa** (1), empleada para la representación de aristas y contornos vistas de la Pieza. Este tipo de línea tendrá preferencia sobre el resto de líneas.

La siguiente, en prioridad, es la **Línea Discontinua o de Trazos** (5), empleada para representar contornos o aristas no vistos u ocultos.

Ejemplo de aplicación: Si tenemos que representar una vista en la que una **Línea Llena Gruesa** coincide con una de **Trazos**, se dibujará la línea gruesa.

Por último, cuando coincide una **Línea de Trazos** con una línea que representa un **Eje**, tendrá prioridad la Línea de Trazos.

6.1.4 - Escalas.

A menudo nos encontramos que tenemos que representar dibujos excesivamente grandes para poderlos situar en láminas o planos. Otras veces, el objeto es demasiado pequeño y no habrá

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

condiciones suficientes para que quede bien representado. En estos casos es necesario aplicar una escala.

Por lo comentado, tenemos **escalas de reducción** y escalas **de ampliación**. La **escala natural, E=1:1** (se dice, escala uno es a uno), representa los objetos con las medidas reales.

$$\text{Escala} = \frac{\text{Medida del Dibujo}}{\text{Medida de la Realidad}} = \frac{D}{R}$$

La **escala** es la relación existente entre las dimensiones de un dibujo y las dimensiones reales del objeto representado.

En el apartado de escalas hay varios conceptos que debemos tener claros:

Distribución:

- Escala
- Escalas gráficas.
- Tipos de escalas.
- Escalas normalizadas.
- Cambios de escala.

- **Escala**

La escala es una relación entre la medida del dibujo y la medida del objeto real, o sea, **escala = dibujo / realidad**.



La representación mediante escalas obliga a realizar continuamente operaciones matemáticas (multiplicaciones o divisiones). Dado que esta tarea puede ser tediosa, se utilizan las escalas gráficas.

Aunque el conocimiento de todas estas relaciones es muy conveniente, el apartado de **ESCALAS** (normalización, construcción y empleo), es de suma importancia sobre todo para los dibujos de aplicación industrial.

- **La escala gráfica**

Es una regla graduada de tal manera que al ponerla directamente sobre el dibujo, se obtiene la medida real. La más conocida es el **escalímetro.**

- **El escalímetro**



El **escalímetro** es una regla especial de forma triangular.

Está construido de tal forma que, en cada una de sus tres aristas posee grabadas dos escalas diferentes por cada cara.

El uso del escalímetro me permite tomar y representar medidas en diferentes escalas de una forma muy cómoda, rápida y segura.

Cuando se dispone de un dibujo realizado a una escala que no está normalizada, o bien no disponemos de un escalímetro para la escala del dibujo, en este caso será necesario construir la **escala gráfica**.

La escala gráfica la podemos crear nosotros mismos. Supongamos que debemos crear una escala gráfica para E=3:2. Dado que E=D:R (medida del Dibujo partido por la medida del objeto Real), tenemos que la escala anterior la podríamos poner como E=1,5:1

Finándonos en este dato, vemos que se trata de una escala de ampliación y significa que por 1 (mm, cm, m, etc) del objeto real, tenemos 1,5 (mm, cm, m, etc) en el dibujo.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

La construcción de la escala se realiza de la siguiente manera (enlace): **Construcción de la escala gráfica E=3:2**

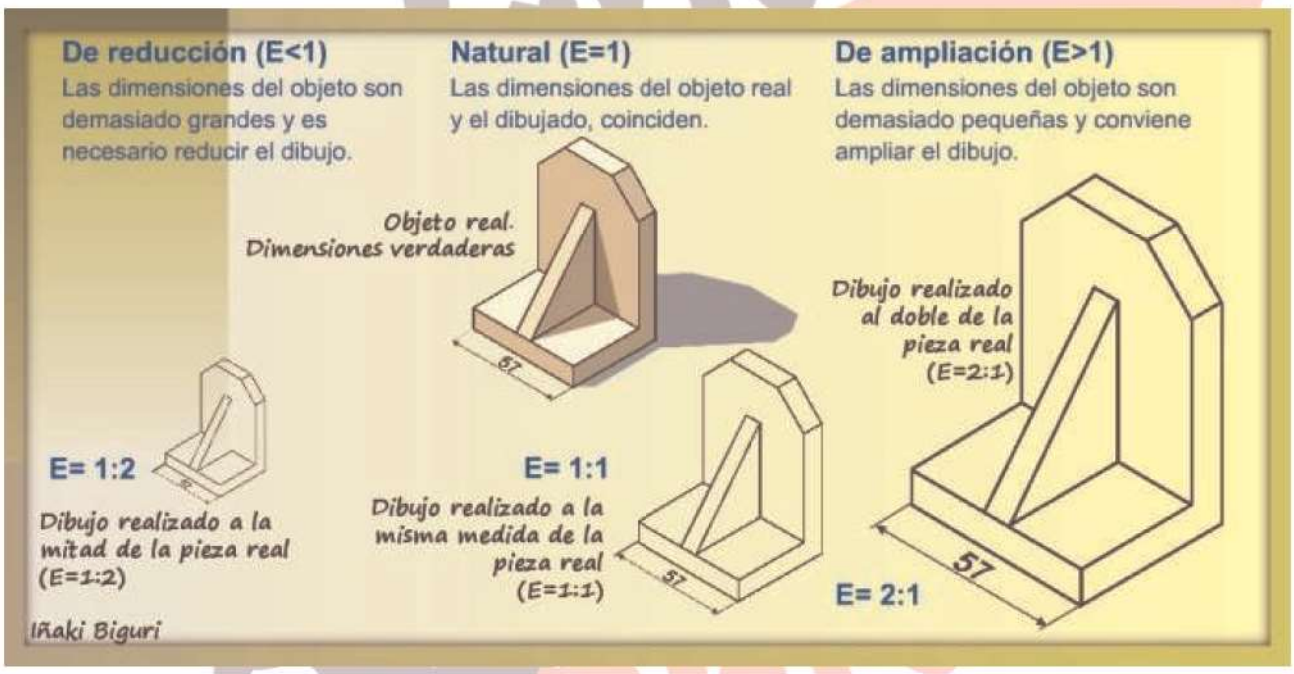
- **Tipos de escalas**

Dependiendo de las medidas del objeto a representar y el tamaño del dibujo, tenemos tres tipos de escalas:

Natural (E=1). Las dimensiones del objeto real y el dibujado, coinciden.

De reducción (E<1). Las dimensiones del objeto son demasiado grandes para poder dibujarlas en un plano o una lámina. Las dimensiones reales hay que reducirlas para que el objeto pueda ser representado. Las piezas de un coche, el plano de una casa o bien el mapa de una ciudad, hay que reducirlas para representarlas en un plano.

De ampliación (E>1). Las dimensiones del objeto son demasiado pequeñas y conviene ampliar el dibujo. Piezas pequeñas como las que pudieran darse en relojería, son excesivamente pequeñas. Habría que ampliarlas.



.

- **Escalas normalizadas**

Aunque se puede utilizar cualquier tipo de escala para que la representación del objeto en el plano sea la correcta (por ejemplo, utilizando la escala E= 3:2), conviene utilizar las escalas que vienen determinadas en la norma UNE 1 – 026 – 83 (1) 2R.

Estas escalas normalizadas son:

De reducción (E<1)			Natural (E=1)	De ampliación (E>1)		
1:2	1:5	1:10	1:1	2:1	5:1	10:1
1:20	1:50	1:100		20:1	50:1	
1:200	1:500	1:1.000				
1:2.000	1:5.000	1:10.000				

.

- **Cambio de escala**

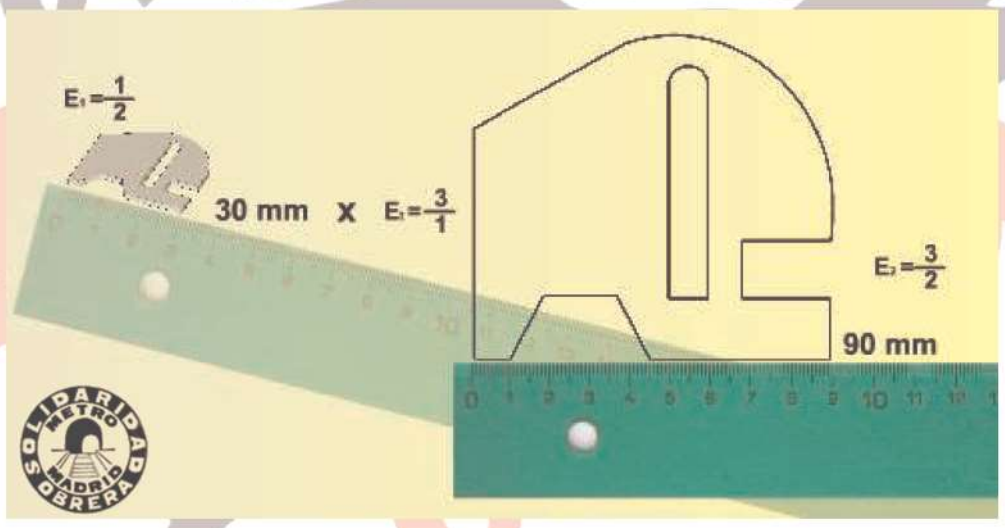
Cuando existe un dibujo realizado a una escala, por ejemplo E=1:2 (escala 1) y es necesario realizarlo a otra escala, por ejemplo E=3:2 (escala 2), las operaciones a seguir son:

$$E_1=\frac{1}{2} \qquad E_2=\frac{3}{2}$$

$$E_t=\frac{2}{1} \times \frac{3}{2} = \frac{6}{2} = \frac{3}{1}$$

1. Se multiplica el inverso de la escala 1 por la escala 2. Obtenemos la escala de transformación (Et).

2. Multiplicamos todas las medidas del dibujo 1 (realizado a la escala 1) por la escala de transformación. Obtenemos las medidas del dibujo 2 (realizado a la escala 2).



6.1.5 - Normas de dibujo industrial.

Básicamente, una Norma es un documento técnico que recoge una serie de reglas que definen características de productos, de materiales o de procesos productivos o industriales, con el fin primordial de asegurar la intercambiabilidad y obtener los mejores resultados en su utilización.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

Según **AENOR (Asociación Española de Normalización y Certificación)**, una Norma es un documento de aplicación voluntaria que contiene especificaciones técnicas basadas en los resultados de la experiencia y del desarrollo tecnológico.

Las normas son el fruto del consenso entre todas las partes interesadas e involucradas en la actividad objeto de la misma. Además, debe aprobarse por un Organismo de Normalización reconocido.

- **Objetivos y Condiciones de una Norma**

Los objetivos de una Norma son:

- Definir de forma completa e inequívoca las características de materiales, productos, procesos y servicios.
- Tipificar y unificar los modelos y tipos de todos estos elementos, reduciendo en lo posible su diversidad y garantizando su intercambiabilidad.
- Simplificar los procesos y operaciones de fabricación o producción, así como la información necesaria para la identificación de las características de los elementos descritos.

*Una Norma debe cumplir las condiciones básicas de **Claridad, Precisión, Objetividad y Eficacia**.*

- **Beneficios que aporta la Normalización**

La adopción de Normas internacionales en todos los ámbitos de la industria y el comercio han supuesto:

- Una disminución de los costes de fabricación al tipificar los modelos de productos y, como consecuencia, los procesos productivos.
- La existencia de productos y servicios fiables y seguros, ya que el uso de la Norma es símbolo de garantía.
- La libre difusión universal de los conocimientos técnicos recogidos en ellas.
- **Origen de la Normalización. Organismos reguladores.**

Aunque en algunas culturas antiguas aparecían documentos que podríamos interpretar como orientados a regular o establecer ciertos métodos de trabajo o de procesos, no es hasta el desarrollo industrial del siglo XIX cuando comienzan a adoptarse reglas de uso común para combatir la anarquía existente en la incipiente economía industrial. Una de estas primeras medidas fue la adopción del Sistema Métrico Decimal en Europa.

Las primeras normas industriales surgen a partir del desarrollo de las primeras máquinas, y aparecen a finales del siglo XIX en Estados Unidos e Inglaterra. Su objetivo final era asegurar la intercambiabilidad de piezas de distintos fabricantes dentro de un mismo montaje mecánico.

Durante la primera guerra mundial se crea en Alemania un Comité de Normalización para la Construcción de Máquinas, que daría lugar al desarrollo posterior de las normas **DIN (Deutsche Institut für Normung)**. Paralelamente se desarrollan normas en otros países como Francia (normas NF), Estados Unidos (ASA, ASTM), Italia (UNI), URSS (GOST) e Inglaterra (BS).

En 1926 se crea la Federación Internacional de Asociaciones Nacionales de Normalización, que desarrolla las normas ISA, con el respaldo de Alemania, Francia, Inglaterra, Bélgica y USA. Esta asociación desaparece duran-te la segunda guerra mundial y reaparece en 1946 como la Organización Internacional de Normalización, que desde entonces desarrolla las normas **ISO (International Standardinzing Organization).**

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

En España, en 1925 se crea la Oficina para la Unificación de los Materiales (orientado a la industria del ferrocarril). En 1930 se crea el Comité de Normalización para la Construcción Naval, y en 1946 el Instituto Nacional de Racionalización del Trabajo. Este último establece las normas **UNE («Una Norma Española»)**, cuyo punto de partida fueron las normas DIN alemanas y las ISO internacionales.

Actualmente, el organismo regulador de las normas UNE es **AENOR**, la Asociación Española de Normalización y Certificación, una entidad no pública que integra miembros tanto estatales como representantes de la industria y particulares.

Existe un Comité Europeo de Normalización (**CEN**, con su vertiente eléctrica, CENELEC) que emite las normas EN, basadas en normas ISO. Todos los países de la comunidad deben adoptar estas normas. Actualmente, la normalización internacional aparece en España con un formato conjunto ISO-EN-UNE.

- **Elaboración de una Norma**

El proceso de elaboración de una norma está sometido a una serie de fases que permiten asegurar que el documento final es fruto del consenso, y que cualquier persona puede emitir sus opiniones o comentarios.

En España, tras la aprobación por el Comité Técnico de Normalización (AENOR) del proyecto final de una norma, el Boletín Oficial del Estado (BOE) publica la relación mensual de proyectos UNE sometidos a un periodo de Información Pública, durante el cual cualquier persona o entidad interesada podrá presentar observaciones. Las observaciones deben realizarse a AENOR
Una vez analizados los comentarios recibidos en esta fase, el comité redactará el texto final, que será aprobado y publicado como norma UNE por AENOR. (Texto e ilustración © AENOR)

Las etapas normales en la elaboración de una norma son:

- Trabajos previos: recopilación de información, discusión sobre el contenido...
- Elaboración del proyecto de norma.
- Publicación en el BOE.
- Elaboración de la propuesta de norma.
- Registro, edición y difusión de la norma.

- **Clasificación de las Normas según su Contenido**

Atendiendo al contenido, las normas se dividen en:

- **Normas Fundamentales**

Se aplican en todos los sectores económicos, como el comercio, la industria, la agricultura, los servicios.

Puede ser de contenido general (medidas, unidades, notaciones, protocolos...) o de contenido técnico (tolerancias, ajustes, engranajes, características eléctricas...)

- **Normas de Materiales**

Indican propiedades de materiales (composición, resistencia, tratamientos...).

- **Normas de Dimensiones de Piezas o Mecanismos**

Establecen las características dimensionales de piezas: arandelas, resortes, bridas, pasadores, tuberías...

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

- **Clasificación de las Normas según su Ámbito**

Atendiendo al ámbito de aplicación, las normas se dividen en:

- **Internacionales**

Se elaboran en el marco de un organismo de normalización internacional que a su vez agrupa a varios organismos nacionales. AENOR es miembro de la Organización Internacional de Normalización y de la Comisión Electrotécnica Internacional.

- **Nacionales**

En España, es AENOR el organismo reconocido para el desarrollo de actividades de normalización. Mu-chas veces AENOR se limita a traducir y publicar las normas europeas EN.

- **Regionales o Sectoriales**

Ciertos sectores industriales como el petroquímico o el eléctrico tienen sus propias normas, que normalmente proceden de asociaciones de empresas especializadas.

- **Internas o de empresa**

Son instrucciones internas de las empresas. Son el punto de partida para la preparación de las normas, ya que las empresas tienen una participación muy apreciable en los comités de normalización.

- **Denominación de las normas**

La denominación de una norma se hace mediante la siguiente nomenclatura:

AAA BBCCC (-D) : NNNN

- AAA es el organismo emisor (UNE, EN, ISO, DIN...).
- BB se refiere a la materia tratada, de las que hay unas 80. Algunas de ellas son:
    - 1: Asuntos Generales
    - 4: Ciencias Sociales
    - 7: Ensayos de materiales
    - 14: Soldaduras
    - 17: Medios de fijación
    - 18: Rodamientos
- CCC indica un número de orden correlativo.
- D Puede indicar una parte de una norma más extensa (opcional).
- NNNN es el año de emisión.

Ejemplos: UNE 1034-1:1975, ISO 3098-1:1974

- **Las Normas en el Dibujo Técnico**

Las Normas del Dibujo Técnico regulan, entre otras cosas:

- Las Escalas y los Formatos.

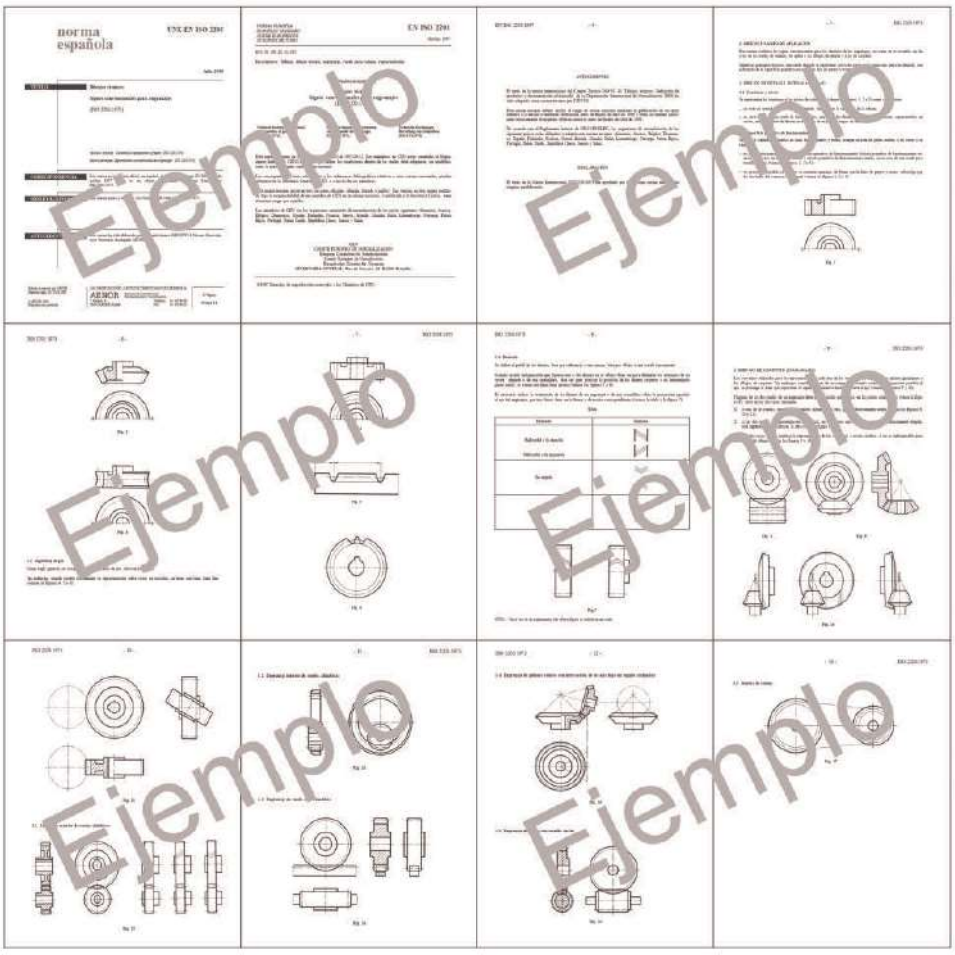
PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

- Las Representaciones Normalizadas.
- La Acotación.
- Los Signos y Símbolos convencionales.
- Los Números y Diámetros Normales.
- El Plegado de Planos.
- Los Despieces.

En los capítulos siguientes se exponen los contenidos más importantes de las Normas del Dibujo Técnico, extraídos directamente de los documentos oficiales UNE-ISO, y son explicados mediante ilustraciones, fotografías y figuras demostrativas.

- **Ejemplo de norma**

En las figuras siguientes se muestra un facsímil del contenido de una norma. Hay que tener en cuenta que la reproducción no autorizada de las normas españolas es ilegal. AENOR edita publicaciones propias con el contenido de las normas (en papel y en formato electrónico) y también libros en los que se exponen o se desarrollan dichas normas de forma didáctica. Por tanto, estas imágenes se muestran meramente a título informativo.



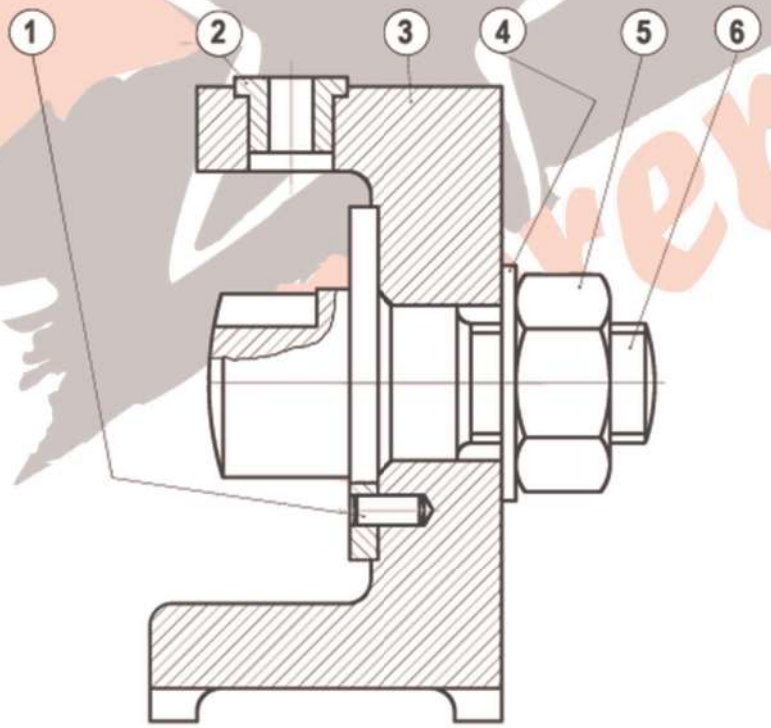
6.1.6 - Planos de conjunto y despiece.

Las piezas, en sí mismo, carecen de significado ya que han sido diseñadas para que formen parte de un mecanismo, de una instalación, o de una máquina.

En el dibujo de conjunto vemos las piezas con su forma real, dimensiones, posiciones, materiales, etc., todo ello relacionado con otras piezas que componen el mecanismo. Es decir, vemos la pieza y su utilidad dentro del mecanismo.

- Distribución
- Dibujo de conjunto
- Referencias de los elementos. Marcas
    - Representación de las marcas
- Dibujo de despiece
    - Normas para un dibujo de despiece
- Perspectiva explosionada
- Cajetín y lista de despiece
- Recuerda que...

- **Dibujo de conjunto**



Dibujo de conjunto, es la representación de un grupo de piezas que forma un mecanismo, una máquina, una instalación, un montaje….

Por lo tanto, en el dibujo de conjunto se representan las distintas piezas que forman el conjunto de tal forma que aparecen montadas en la posición real de funcionamiento.

Las distintas piezas que forman el conjunto, están identificadas por medio de unas **marcas** con un número asociado.

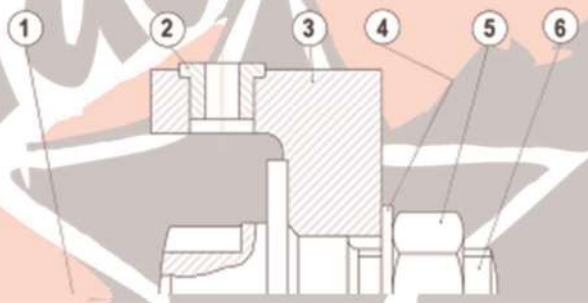
Como se puede entender, este tipo de dibujos son imprescindibles para efectuar las labores de montaje de la máquina o mecanismo representado, permitiendo observar la posición relativa de cada una de las piezas y su relación dentro del conjunto (distancias entre ejes, distancias entre puntos fundamentales, controles de posición…).

En los planos de conjunto **deben verse todas las piezas que lo componen**, evitando las líneas de trazos.

Para ello será necesario dibujar **las vistas, cortes y roturas necesarios** para interpretar el funcionamiento del conjunto, y visualizar, al menos parcialmente, cada una de las piezas del conjunto.

- **Referencias de los elementos. Marcas**

Por lo tanto, en el **dibujo de conjunto** se representan las distintas piezas que forman el conjunto de tal forma que aparecen montadas en la posición real de funcionamiento.



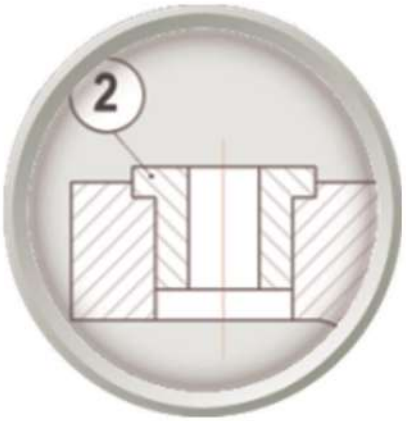
Las **marcas** (o referencias de los elementos) son los números asociados a las distintas piezas que forman el conjunto.

La norma **UNE-EN ISO 6433:1996** Dibujos técnicos: Referencia de los elementos (**ISO 6433:1981**), establece que:

- A cada pieza del conjunto se le asigna una marca, que será la referencia del elemento. Esta marca debe distinguirse netamente de cualquier otra indicación.
- Los elementos idénticos de un conjunto se identifican por una misma referencia y si no existiese ambigüedad se referirán sólo una vez.
- Si existen grupos de elementos, cada subconjunto debe identificarse con una sola referencia.

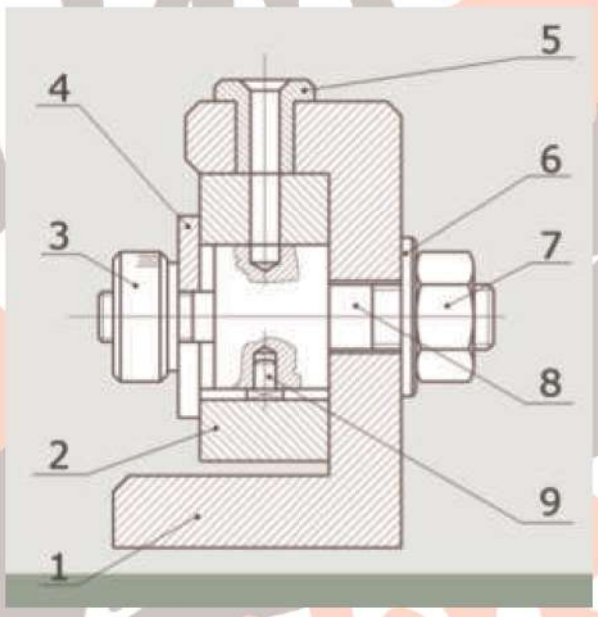
- **Representación de las marcas**

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA



Existe una forma normalizada para representar las marcas, recogida en la **UNE 1032:1982 Dibujos técnicos: Principios generales de representación.**

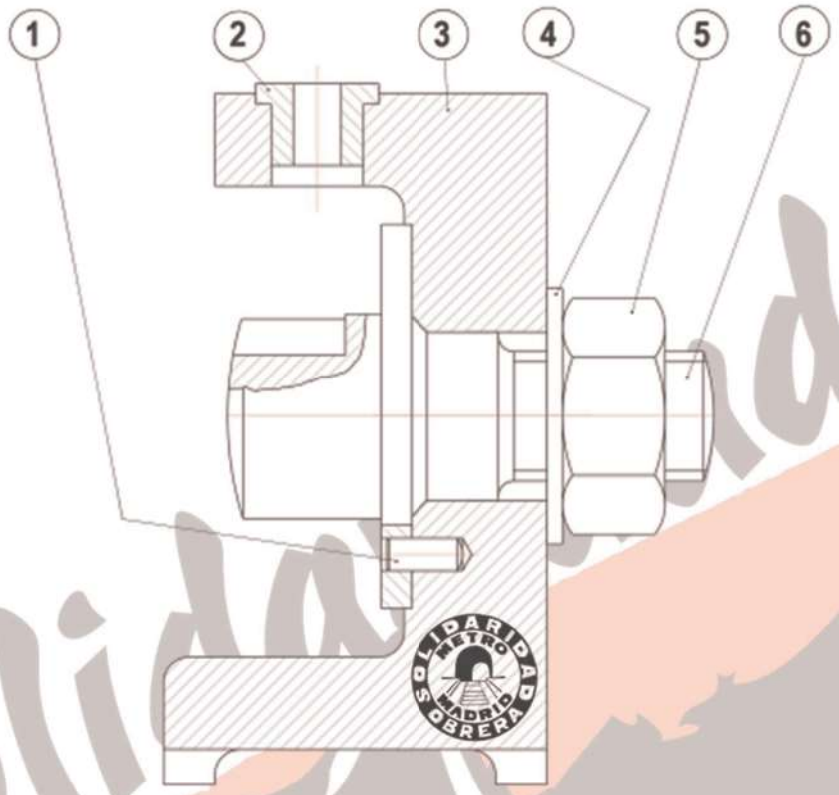
Cada una de las marcas debe unirse al elemento correspondiente por una **línea de referencia**, que va desde la marca a un punto o una flecha.



- Las marcas deben disponerse en las mejores condiciones posibles de claridad y legibilidad del dibujo, preferiblemente alineadas en filas y columnas.
- Debe adoptarse un orden determinado para la numeración de las referencias:
    1. Orden posible de montaje
    2. Orden de importancia
    3. Cualquier otro orden lógico.

- **Dibujo de despiece**

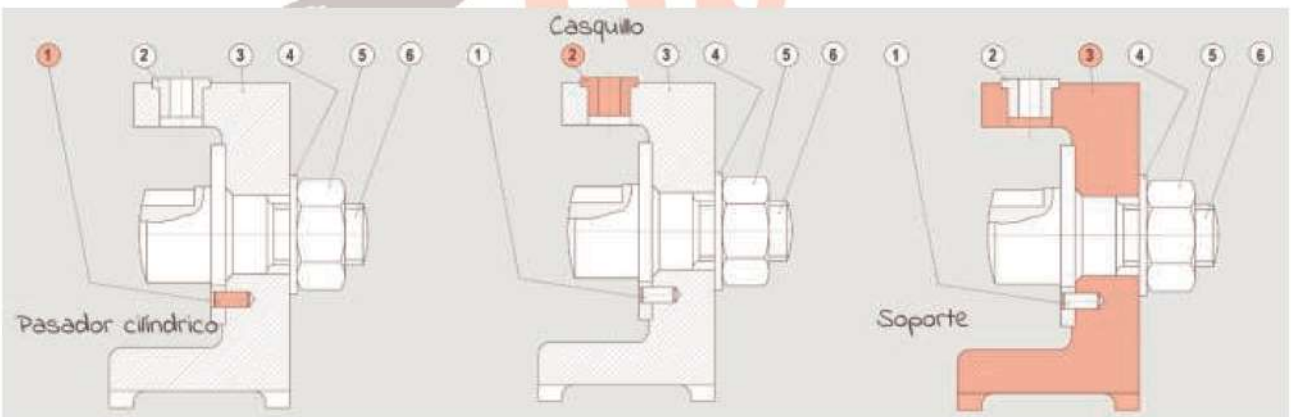
El **dibujo de despiece** es aquél en el que se representan todas y cada una de las piezas **no normalizadas** que constituyen el mecanismo representado en el dibujo de conjunto.



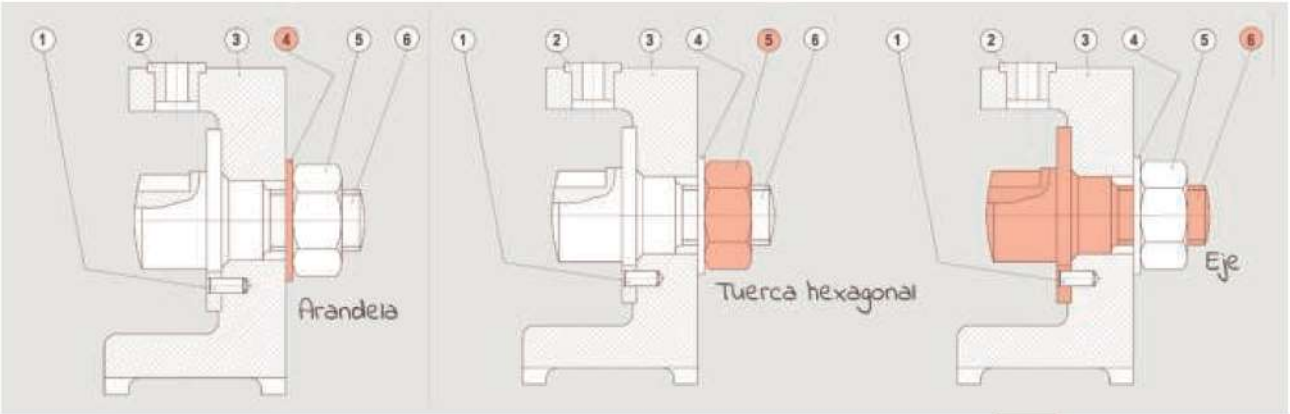
Las piezas que conforman nuestro mecanismo, identificadas por sus marcas, son:

1. Pasador cilíndrico
2. Casquillo
3. Soporte
4. Arandela
5. Tuerca hexagonal
6. Eje

Dentro del dibujo de conjunto, podemos ver las diferentes piezas que lo componen en la siguiente imagen:



PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA



Los planos de despiece deben tener las datos técnicos y detalles necesarios para que la pieza pueda ser construida para la función establecida en el dibujo de conjunto. Para ello habrá que prestar atención a:

- Vistas de piezas
- Cortes y secciones
- Acotación
- Normas para un dibujo de despiece

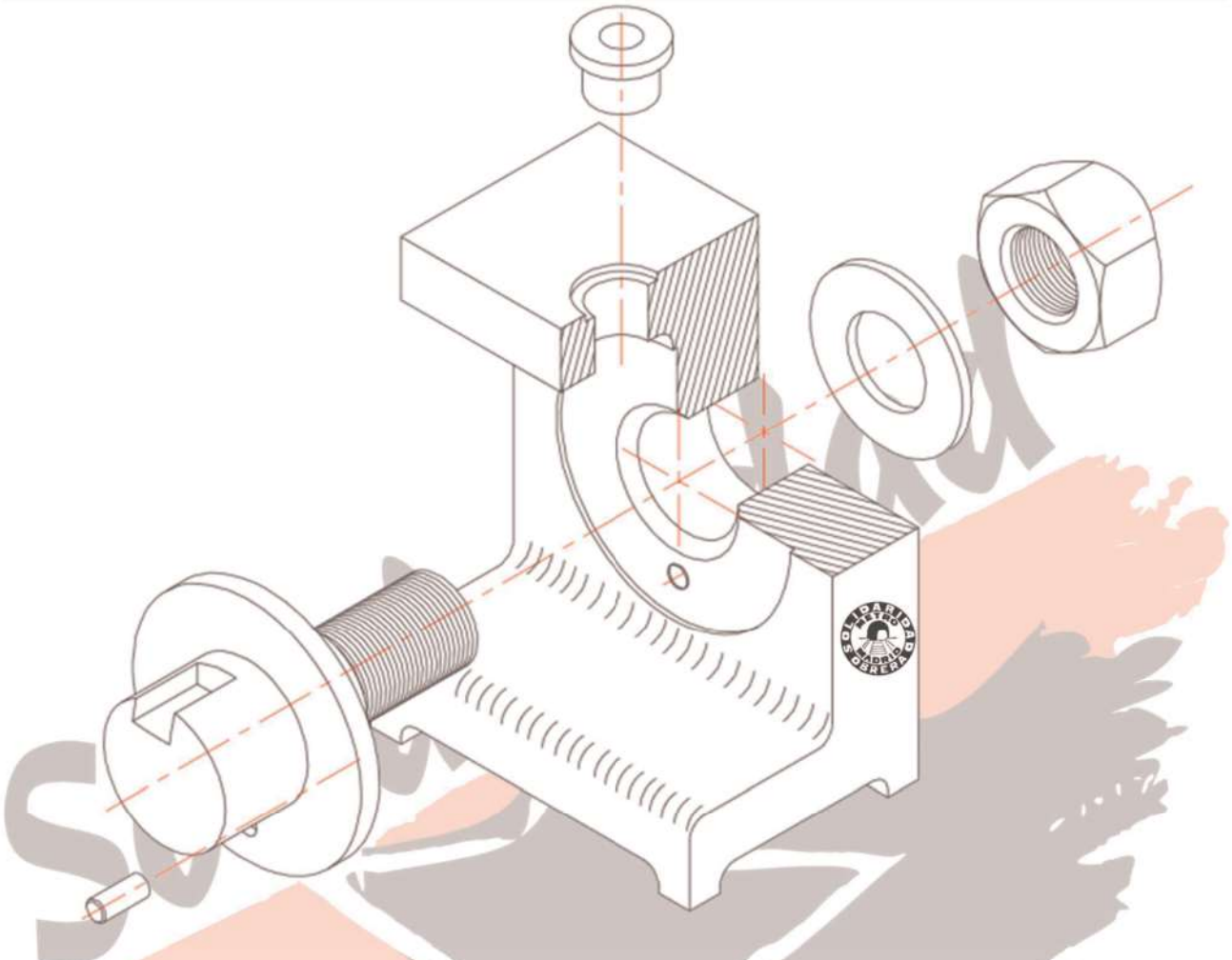
Normas básicas a tener en cuenta para la realización del dibujo de despiece:

- **No se representan las piezas normalizadas**. Se designan en el cajetín del plano de conjunto.
- Representar las piezas no normalizadas, con las **vistas necesarias y todos los datos técnicos** (dimensiones, signos superficiales, tolerancias, tratamientos, etc) necesarios para su fabricación.
- Respetar en lo posible, la **posición ocupada por la pieza** en el conjunto.
- **Perspectiva explosionada**

Entendemos como «**Perspectiva explosionada**» a la representación realizada en perspectiva, normalmente en isométrico, de las piezas que forman un dibujo de conjunto, colocadas de tal forma que proporciona una importante información para el montaje del mecanismo representado.

En el caso de nuestro mecanismo, la perspectiva explosionada es:

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA



En este tipo de representación se van colocando las distintas piezas de forma correlativa, desde las piezas centrales o básicas a las más extremas o accesorias, indicando los ejes de simetría y los ejes por los que las piezas deben ir incorporándose al acoplamiento.

- **Cajetín y lista de despiece**

Se llama **Lista de despiece**, al listado de todos los elementos que constituyen un conjunto (o subconjunto), designados previamente con las marcas. Este listado debe acompañar al dibujo de conjunto para completar la información.

La forma de inscribir todos los datos de los elementos de un plano en el cuadro de rotulación viene definida en **UNE 1135:1989 Dibujos técnicos: Lista de elementos (ISO 7573:1983)**.

- Los elementos que figuran en esta lista y su representación en el plano están relacionados mediante la referencia a la marca.
- La lista de elementos proporciona toda la información necesaria para la producción o el aprovisionamiento de los elementos.
- La lista de piezas debe hallarse sobre el cuadro de rotulación, en el mismo plano en que se encuentra el conjunto. La lista tendrá tantos renglones como piezas integren el conjunto, y se comenzará la anotación y numeración desde abajo.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

- Si el conjunto tuviese muchas piezas y no hay espacio suficiente en el plano, se realizará aparte, en formato A4. En este caso, al estar en una hoja separada y para facilitar el tratamiento automatizado de la lista se comenzará a escribir desde arriba hacia abajo, empezando por la línea superior.



Nº p.	Denominacion y observaciones	Ma.	Dib.Nº	Mater.	Dimen.	Peso
1	Eje	6		NB 1030	ø75x95	
1	Tuerca hexagonal	5		NB 1020	ø1"	
1	Arandela	4		NB 1020	ø26	
1	Soporte	3		AF 2535		
1	Casquillo	2		NB 1030	ø24x16	
1	Pasador cilindrico	1		NB 1030	ø1/4"x15	

N	Fecha	Nombre	Nota
Dibujado			
Comprob.			

Metro

Escala		Rama:	Lamina
1:1	DISPOSITIVO DE FURAR ANEIS	Especialidad:	
		Curso:	

Recuerda que...

- **Dibujo de conjunto**, es la representación de un grupo de piezas que forma un mecanismo, una máquina, una instalación, un montaje...
- Las **marcas** son los números asociados a las distintas piezas que forman el conjunto.
- El **dibujo de despiece** es aquél en el que se representan todas y cada una de las piezas **no normalizadas** que constituyen el mecanismo representado en el dibujo de conjunto.
- **No se representan las piezas normalizadas**. Se designan en el cajetín del plano de conjunto.
- La «**Perspectiva explosionada**» es la representación realizada en perspectiva de las piezas que forman un dibujo de conjunto. Las piezas se van colocando de forma correlativa, desde las piezas centrales o básicas a las más extremas o accesorias, indicando los ejes de simetría y los ejes por los que las piezas deben ir incorporándose al acoplamiento.
- Se llama **Lista de despiece**, al listado de todos los elementos que constituyen un conjunto (o subconjunto), designados previamente con las marcas. Este listado debe acompañar al dibujo de conjunto para completar la informa

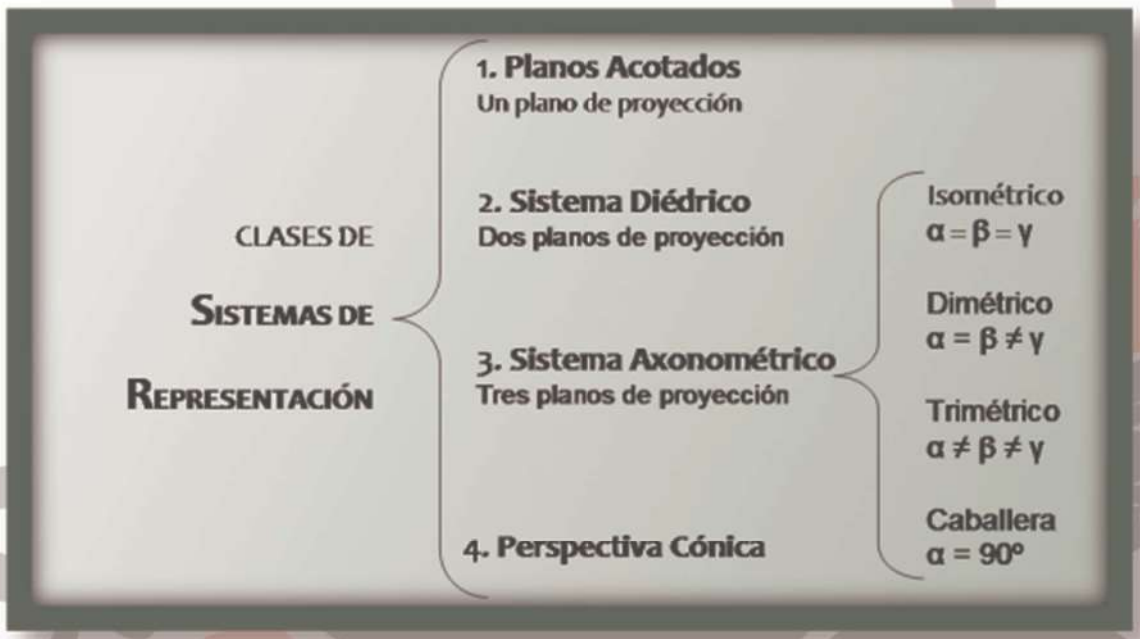
PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

6.1.7 - Sistemas de representación gráfica.

Geometría descriptiva es la parte de la matemática gráfica que pretende resolver los siguientes problemas:

1. Representar un cuerpo cualquiera del espacio (3 dimensiones) en un plano de dibujo (2 *dimensiones).*
2. *A partir* de un dibujo en el plano, reproducir un cuerpo en el espacio con sus 3 dimensiones.

A cada forma de resolver estos problemas se le llama **sistema de representación** de geometría descriptiva.



3. **Distribución**

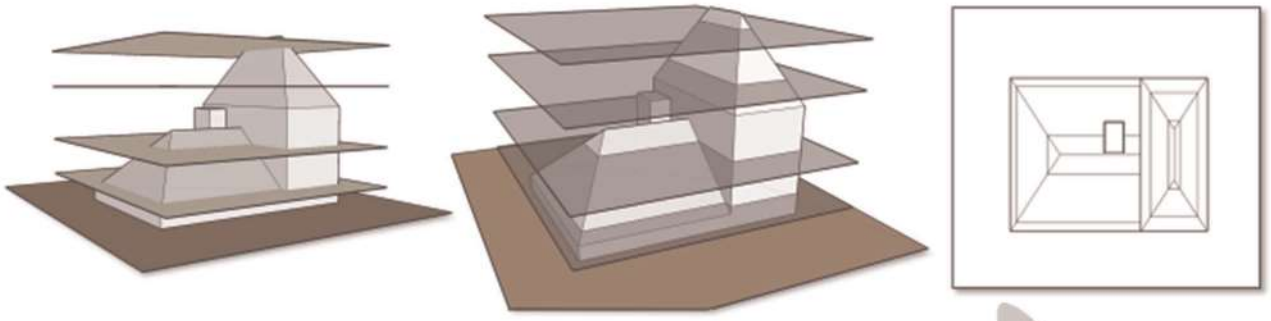
- Fundamentos del Sistema de Planos Acotados.
- Fundamentos del Sistema de Diédrico.
- Fundamentos del Sistema Axonométrico.
    - Clases de Axonométrico.
- Fundamentos de la Perspectiva Cónica.
- Recuerda que…
- Repaso del tema

4. **Fundamentos del SISTEMA DE PLANOS ACOTADOS**

Se basa en un solo plano (plano del dibujo) sobre el cual se proyecta todo, indicando junto a la proyección de cada punto un número que será la cota del punto.

Se utiliza fundamentalmente para topografía y cálculo de tejados.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA



5. Fundamentos del SISTEMA DIÉDRICO

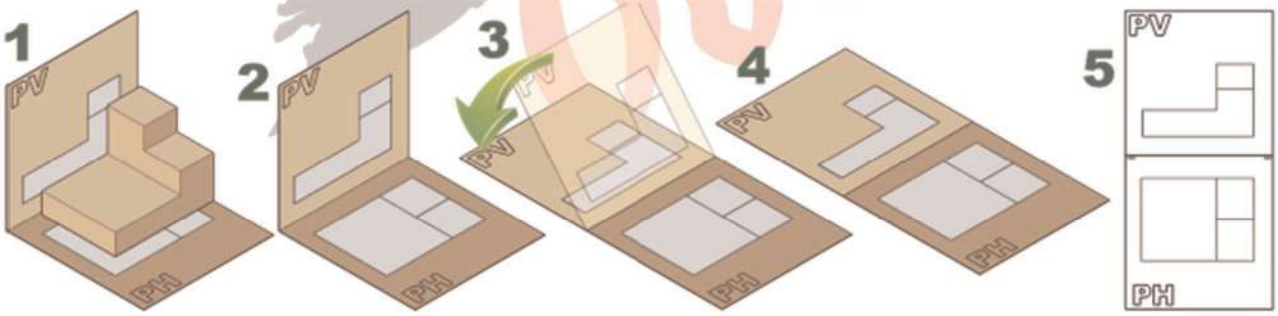
Se fundamenta en 2 planos de proyección (plano horizontal -PH- y plano vertical -PV-). Estos planos deben ser perpendiculares entre sí y se cortan según una línea recta llamada línea de tierra (LT). El cuerpo del espacio se proyecta sobre ambos planos obteniéndose dos proyecciones del cuerpo:



- Proyección horizontal
- Proyección vertical

Como el plano del dibujo es horizontal, para que la proyección vertical quede sobre el plano del dibujo tendremos que abatir el plano vertical (PV) con todo lo que contenga.

Para abatirlo lo haremos girar a través de la línea de tierra (LT) hasta hacerlo coincidir con el plano horizontal (PH). De esta forma, lo tendremos en un solo plano y se podrá representar en el plano del dibujo.



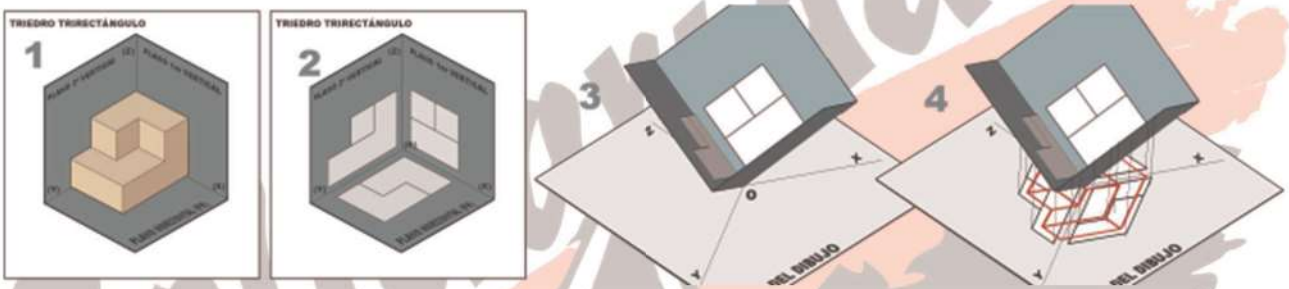
1. El cuerpo del espacio se proyecta sobre los dos planos.
2. Nos quedamos con las proyecciones y prescindimos del cuerpo a representar.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

3. Se gira el PV hasta hacerlo coincidir con el PH.
4. Tras el giro, tendremos las dos proyecciones sobre un único plano. Los dos planos y sus proyecciones, coinciden con el plano del dibujo
5. Representación de las proyecciones sobre el plano del dibujo.

6. Fundamentos del SISTEMA AXONOMÉTRICO

Se fundamenta en tres planos de proyección (plano horizontal -PH-, plano primer vertical -P1V- y plano segundo vertical -P2ºV-). Los tres planos son perpendiculares entre sí formando un triedro trirectangulo cuyo vértice es el origen de coordenadas. Los 3 planos se cortan según 3 rectas llamadas ejes: X, Y y Z. Los ejes son también perpendiculares entre sí.



1. El cuerpo del espacio se proyecta sobre los tres planos
2. Obteniendo las tres proyecciones previas.
3. El triedro trirectangulo se coloca sobre el plano del dibujo apoyado por el origen de coordenadas (O).
4. Sobre el plano del dibujo se proyecta todo lo que hay en el espacio:
    1. Las proyecciones de los ejes X, Y y Z.



PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

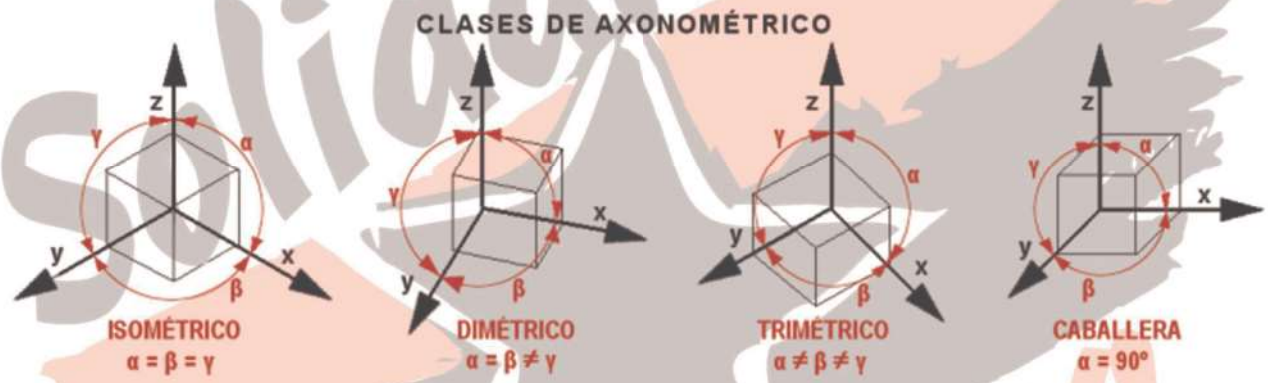
2. La proyección directa del cuerpo (en rojo).
3. Las tres proyecciones de las proyecciones previas.

En este sistema, todo lo que está en el espacio tiene 4 proyecciones: proyección directa (para mejor identificación, en rojo en la imagen de la derecha), proyección horizontal, proyección primer vertical, proyección segundo vertical.

7. Clases de Axonométrico

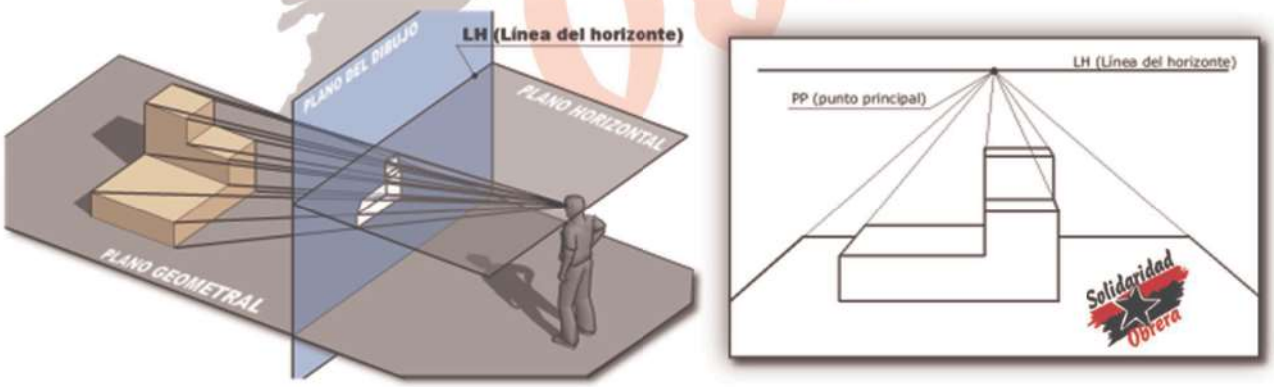
Dependiendo de la disposición del triedro con respecto al plano del dibujo, tendremos varios tipos de sistemas axonométricos:

- **Isométrico.** Los ángulos existentes entre los ejes, tienen el mismo valor de 120º, esto es: $\alpha = \beta = \gamma =$ 120º
- **Dimétrico**. Dos de los ángulos son iguales y el tercero, distinto: $\alpha = \beta \neq \gamma$
- **Trimétrico**. Los tres ángulos son distintos: $\alpha \neq \beta \neq \gamma$
- **Caballera.** Es un caso especial del sistema axonométrico. Se coloca el plano primer vertical apoyado sobre el plano del dibujo. Según esto, al ángulo α formado entre los ejes X e Y es de 90º.



8. Fundamentos de la PERSPECTIVA CÓNICA

Se basa en la proyección de un cuerpo en el espacio sobre el plano del dibujo desde la posición que tendría un observador delante del plano del dibujo. Para ello, utiliza rectas proyectantes que pasan por un punto (dos o tres, dependiendo del tipo de perspectiva cónica). El resultado se aproxima a la visión obtenida si el ojo estuviera situado en dicho punto.



Recuerda que...

- La **Geometría Descriptiva** sirve para representar un cuerpo tridimensional en un plano y poder construir un cuerpo tridimensional a partir de lo representado en un plano.
- Existen cuatro **sistemas de representación**: Planos Acotados, Diédrico, Axonométrico y perspectiva Cónica.
- El **sistema de planos acotados**, se basa en la utilización de un plano de proyección.
- El **sistema diédrico**, utiliza dos planos de proyección.
- El **sistema axonométrico**, utiliza tres planos de proyección y según como se dispongan los ejes, tendremos Isométrico, Dimétrico, Trimétrico y Caballera que es un caso particular.
- La **perspectiva cónica** es un sistema de representación gráfico que se aproxima a la visión obtenida si el ojo estuviera situado en dicho punto.

6.1.8 - Vistas.

Cuando tenemos la necesidad de representar una pieza y objeto real, que está en tres dimensiones, de representarlo sobre un papel (dos dimensiones), tenemos varios tipos de perspectiva: isométrico, caballera, cónico, etc. Pero el dibujo técnico necesita de un rigor en la representación que no se ofrece con estas perspectivas

La única forma de representar las tres dimensiones de una pieza, conservando todas sus características en formas y ángulos, es representarla mirándola desde diferentes puntos de vista, siempre perpendiculares a la misma (de frente, de perfil, desde arriba, etc..) y relacionándolos entre sí.

Se llama **vista de una pieza** u objeto a la imagen del mismo que se observa desde una determinada posición.

Distribución:

- Vistas principales
- Denominación de las vistas
  - Alzado
  - Planta
  - Perfil
- Recuerda que...
- Ejemplos prácticos

- **Vistas principales**

Se denominan vistas principales de un objeto, a las proyecciones ortogonales del mismo sobre 6 planos (plano vertical -PV-, plano horizontal -PH-, plano de perfil -PP- y sus planos paralelos), dispuestos en forma de cubo.



También se podría definir las vistas como, las proyecciones ortogonales de un objeto, según las distintas direcciones desde donde se mire.

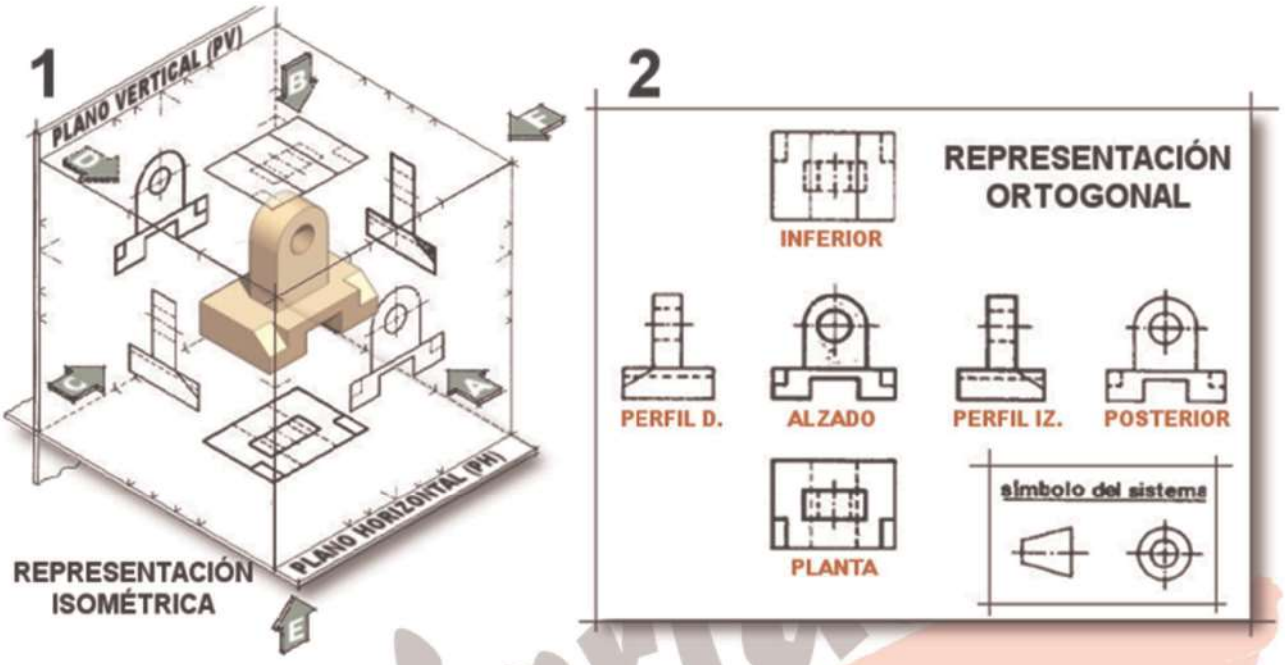
Las reglas a seguir para la representación de las vistas de un objeto, se recogen en la norma **UNE 1-032-82, "Dibujos técnicos: Principios generales de representación"**, equivalente a la norma **ISO 128-82**.

- **Denominación de las vistas**

Si situamos un observador frente al cubo (imagen 1), en la posición A. En este cubo se realizarán las proyecciones ortogonales (imagen 2) según las seis direcciones indicadas por las flechas, obtendríamos las seis vistas posibles de la pieza.

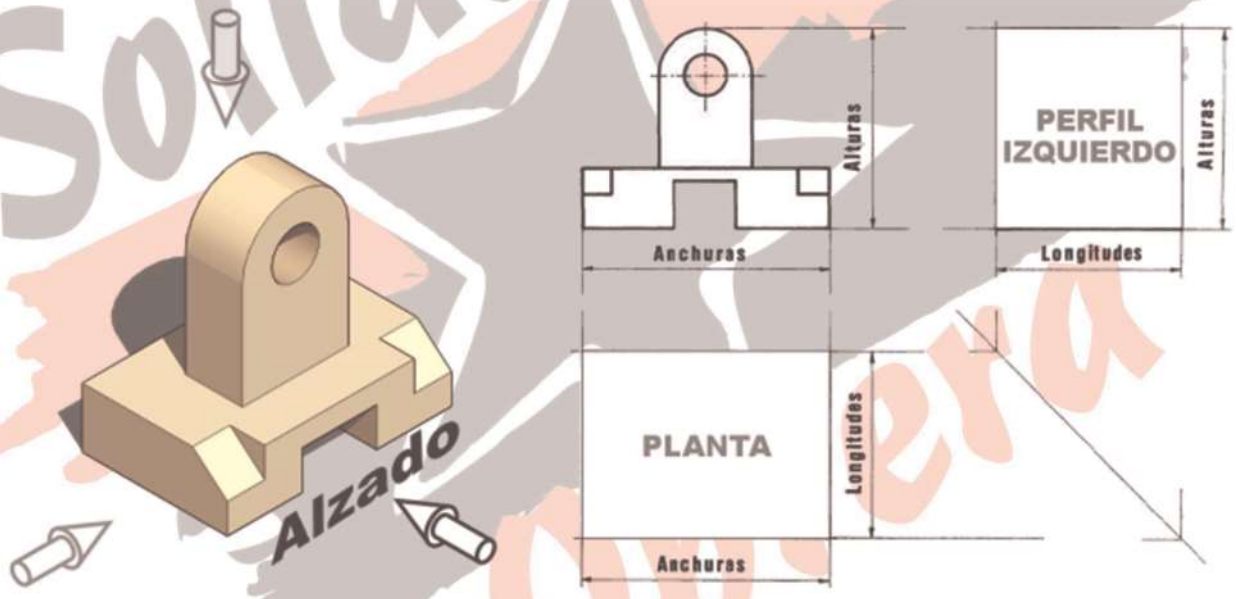
- Vista A: Vista de frente o **alzado**
- Vista B: Vista superior o **planta**
- Vista C: Vista izquierda o **perfil izquierdo**
- Vista D: Vista **posterior**
- Vista E: Vista **inferior**
- Vista F: Vista derecha o **perfil derecho**

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA



- **Alzado**

Alzado o vista de frente es la vista principal de la pieza u objeto que marca el resto de las vistas.

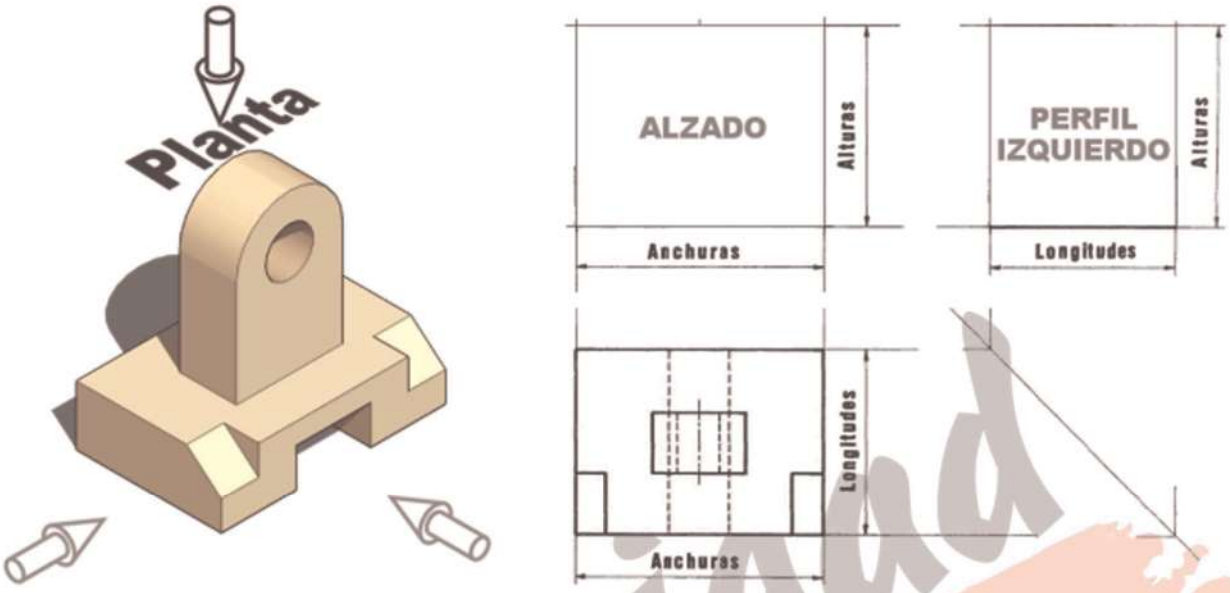


Es la vista más importante (más representativa) y la que más información debe aportar de la pieza. Por eso es muy importante la **elección del alzado**. Se elije de forma arbitraria, pero una vez decidido el alzado, el resto de vistas se colocan según el sistema de representación utilizado (europeo o americano).

- **Planta**

La planta es la vista superior de la pieza que se proyecta (ortogonalmente) sobre el plano horizontal.

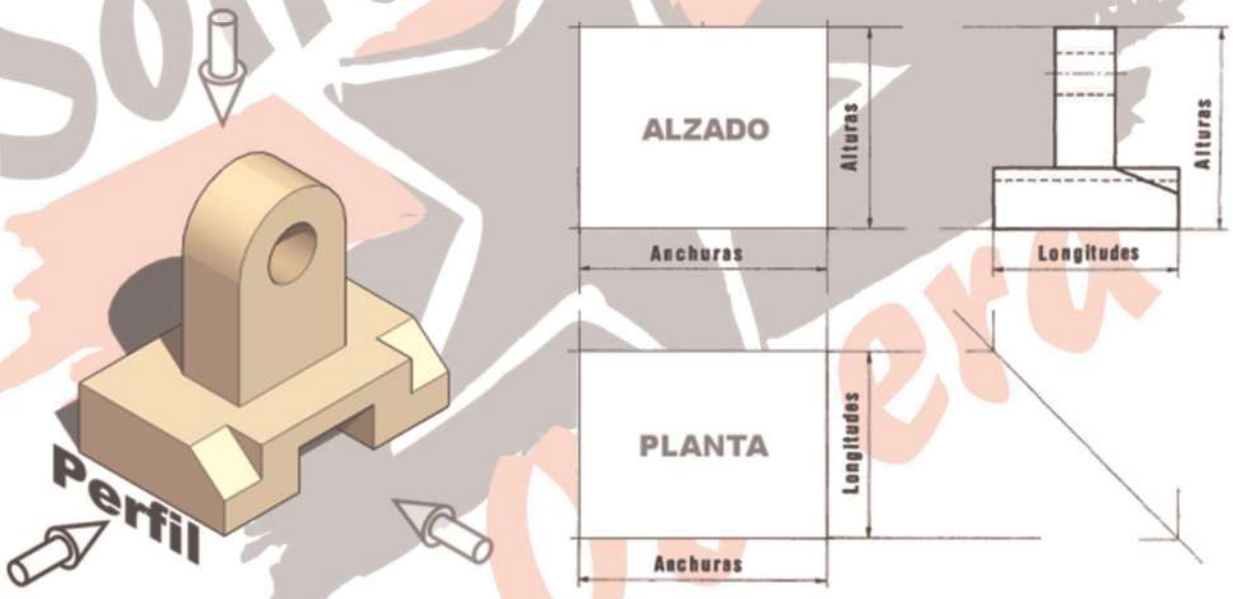
PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA



Dado que tiene que estar relacionado con el alzado y según la **correspondencia entre vistas**, la planta tiene que tener la misma anchura (anchura total y anchuras parciales) que la del alzado.

- **Perfil**

Existen dos perfiles, el perfil izquierdo y el perfil derecho. El perfil es la vista lateral de la pieza, por lo que el perfil izquierdo, es la vista de la pieza desde la izquierda de la misma.

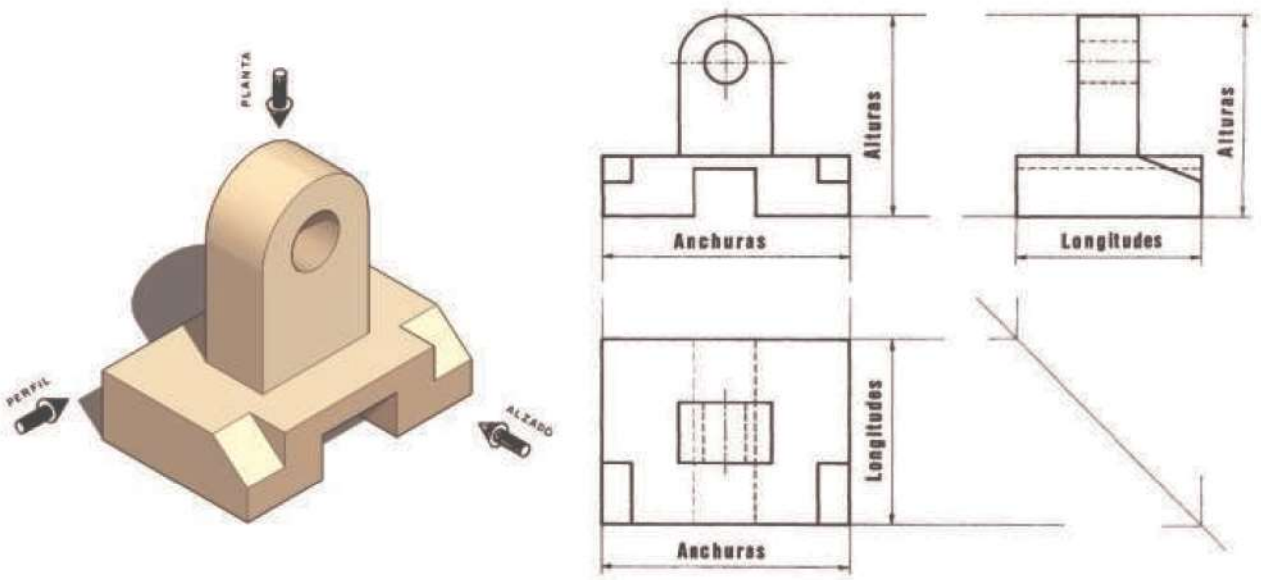


Recordamos que el perfil izquierdo es la vista desde la izquierda, pero se representa a la derecha.

Igual que en el caso de la planta, esta vista viene determinada por la elección del alzado, por lo que para mantener la **correspondencia entre vistas**, el perfil (izquierdo o derecho) debe tener la misma altura que el alzado. De la misma forma, la longitud de la pieza tiene que ser la misma en la planta y en el perfil.

Las tres vistas (alzado, planta y perfil) completas quedarán:

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

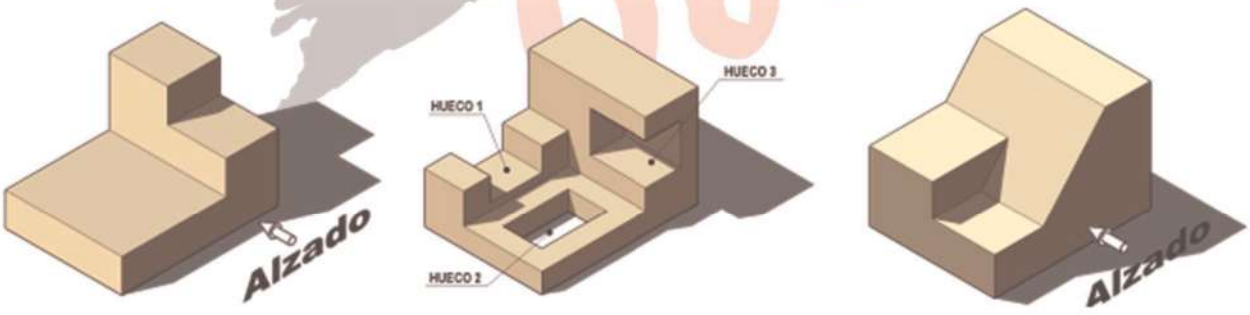


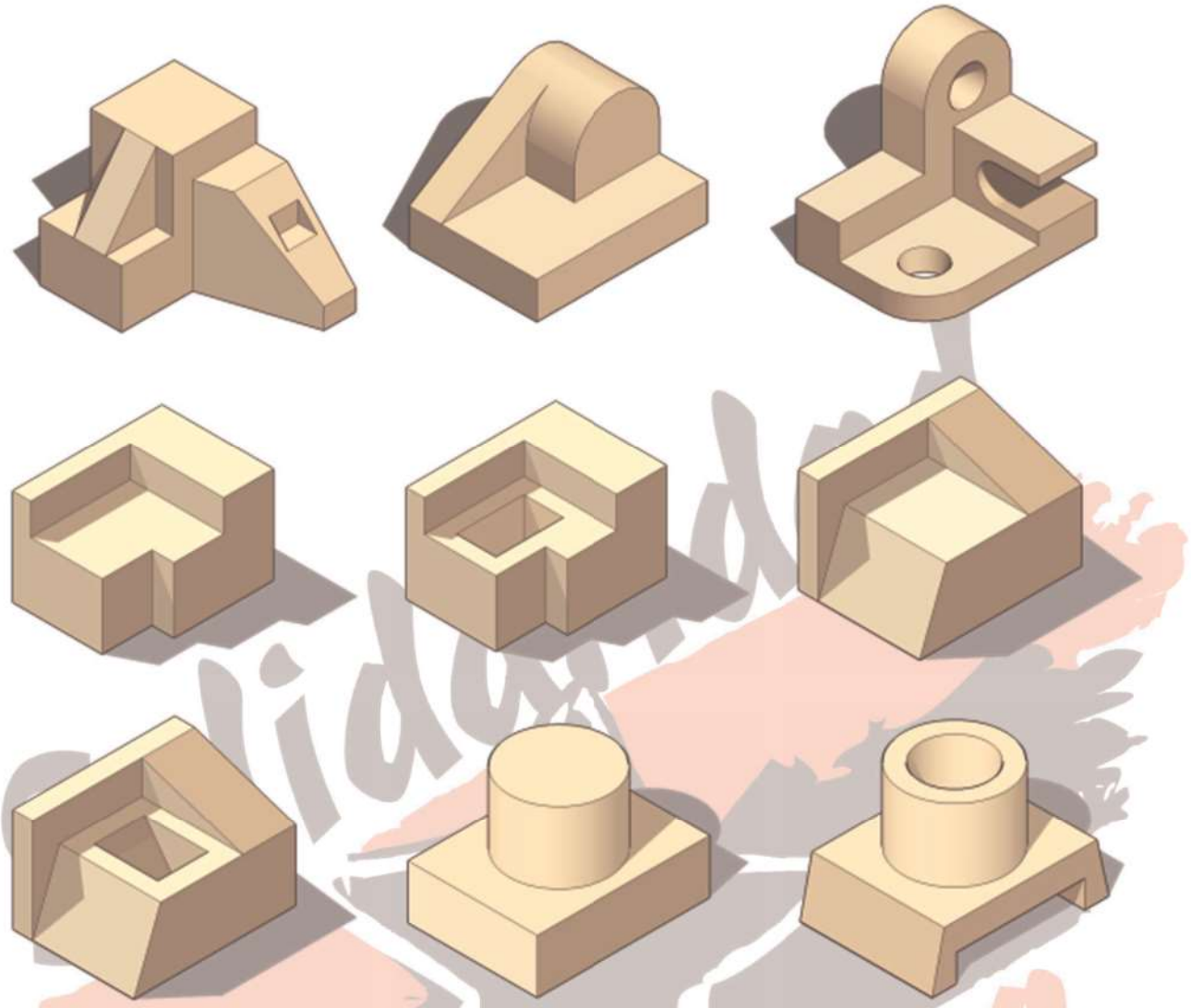
Recuerda que...

- Se llama **vista de una pieza** u objeto a la imagen del mismo que se observa desde una determinada posición.
- Podemos realizar seis vistas distintas de una misma pieza, pero **las vistas principales son: Alzado, Planta y Perfil.**
- El alzado es la vista más importante (más representativa) y la que **más información debe aportar de la pieza.**
- Las tres vistas deben tener una **disposición concreta** y entre todas las vistas **debe existir una correspondencia.**

- **Ejemplos**

NOTA: Antes de ver las soluciones, conviene practicar e intentar resolver el ejercicio en una hoja de papel, después, se puede comprobar el grado de acierto. Todos los ejemplos tienen enlaces al ejercicio resuelto





6.1.9 - Cortes, secciones y roturas.

Nos podemos encontrar con piezas complicadas que tienen unas zonas interiores difíciles de representar. Para poder representar estas piezas, aparecen los cortes y las secciones.

> Los **cortes y secciones** se realizan para conseguir mayor claridad en la representación de las piezas que tienen zonas ocultas.

También se practicarán cortes o secciones cuando exista la necesidad de acotar esas zonas ocultas en las piezas.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

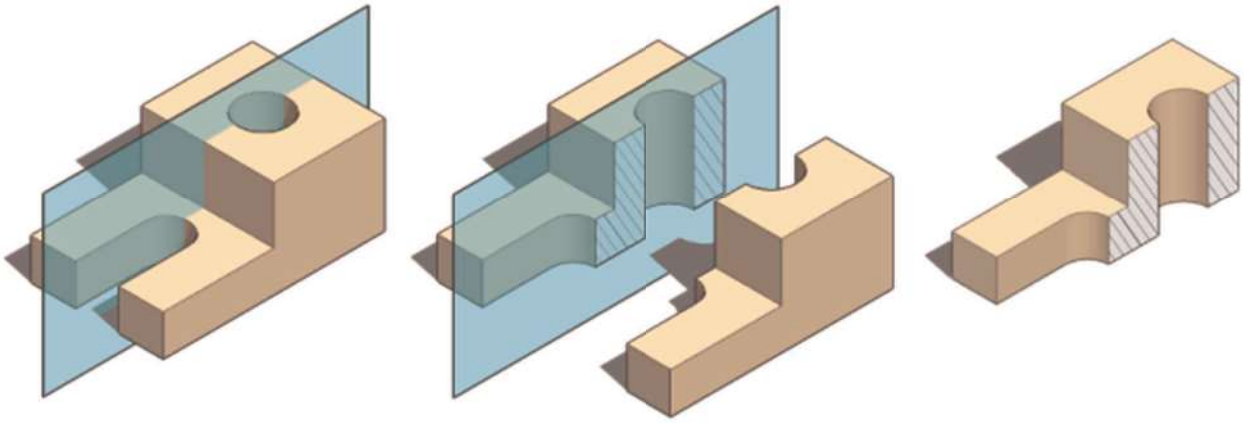
6.1.9.1 Distribución

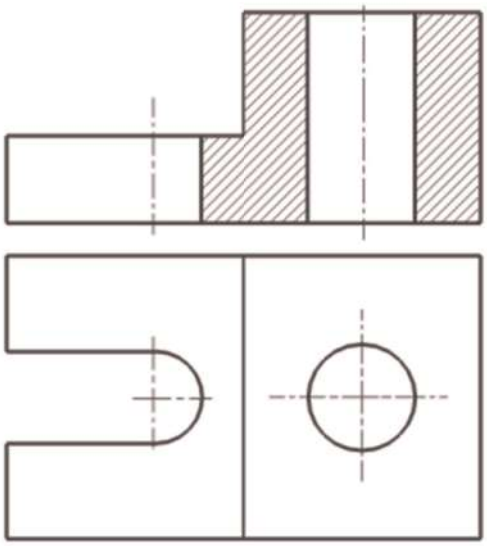
- Proceso para la realización de un corte
- Representación de un corte
- Diferencia entre Corte y Sección
- Rayados
- Recuerda que…
- Ejemplos prácticos
-

6.2 Proceso para la realización de un corte

Para la realización de un corte, primero es preciso que hagamos pasar un plano de corte por la parte de la pieza que seseamos descubrir, bien sea un agujero, un hueco, etc.

Seguidamente retiramos mentalmente la parte de la pieza que está situada entre el plano de corte y el observador.





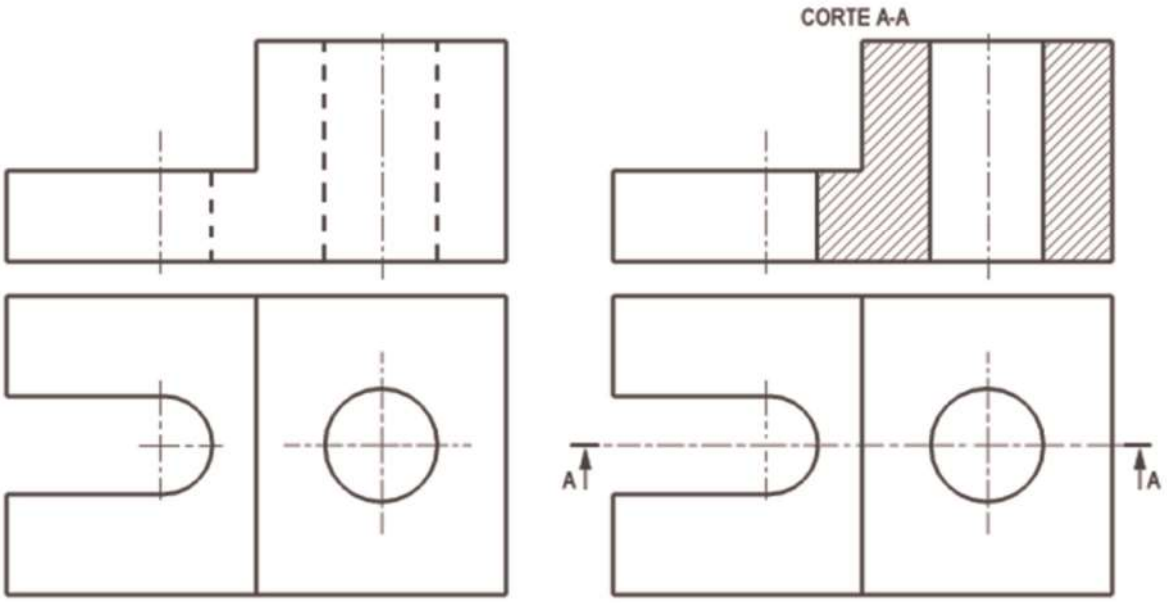
Realizamos las proyecciones de la parte no eliminada de la pieza, como si se tratase de una pieza normal, con la excepción de que la superficie de pieza por donde pasa el plano de corte, debe estar rayada a 45º.

Dado que el corte es imaginario, la vista que no está representada en corte (en nuestro caso la planta) se representa entera, como si no hubiese corte.

El rayado tendrá la misma dirección en todas las zonas de la pieza por donde pase el plano de corte.

6.3 Representación de un corte

Como podemos observar las líneas ocultas (representadas con línea de trazos) correspondientes al alzado han sido eliminadas, consiguiendo por tanto un plano mucho más limpio y claro, siguiendo el principal criterio del dibujo industrial que debe ser la claridad y facilidad de la interpretación.



El plano de corte se representa con una línea de eje (línea y punto), resaltado con dos trazos gruesos al final y con dos flechas indicando la dirección de proyección del corte, además de la utilización de letras mayúsculas para identificar y denominar el corte. Si el plano de corte es evidente, no haría falta representarlo.

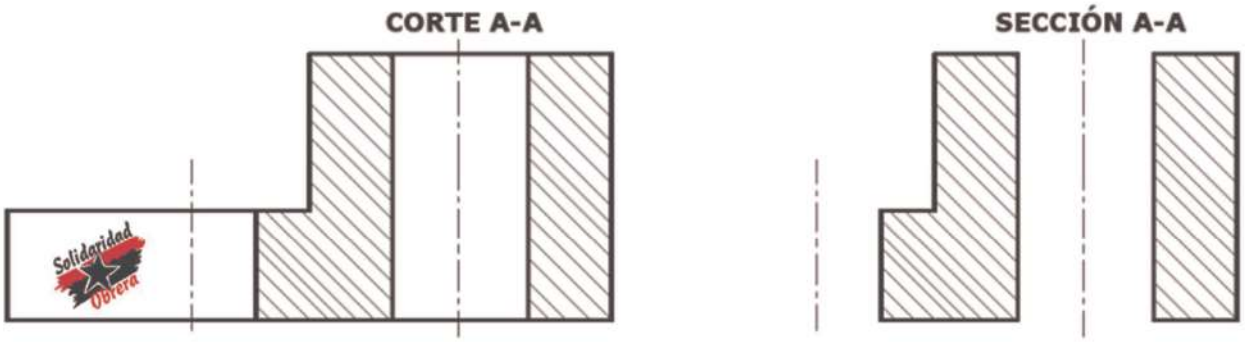
6.4 Diferencia entre corte y sección

Un **corte** se tendrá que representar con todas las líneas de contorno que contiene la pieza, una vez que eliminamos (imaginariamente) la parte que queda entre el plano de corte y el observador, mientras que una **sección** es la representación del plano de la pieza por donde pasa el plano de

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

corte. Pensando en un aserrado, sería el trozo de pieza por donde pasase la sierra. Aprovechando el ejemplo anterior, tenemos:

- el **corte A-A** se verá la superficie de corte de la pieza y el contorno posterior de la pieza.
- la **sección A-A**, se verá únicamente la parte de la pieza por donde pasa el plano de corte.



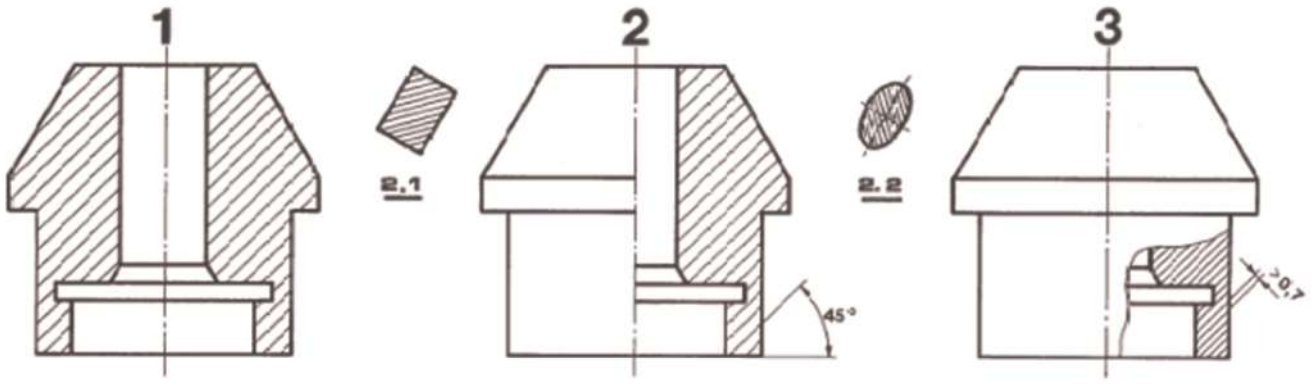
6.5 Rayado

Hemos visto cómo los planos afectados por el corte o sección se resaltan mediante un **rayado fino y de líneas paralelas, realizadas con 45º de inclinación** con respecto a los ejes de simetría (fig 2.2) o al contorno principal de la pieza (fig 2.1).

La **separación entre las líneas de rayado dependerá de tamaño de la pieza**, pero nunca deberá ser inferior a 0,7 mm. ni superior a 3 mm. (fig 3).

Este rayado debe realizarse según se indica en las normas UNE 1-032-82 o ISO 128.

En el apartado **RAYADO**, encontrareis las normas de para el rayado en cortes y secciones.



6.5.1.1 Para más información

El apartado de acotación se amplía en los siguientes apartados

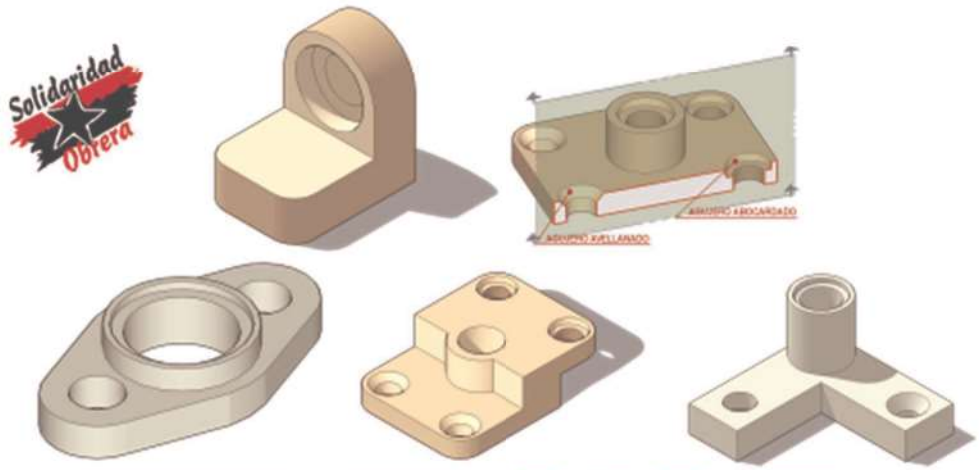
PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

- Cortes
- Tipos de cortes
- Tipos de secciones
- Roturas
- Rayado

- Los **cortes y secciones** se realizan para conseguir mayor claridad en las zonas interiores de las piezas.
- Para diferenciar de las vistas normales, los cortes y secciones deben estar rayados por líneas finas trazadas a 45º.
- En los **cortes** se dibujan todas las aristas y contornos que tiene la pieza, una vez que eliminamos la parte anterior del plano del corte.
- En las **secciones** solo se dibuja la superficie de intersección, es decir la que cortamos.

6.5.1.2 Ejemplos prácticos de cortes y secciones.

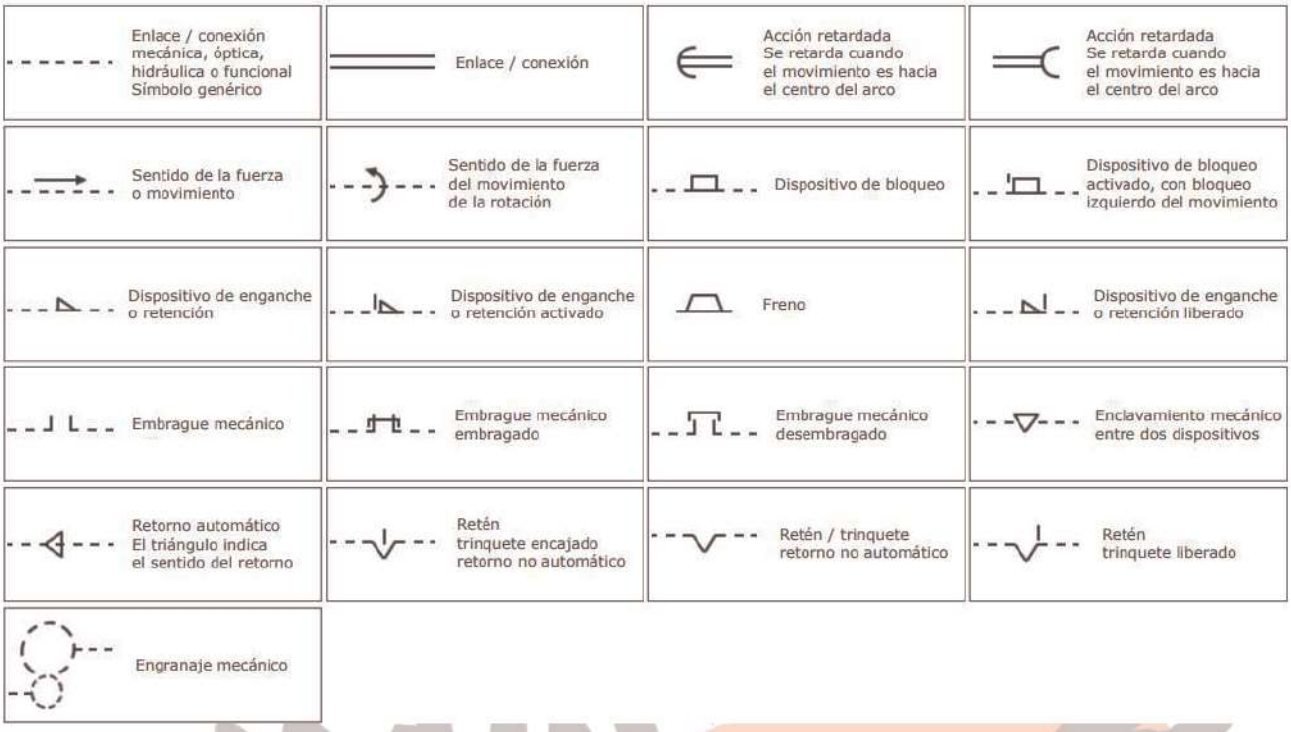
Conscientes de la importancia de realizar distintos trabajos prácticos para apoyar y afianzar la teoría del **Dibujo Técnico**, a continuación, iré publicando distintos **Ejercicios prácticos resueltos**. Espero que sean de vuestro interés.



6.6 Especificación de las características de productos mecánicos:

6.6.1 - Simbología en sistemas mecánicos.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA



6.6.2 - Simbología de tratamientos.

6.6.3 - Acotación.

La acotación es una operación muy importante en la que no se puede olvidar nada ni cometer ningún error.

Acotación es el conjunto de líneas, cifras y signos indicados en un dibujo, que determinan la forma y dimensiones de una pieza.

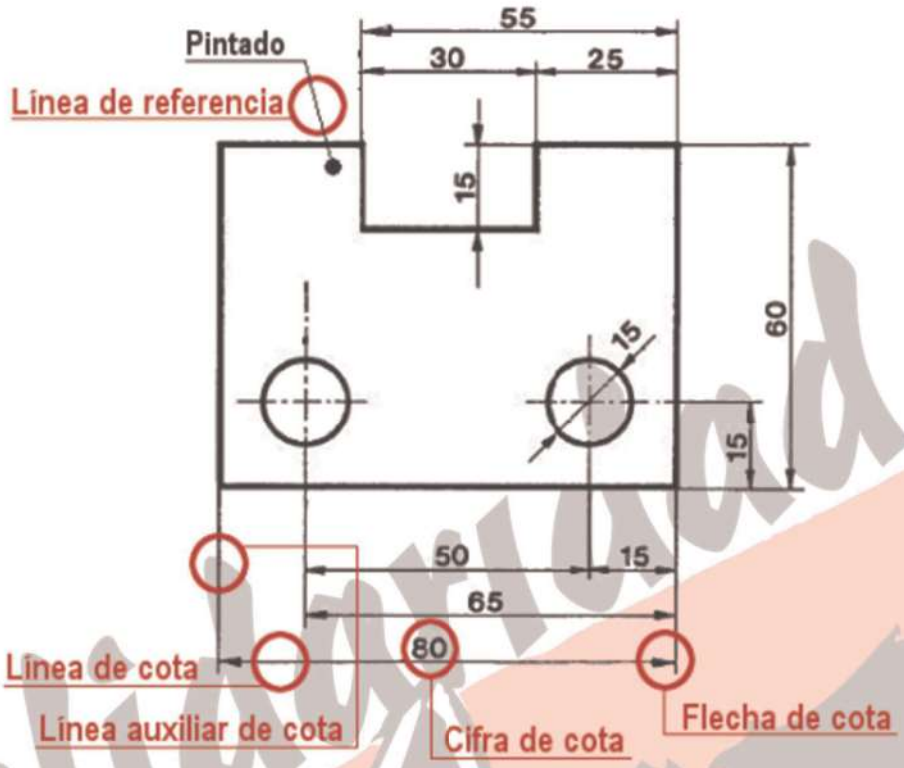
La acotación debe ser clara y no llevar a confusión.

Distribución:

- Elementos de la acotación.
    - Línea de cota.
    - Líneas auxiliares de cota.
    - Cifras.
    - Flechas.
    - Líneas de referencia.
- Recuerda que…
- Ejemplos prácticos

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

- **Elementos de la acotación**

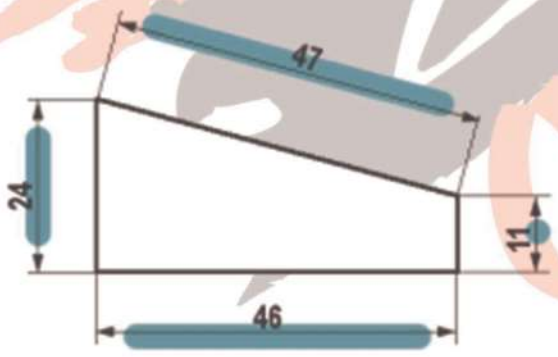


La acotación está compuesta de unos elementos y símbolos que se utilizan para que las piezas queden definidas.

Todas las líneas utilizadas en la acotación serán las más finas de la serie (líneas normalizadas).

Veamos los siguientes elementos de la acotación:

- **Línea de cota**

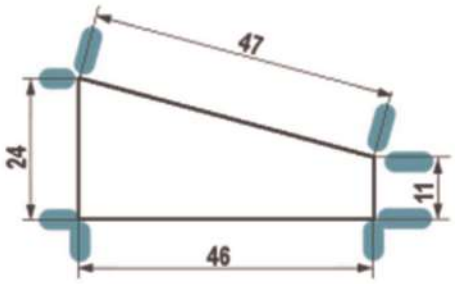


Sirven para soportar las medidas. Encima de ellas colocaremos la cifra que indica la dimensión de esa medida.

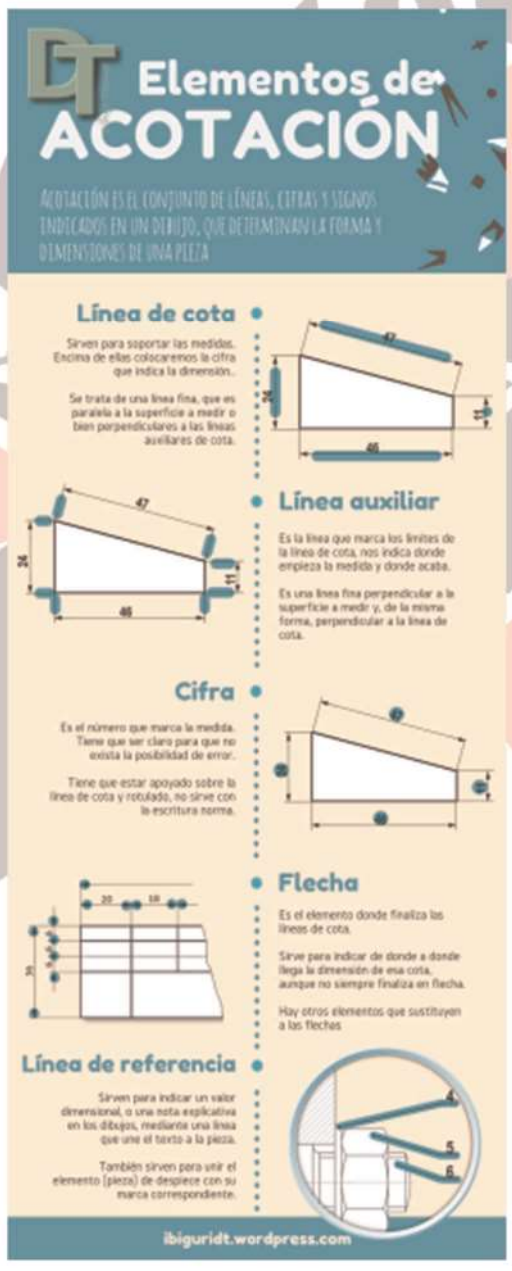
Se trata de una línea fina, que es paralela a la superficie a medir o bien perpendiculares a a las aristas del cuerpo o a las líneas auxiliares de cota.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

- **Línea auxiliar de cota**

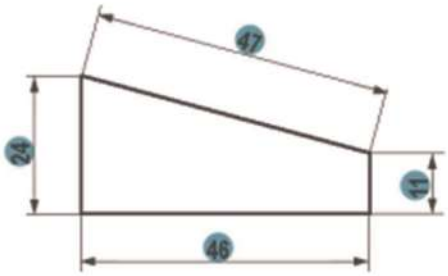


Es la línea que marca los límites de la línea de cota, nos indica en donde empieza la medida y en donde acaba.



Es una línea fina perpendicular a la superficie a medir y, de la misma forma, perpendicular a la línea de cota.

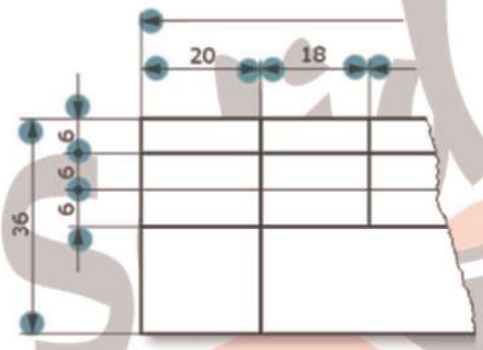
- **Cifra de cota**



Es el número que marca la medida. Tiene que ser claro para que no exista la posibilidad de error.

Tiene que estar apoyado sobre la línea de cota y rotulado, no sirve con la escritura normal.

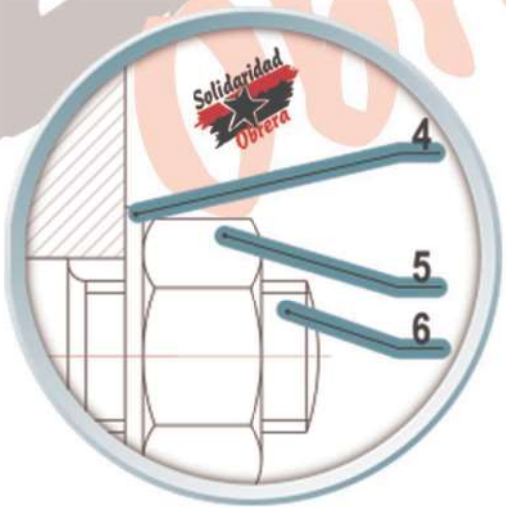
- **Flecha de cota**



Es el elemento donde finaliza las líneas de cota. Sirve para indicar de donde a donde llega la dimensión de esa cota, aunque no siempre finaliza en flecha.

Como se ve más detalladamente en el apartado **Elementos de la acotación**, hay otros elementos que sustituyen a las flechas.

- **Línea de referencia**



Sirven para indicar un valor dimensional, o una nota explicativa en los dibujos, mediante una línea que une el texto a la pieza.

Las líneas de referencia sirven para unir el elemento de despiece con su pieza correspondiente, por esto son muy utilizadas en el **Dibujo de conjunto**. Una **línea de referencia**, que va desde la marca a un punto o una flecha.

- **Para más información**

El apartado de acotación se amplía en los siguientes apartados

- Elementos de acotación.
- Signos de acotación.
- Proceso de acotación.
- Sistemas de acotación.
-

Recuerda que...

- La **Acotación** es una operación de máxima importancia porque define la forma y las dimensiones de una pieza.
- La Acotación **es el conjunto de líneas, cifras, signos, etc,** con las que determinamos las dimensiones y formas de las piezas.

6.6.4 - Representación de tolerancias dimensionales, geométricas y superficiales.

Para que las piezas que se fabrican puedan cumplir una determinada función, puedan montarse entre sí o funcionen correctamente, es necesario exigir a dichas piezas unas precisiones en sus dimensiones, en el acabado de sus superficies y en su forma.

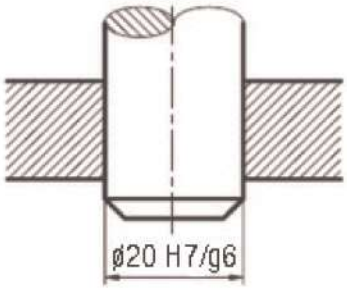
El objetivo final de estas precisiones es conseguir la intercambiabilidad de diferentes piezas, bien para montar conjuntos con piezas fabricadas en distintas empresas o bien para prever un recambio rápido de una pieza estropeada. Lo cual no sería posible si no se fabricaran las piezas con unas variaciones mínimas entre ellas.

A lo largo de esta segunda actividad se estudiarán los diferentes campos en los que actúa la tolerancia, que son los siguientes:

- Tolerancias dimensionales.
- Tolerancias superficiales.
- Tolerancias geométricas.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

- **Tolerancias dimensionales.**



Hasta ahora se han visto los conceptos de representación y acotación que permiten definir las formas geométricas teóricas de las piezas. Lo que falta por determinar es si las medidas teóricas de los planos que representan una pieza coincidirán con las medidas realmente conseguidas al fabricar dicha pieza.

De forma general, se puede definir tolerancia como la diferencia entre los límites máximo y mínimos permitidos en la forma o dimensiones de una pieza para que cumpla con las indicaciones señaladas en el plano. De esta manera se define tolerancia dimensional como la cantidad total que se permite variar la dimensión de una pieza, durante el proceso de fabricación de la misma, respecto de la medida nominal indicada en la cota del plano.

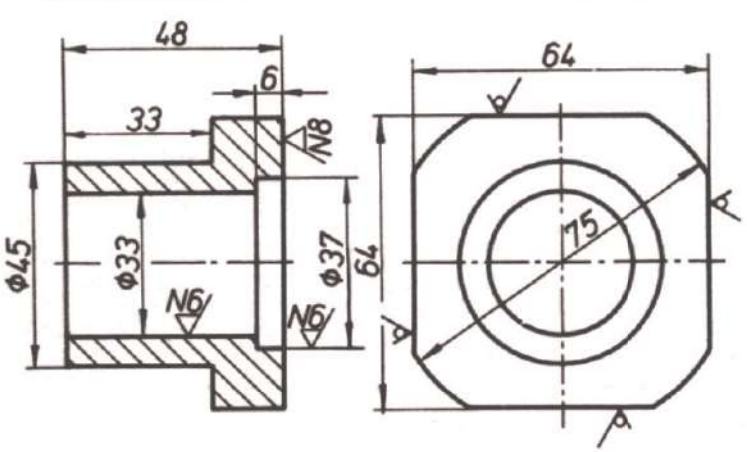
Una vez aclarado que las tolerancias dimensionales fijan un rango de valores permitidos para las cotas funcionales de la pieza, habría que tener en cuenta la veracidad de la siguiente afirmación:

¡Es imposible fabricar algo con una medida exacta!

Según el método empleado para la obtención de la pieza te puedes acercar más o menos a la medida deseada, pero es imposible fabricar algo con una medida exacta. Múltiples factores, como las máquinas utilizadas, las herramientas, el operario, las condiciones ambientes, etc., influyen en que una pieza nunca tenga las dimensiones nominales que se indican en el plano que la representa.

Como conclusión se puede decir que las tolerancias dimensionales sirven para determinar los valores máximo y mínimo entre los que una pieza es válida.

- **Tolerancias superficiales.**



La tolerancia superficial es el grado de acabado superficial o rugosidad a obtener en un proceso de fabricación.

El acabado superficial de las piezas es esencial cuando se habla de un conjunto ya que es a través de sus respectivas superficies por las que se establece contacto. Además, el estado superficial de las piezas influye de manera acentuada sobre características mecánicas como son la resistencia mecánica o la resistencia a la fatiga.

También se puede hablar de otros aspectos ventajosos que tienen los materiales con buen estado superficial como son la resistencia a la corrosión, la estanqueidad o el aspecto que puede tener la

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

superficie. Aunque conviene señalar que no siempre un buen acabado superficial conlleva un mejor funcionamiento de la pieza. Por ejemplo, cuando se desea una eficiente lubricación debe mantenerse sobre la superficie una capa de aceite o también cuando se desea una determinada capacidad de adherencia.

Otro inconveniente a señalar es el incremento del coste de fabricación que supone mejorar el grado de acabado superficial, bien debido a que los tiempos de fabricación son mayores, por el aumento del número de operaciones, porque se emplean herramientas especiales, etc.

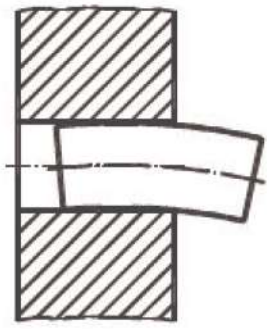
De todo lo indicado se deduce que el grado de acabado superficial es un requerimiento que determina ciertas características de las piezas y su funcionamiento, por lo que el diseñador deberá indicar claramente su valor en los planos.

- **Tolerancias geométricas.**

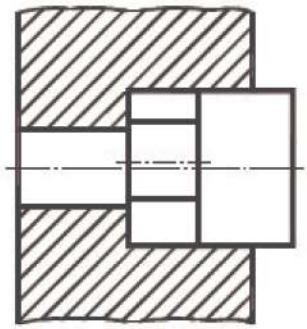
Hasta ahora has visto las tolerancias dimensionales, que controlan las medidas o dimensiones de una pieza, y las tolerancias superficiales, referentes al acabado superficial o rugosidad a obtener en el proceso de fabricación de la misma. Sin embargo, la especificación de estas tolerancias no es suficiente para asegurar un correcto montaje y funcionamiento de los mecanismos.

En las siguientes imágenes se muestran tres casos donde se producen irregularidades geométricas que pueden afectar a la forma, posición y orientación de los diferentes elementos constructivos de las piezas.

Defecto de rectitud

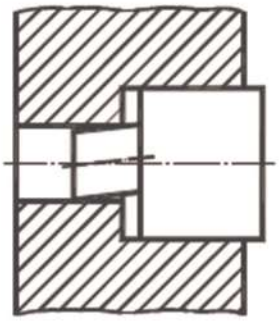


Defecto de coaxialidad



PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

Defecto de perpendicularidad



Para evitar estos defectos se utilizan las tolerancias geométricas las cuales determinan una zona de tolerancia dentro de la cual debe estar contenida la tolerancia geométrica del elemento de la pieza que se quiere controlar. Por lo tanto, se puede decir que controlan la forma, situación, orientación u oscilación de los elementos a los que se aplican, pero no sus dimensiones.

Conviene remarcar que las tolerancias geométricas deben emplearse sólo en aquellos requisitos que afecten a la funcionalidad, intercambiabilidad y/o en posibles cuestiones relativas a la fabricación; ya que los costes de fabricación y verificación aumentarían en exceso. En cualquier caso, estas tolerancias han de ser tan grandes como lo permitan las condiciones establecidas para satisfacer los requisitos del diseño.

6.6.5 - Representación de materiales.



PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

FORMAS DE REPRESENTACION

TENIENDO EN CUENTA LOS RECURSOS CON LOS QUE SE CUENTA A EL MOMENTO DE PLASMAR IDEAS EN UN DIBUJO, SE HAN PERFECCIONADO DISTITOS METODOS ESQUEMATICOS DE REPRESENTACION PARA PODER FACILITAR EL ENTENDIMIENTO DE LO QUE SE HA DIBUJADO Y SABER LOS ELEMENTOS CON LOS QUE DEBE CONTAR LA PERSONA QUE REALIZA EL PROYECTO.

CABE ACLARAR QUE LA SISTEMATIZACION DE LAS REPRESENTACION ESTA A AUNADA A LO QUE SE DESEA PLAZMAR Y SU MANERA DE REPRESENTACION DEBE SER ACORDE A LAS NORMAS DE LA MANERA EN QUE SE REPRESENTA CADA MATERIAL QUE SE VALLA A UTILIZAR.

ELEMENTOS DE RRESENTACION



PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

LOS ANTERIORES SON SOLAMENTE ALGUNOS DE LOS ELEMENTOS O MATERIALES DE REPRESENTACION MAS COMUNES QUE SUELEN SER UTILIZADOS EN EL DIBUJO TECNICO, DEBEMOS ENTENDER QUE CADA REPRESENTACION TIENE SU PROPIA MANER ESPECIFICA AL SER DIBUJADA Y QUE SE DEBE SER MUY CUIDADOSO AL MOMENTO DE SU REPRESENTACION PARA POINDICAR LO QUE SE BUSCA Y NO CAUSAR CONFUSIONES.
POR ESTO MISMO ES DE VITAL IMPORTACIA SEGUIR RIGUROSAMENTE LAS MEDIDAS ESTABLECIDAS EN EL MOMENTO DE REPRESENTAR MATERIALES EN UN TRAZO.

6.6.6 - Representación de tratamientos térmicos, termoquímicos y electroquímicos.

TRATAMIENTOS DE LOS METALES PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES

Los metales se pueden someter a una serie de tratamientos para potenciar sus propiedades: Dureza, resistencia mecánica, plasticidad para facilitar su conformado, ...

Existen cuatro clases de tratamientos:

• **Tratamientos térmicos**. El metal es sometido a procesos térmicos en los que no varía su composición química, aunque sí su estructura.

• **Tratamientos termoquímicos**. Los metales se someten a enfriamientos y calentamientos, pero además se modifica la composición química de su superficie exterior.

• **Tratamientos mecánicos**. Se mejoran las características de los metales mediante deformación mecánica, con o sin calor.

• **Tratamientos superficiales**. Se mejora la superficie de los metales sin variar su composición química másica. En estos tratamientos, a diferencia de los termoquímicos, no es necesario llevar a cabo calentamiento alguno.

Los tratamientos no deben alterar de forma notable la composición química del metal pues, en caso contrario, no sería un tratamiento, sino otro tipo de proceso.

Tratamientos térmicos

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

Son operaciones de calentamiento y enfriamiento de los metales que tienen por objeto modificar su estructura cristalina (en especial, el tamaño del grano).

La composición química permanece inalterable.

Existen tres tratamientos fundamentales:

- **Recocido**. El metal se calienta durante cierto tiempo a una temperatura determinada y, a continuación, se enfría lentamente. Se consigue una mayor plasticidad para que pueda ser trabajado con facilidad. La temperatura y la duración de este tratamiento dependerán del grado de plasticidad que se quiera comunicar al metal.

–**Temple**. Consiste en el calentamiento del metal, seguido de un posterior enfriamiento realizado de forma brusca. Con esto se consigue obtener un metal muy duro y resistente mecánicamente. El endurecimiento adquirido por medio del temple se puede comparar al que se consigue por deformación en frío.

- **Revenido**. Se aplica exclusivamente a los metales templados, pudiendo considerarse como un tratamiento complementario del temple. Con ello se pretende mejorar la tenacidad del metal templado, a costa de disminuir un poco su dureza. Tratamientos termoquímicos Los tratamientos termoquímicos consisten en operaciones de calentamiento y enfriamiento de los metales, completadas con la aportación de otros elementos en la superficie de las piezas. Los más relevantes son:

- **Cementación**. Consiste en la adición de carbono a la superficie de un acero que presente un bajo contenido en carbono a una cierta temperatura. Se obtiene así una dureza superficial muy elevada.

- **Nitruración**. Es un proceso de endurecimiento del acero por absorción de nitrógeno a una temperatura determinada. Además, proporciona una buena resistencia a la corrosión. Se utiliza para endurecer piezas de maquinaria (bielas, cigüeñales, etc.); también herramientas, como brocas, etcétera.

- **Cianuración**. Es un tratamiento intermedio entre los dos anteriores. Se utiliza no solamente en aceros con bajo contenido en carbono (como en el caso de la cementación), sino también en aquéllos cuyo contenido en carbono sea medio o alto, cuando se pretende que adquieran una buena resistencia.

- **Carbonitruración**. Consigue aumentar la dureza de los aceros mediante la absorción simultánea de carbono y nitrógeno a una temperatura determinada. La diferencia con el tratamiento anterior radica en que la carbonitruración se realiza mediante gases, y la cianuración por medio de baños. Se emplea en piezas de gran espesor.

- **Sulfinización**. Mediante la inmersión del metal en un baño especial se consigue incorporarle una capa de carbono, nitrógeno y, sobre todo, azufre. Con este tratamiento se aumenta considerablemente la resistencia al desgaste de los metales, a la vez que se disminuye su coeficiente de rozamiento.

Tratamientos mecánicos

Mejoran las características de los metales por deformación mecánica, con o sin calor. Existen los siguientes tratamientos mecánicos:

- **Tratamientos mecánicos en caliente**, también denominados forja. Consisten en calentar un metal a una temperatura determinada para, luego, deformarlo golpeándolo fuertemente. Con esto se afina el tamaño del grano y se eliminan del material sopladuras y cavidades interiores, con lo que se mejora su estructura interna.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

- **Tratamientos mecánicos en frío**. Consisten en deformar el metal a la temperatura ambiente, bien golpeándolo, o por trefilado o laminación. Estos tratamientos incrementan la dureza y la resistencia mecánica del metal y, también, acarrean una disminución en su plasticidad.

Tratamientos superficiales

Los más utilizados son:

- **Metalización**. Se proyecta un metal fundido, pulverizándolo sobre la superficie de otro. Con esto se consigue comunicar a la superficie de un metal las características de otro diferente.

- **Cromado**. Se deposita cromo electrolíticamente sobre el metal; de esta manera, se disminuye su coeficiente de rozamiento y se aumenta su resistencia al desgaste.

6.6.7 - Representación de formas y elementos normalizados (chavetas, roscas, guías, soldaduras y otros).

6.6.7.1 TIPOS DE ROSCAS

Desde épocas muy antiguas las roscas han formado parte de nuestra vida diaria, al punto que hoy en día es difícil encontrar algún mecanismo que no esté basado o que haga buen uso del principio del tornillo, el principal elemento "roscado".

En un comienzo, la construcción de las **roscas** dependía en gran medida de la habilidad y el buen ojo del artesano. No obstante, en el siglo XVIII se introdujeron los primeros avances hacia la estandarización de ciertos parámetros, ya que la producción de tornillos había dejado de ser un oficio para convertirse en un proceso industrial, por lo que a mediados del siglo siguiente se adoptaron definitivamente los estándares para **roscas** que rigen hasta la actualidad.

Sin embargo, para bien o para mal, resultó casi una coincidencia que dos inventores, uno en Gran Bretaña (J. Whitworth) y el otro en Estados Unidos (W. Sellers) propusieran independientemente y casi simultáneamente estandarizaciones diferentes basadas en el sistema imperial de medición, que fueron adoptadas en cada uno de esos países. Para no quedar atrás, la Europa métrica contraatacó con su aporte correspondiente, adoptado de estándares franceses y alemanes, y esta es básicamente la razón por la cual hoy existen tantos tipos distintos de **rosca** usados en todo el mundo y que es útil conocer.

Aunque las aplicaciones son numerosas, las funciones principales de una **rosca** son tres:

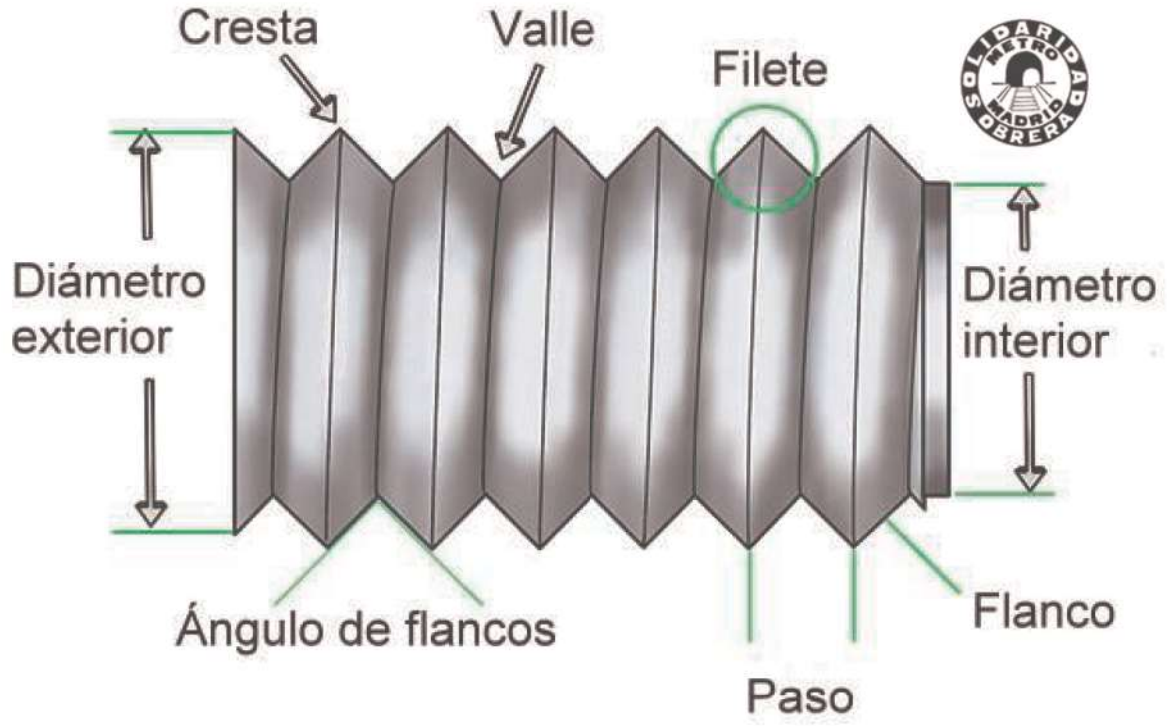
- Formar un acoplamiento mecánico para mantener piezas unidas (por ejemplo, con un perno y una tuerca).
- Transmitir fuerza o movimiento mediante la conversión de un movimiento de rotación en un movimiento lineal o viceversa (por ejemplo, el tornillo de una prensa).
- Aportar ventajas mecánicas al hacer uso de una fuerza pequeña para crear una fuerza de mayor magnitud.

En base a estas funciones surge una amplia **clasificación de roscas** que veremos más adelante, pero antes es preciso detenernos en una serie de conceptos fundamentales.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

- **¿Cómo se define una rosca?**

Para conocer y comprender las diferencias entre los diversos **tipos de roscas**, vamos a definir brevemente cuáles son los parámetros que caracterizan a una **rosca**.



Partes de una rosca

Filete o hilo: superficie prismática en forma de hélice que es constitutiva de la **rosca**.

Flanco: cara lateral del filete.

Cresta: parte más externa de la **rosca**, o bien, unión de los flancos por la parte exterior.

Valle: parte más interna de la **rosca**, o bien, unión de los flancos por la parte interior.

Diámetro nominal o exterior: diámetro mayor de la **rosca**. En un tornillo, es el diámetro medido entre las crestas de los filetes, mientras que en una tuerca es el diámetro medido entre los valles.

Diámetro interior: diámetro menor de la **rosca**. En un tornillo, corresponde al diámetro medido entre los valles, mientras que en una tuerca es el diámetro medido entre las crestas.

Ángulo de rosca o de flancos: ángulo medido en grados sexagesimales, que forman los flancos de un filete según un plano axial.

Paso (P): distancia entre dos crestas consecutivas, que representa la longitud que avanza un tornillo en un giro de 360º. El paso de una **rosca** puede ser fino (F), grueso o normal (C) y, en algunos pocos casos, extra fino (EF). La tendencia general de los últimos 20 años, apunta al uso generalizado del paso grueso, dejando los pasos finos para casos particulares, por ejemplo, reglajes, tornillos de motores, etc. Estos casos son menos numerosos y los elementos de sujeción de paso fino se transforman de a poco en elementos especiales con sus consiguientes inconvenientes económicos, de disponibilidad y plazo.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

Las ventajas más importantes del paso fino son:

- Mayor resistencia a la tracción, porque presenta una sección resistente más grande.
- Tendencia mínima a aflojarse por vibraciones.
- Reglajes más precisos.

Sin embargo, la mayor parte de los montajes no presentan carga estática sino dinámica, donde la resistencia a la fatiga es el criterio principal para el cálculo y diseño. En estos casos, el paso grueso resiste mejor la fatiga, ya que a medida que aumenta el paso disminuye la carga en el fondo del hilo de rosca. La resistencia al aflojamiento por vibraciones en el paso grueso se ha mejorado notablemente con el desarrollo de sistemas de frenado y blocaje, tanto mecánicos como químicos, que ofrecen mejores soluciones a la pérdida de precarga, sobre todo después de esfuerzos dinámicos transversales.

Las ventajas del paso grueso son:

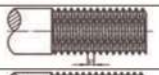
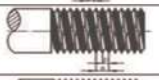
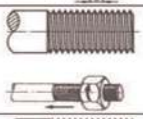
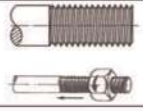
- Menor sensibilidad a los choques, y generalmente, un ensamblado más sencillo y rápido.
- Posibilidad de revestimientos de mayor espesor debido al juego de tolerancias, porque los pasos son más amplios.
- Menor riesgo de desgarre del roscado.

Avance (a): distancia que recorre un filete en sentido del eje al dar una vuelta entera. Es también la distancia que recorre el tornillo en la tuerca al dar una vuelta completa. En las **roscas** de una entrada, el avance (a) es igual al paso (P). En las **roscas** de varias entradas, a = P . z, donde z = número de entradas.

- **¿Cómo se clasifican las roscas?**

Las **roscas** pueden agruparse de acuerdo con diversos parámetros. En el siguiente gráfico presentamos una clasificación basada en los parámetros que figuran en la primera columna.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

Parámetro	Tipo de rosca	Características	Aplicaciones principales	Figura esquemática
Posición	Rosca exterior (tornillo o macho)	Se talla sobre un cilindro exterior	- Tornillos - Espárragos - Prisioneros - Varillas roscadas - Piezas con rosca exterior	
	Rosca interior (tuerca o hembra)	Se talla sobre un cilindro interior (taladro)	- Tuercas - Tapones - Orificios roscados	
Forma del filete	Rosca triangular	La sección triangular del filete genera un paso reducido, lo cual origina un gran esfuerzo. El rozamiento entre los flancos de la rosca exterior e interior (tornillo-tuerca) es relativamente grande. El paso, reducido, genera un efecto de autofrenado, lo que reduce el peligro de aflojamiento del tornillo. La gran sección de la base del filete proporciona la resistencia necesaria.	- Tornillos de fijación o para uniones de tubos - Es la más común y puede ser: *Normal*: tornillería *Fina*: menor paso para igual diámetro, ideal para paredes delgadas *De gas*: fina, para uniones de tubos conductores de fluidos *Autocortante*: uniones en chapas, madera o plástico	
	Rosca trapecial	El perfil tiene forma de trapecio isósceles. Sustituye la rosca cuadrada, ofreciendo mayor resistencia y fabricación más sencilla.	Transmitir o transformar movimientos (tornillos de banco, por ejemplo).	
	Rosca redonda	La sección tiene cierta curvatura, por lo que las superficies que entran en contacto son mayores que en otros tipos de roscas.	Uniones sujetas a mucho desgaste o elementos sometidos a golpes, suciedad, oxidación, (por ej., husillos de gatos de elevación, elementos de transporte, etc.) Casquillos de bombillas, sujeción para tornillería basta o acoplamiento de vagones de ferrocarril. Industrias principales: sector alimentario, conexiones de mangueras para incendios y petróleo/gas.	
	Rosca con diente de sierra	Tiene flancos asimétricos, lo que forma de trapecio rectángulo. Tiene el rendimiento de una rosca de filete cuadrado y la resistencia de una rosca triangular. Antes se producía con un flanco (o cara) de presión vertical; la más reciente, con inclinación de 7º, es más fácil de fabricar.	Útil cuando se necesita resistir grandes presiones unilaterales, por ej., transmisión de grandes esfuerzos axiales en un sentido (husillos de prensas, pinzas de torno, etc.) Denominada a veces "rosca de cierre", porque se usa en los grandes cañones para absorber la reculada.	
Cantidad de filetes	Rosca de una entrada	Tiene un solo hilo o filete	Es la más común	
	Rosca de varias entradas	Tiene varios hilos o filetes	Transmisión de movimientos que exigen un avance rápido	
Sentido de la hélice	Rosca a derecha	La tuerca avanza cuando se gira en sentido horario	Es la más común	
	Rosca a izquierda	La tuerca avanza cuando se gira en sentido antihorario.	Ejes que están en movimiento y van fijados con tornillos o tuercas para evitar que su giro afloje la tuerca o tornillo	
Diseño	Rosca cilíndrica, paralela o recta	Es un cilindro alrededor del cual se realiza la rosca, y por lo tanto tiene el mismo diámetro al comienzo y al final. En este caso, el macho entra hasta el fondo de la pieza hembra, no hay interferencia entre flancos, crestas y valles, y es posible enroscar a mano.	Aunque la unión física es segura, es susceptible a pérdidas (por ejemplo, uniones roscadas de tubos), por lo que es necesario reforzar la unión con juntas o teflón. No se requieren ni recomiendan sellantes, pero dependiendo de la aplicación y materiales, puede usarse un lubricante.	
	Rosca cónica	Es un cono alrededor del cual se realiza la rosca. El diámetro al comienzo es menor que al final y la diferencia de diámetros es pequeña, lo cual evita que el macho entre hasta el fondo, asegurando la unión mediante interferencia entre los hilos e impidiendo las pérdidas. Se puede enroscar a mano unas pocas vueltas y luego se debe usar una llave adecuada para asegurar el sello con una o dos vueltas.	Uniones de cañerías y en algunas otras aplicaciones donde se requieren uniones herméticas para fluidos. Siempre necesita un sellante para contener los fluidos del sistema y reducir el potencial de gripado.	

PARA LIBRE DISTRIBUC
PROHIBIDA SU COPIA

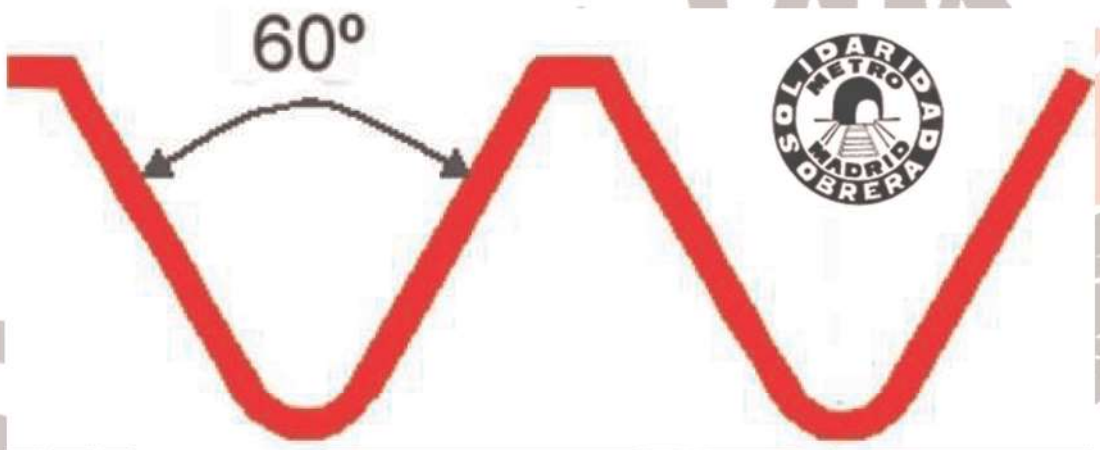
- **Tipos de rosca más comunes**

De acuerdo con los parámetros de la clasificación que acabamos de ver, existen más de 20 clases distintas de **roscas**, que podemos consultar aquí. Sin embargo, en este artículo vamos a detallar solamente las de uso más difundido.

- **a) Roscas de unión para uso general**

Rosca métrica ISO

Es de diseño cilíndrico (o paralelo o recto) y está formada por un filete helicoidal en forma de triángulo equilátero con crestas truncadas y valles redondeados. El ángulo que forman los flancos del filete es de 60º y el paso, medido en milímetros, es igual a la distancia entre los vértices de dos crestas consecutivas.



Rosca métrica ISO

Se denomina según normas ISO 68-1 e ISO 965-1. Si es de paso grueso, se designa con la letra M seguida del valor del diámetro nominal en milímetros, por ejemplo:

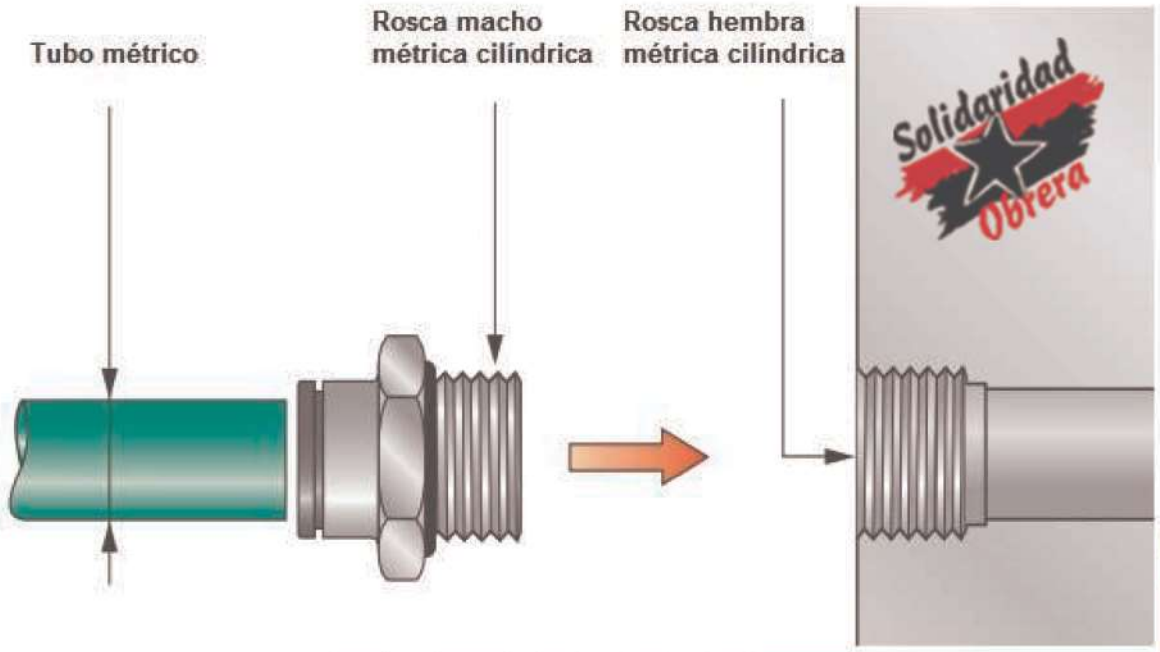
M 6

Si es de paso fino, la letra M va seguida del diámetro nominal en milímetros y el paso en milímetros, separados por el signo «x», por ejemplo:

M 6×0,25

Si la **rosca** es a izquierda se añade "**izq**". Si es de dos entradas se añade "**2 ent**" o si es de tres, "**3 ent**".

La **rosca métrica** también puede usarse para unir tuberías, con las características que muestra la siguiente figura, va montada en el mismo roscado cilíndrico y la estanqueidad queda asegurada por una junta tórica o arandela.



Rosca métrica

Rosca nacional unificada ISO de paso grueso (UNC)

Es idéntica a la **rosca métrica ISO** en cuanto a diseño y ángulo de flancos, con la diferencia que sus dimensiones responden al sistema imperial. Se designa según norma ANSI/ASME B1.1, con las letras UNC a las que se antepone el diámetro nominal en pulgadas y seguidamente el paso en hilos por pulgada, por ejemplo:

¼" 20 UNC

Se usa generalmente para la producción en serie de tornillos, pernos y tuercas, y otras aplicaciones industriales, especialmente el roscado en materiales de baja resistencia a la tracción, tales como fundiciones, acero dulce y materiales blandos, para obtener la máxima resistencia al desgarre de la rosca. Puede aplicarse donde se requiere un montaje y desmontaje rápido o cuando hay posibilidad de que exista corrosión o deterioro ligero.

Rosca nacional unificada ISO de paso fino (UNF)

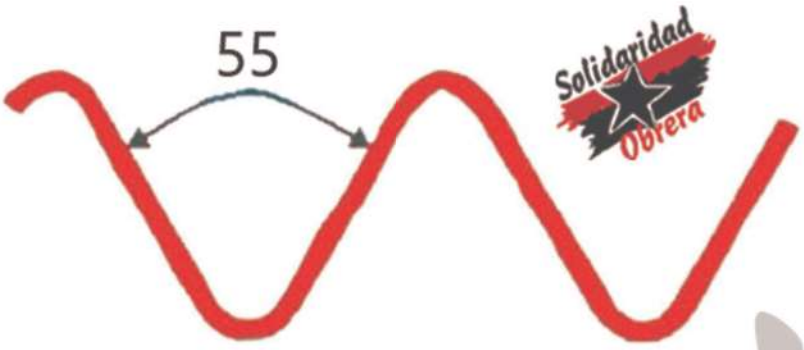
Difiere de la anterior únicamente por el paso y por la denominación, donde solo se reemplazan las letras UNC por UNF. Tiene uso general, aunque es más resistente a la tracción y torsión que la UNC e incluso resiste el aflojamiento por vibración.

- **b) Roscas de unión para tubería**

Rosca normal británica para tubería (BSP) o rosca "gas"

Derivada de la **rosca Whitworth original** (con poco uso en la actualidad) tiene forma de triángulo isósceles y el ángulo que forman los flancos de los filetes es de 55º. El lado menor del triángulo es igual al paso, y las crestas y valles son redondeados. El diámetro nominal o exterior de la **rosca** se expresa en pulgadas, y el paso está dado por el número de hilos contenidos en una pulgada, por lo que se expresa en hilos por pulgada.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA



Rosca normal británica

Se usa comúnmente en plomería de baja presión, aunque no se recomienda para sistemas hidráulicos de media y alta presión. De acuerdo a su diseño presenta dos variantes:

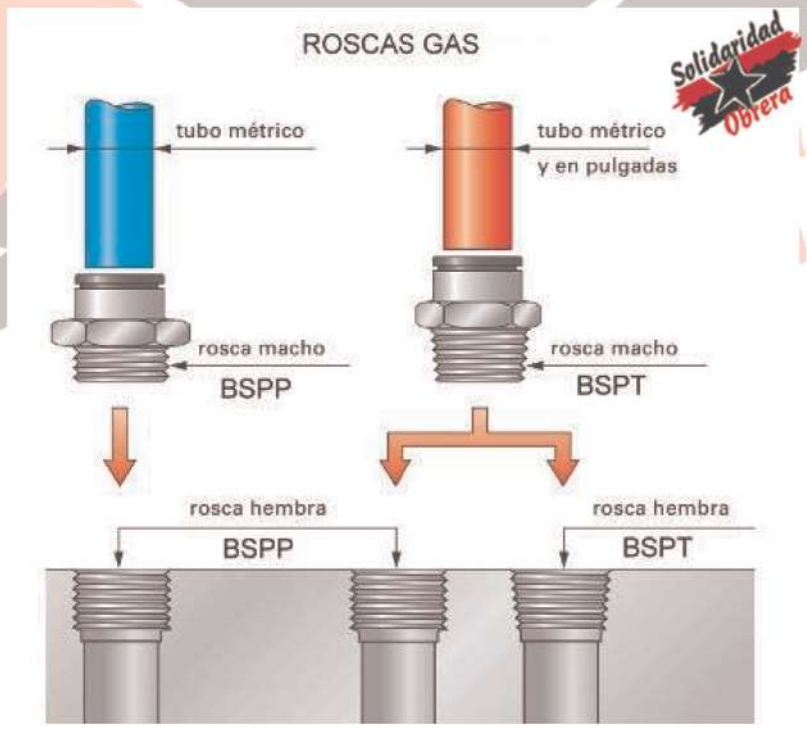
Rosca cilíndrica (o recta o paralela, BSPP): se monta en el mismo roscado cilíndrico. La estanqueidad queda asegurada por una junta tórica o arandela. Se denomina con la letra G seguida del diámetro nominal del tubo en pulgadas según norma ISO 228-1. Por ejemplo:

G 7

Rosca cónica (BSPT): se monta en el mismo roscado cilíndrico o cónico. La estanqueidad queda asegurada por un recubrimiento previo en la **rosca**. Se denomina con la letra R seguida del diámetro nominal del tubo en pulgadas según norma ISO 7-1. Por ejemplo:

R 1/8

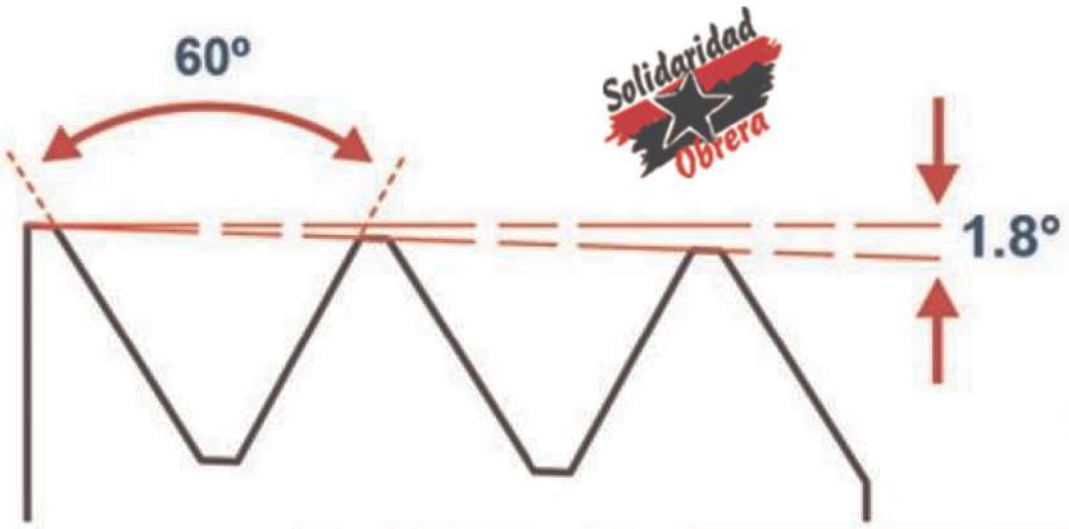
La figura de abajo representa las conexiones y compatibilidades entre los tipos de **roscas** BSPP y BSPT.



Roscas BSPP – BSPT

Rosca nacional estadounidense cónica para tubería (NPT)

Tiene diseño cónico, los filetes forman un ángulo de 60º y las crestas y valles están truncados en 1,8º. El diámetro se expresa en pulgadas y el paso en hilos por pulgada.



Rosca nacional estadounidense cónica para tubería NPT

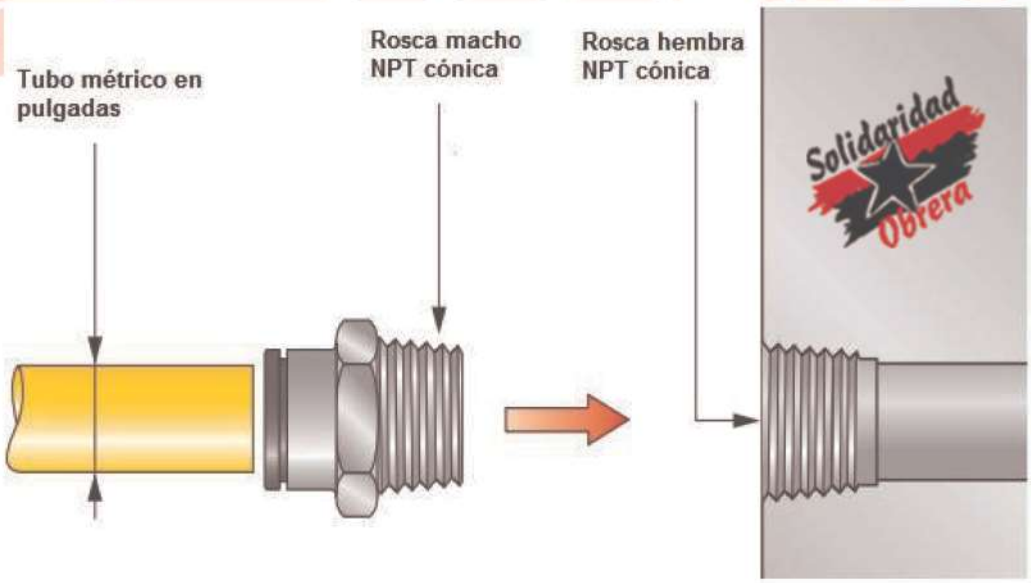
Se monta en el mismo roscado cónico y la estanqueidad queda asegurada por un recubrimiento previo en la rosca. Se designa según norma ANSI B1.20.1 con las letras NPT a las que se antepone el diámetro nominal en pulgadas y el número de hilos por pulgada separados por un guion. Por ejemplo:

1/16" – 27 NPT

En el caso de tener una rosca a izquierda se añaden las letras LH. La figura siguiente muestra las conexiones de una rosca NPT.

- **Comparación entre los tipos más comunes de rosca**

En el gráfico que sigue podemos visualizar con mayor claridad las principales diferencias que presentan los tipos más comunes de rosca.



Comparación entre los tipos más comunes de roscas

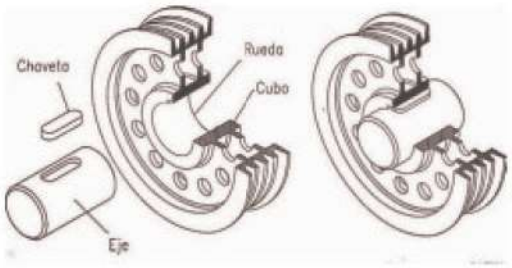
Cuando conocemos correctamente toda esta información, resulta más sencillo identificar los diversos tipos de **rosca**, así como establecer posibles compatibilidades y decidir cuál es el elemento o método de sellado más adecuado para nuestra unión roscada en tuberías, por ejemplo.

	Rosca		
Parámetro	**Métrica – UNC/UNF**	**BSPP**	**BSPT – NPT**
Diseño	Cilíndrico	Cilíndrico	Cónico
Perfil del filete triangular	Crestas truncadas, valles redondeados	Crestas y valles redondeados	Crestas y valles redondeados – Crestas y valles truncados
Ángulo de flanco	60°	55°	55° – 60°
Medición del paso	Avance en mm por cada vuelta – Número de hilos por pulgada	Número de hilos por pulgada	Número de hilos por pulgada
Ángulo de conicidad	0°	0°	1°47′
Tipo de sello	Junta tórica o arandela	Junta tórica o arandela	Recubrimiento en la rosca

6.6.7.2 CHAVETAS

Las chavetas son órganos mecánicos destinados a la unión de piezas que deben girar solidarias con un árbol para transmitir un par motriz (volantes, poleas, ruedas dentadas, etc.), permitiendo, a su vez, un fácil montaje y desmontaje de las piezas:

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA



La práctica usual consiste en elegir una chaveta cuyo tamaño sea un cuarto del diámetro del eje. Entonces se ajusta la longitud de la pieza, según la longitud del cubo de la pieza montada y la resistencia requerida. A veces es necesario utilizar más de una chaveta para obtener la resistencia que se desee.

TIPOS DE ENCHAVETADOS.

•Enchavetados forzados

Los enchavetados logran la unión entre las piezas por el acuñamiento de las caras de la chaveta contra sus asientos sobre el eje y el cubo respectivamente. Este tipo de chaveta tiene forma de cuña, y reciben el nombre de chavetas inclinadas. Las chavetas inclinadas logran la unión perfecta entre las dos piezas, tanto respecto a rotación como a traslación.

• Enchavetados libres

Impiden la rotación relativa entre los cuerpos que unen, pero permiten la traslación. No se recomiendan para acoplamientos precisos, movimientos circulares alternativos o choques, ya que existe un juego entre la ranura del cubo y la chaveta.

TIPOS DE CHAVETAS





6.7 Representación de sistemas de automatización:

6.7.1 - Identificación de componentes en esquemas neumáticos e hidráulicos.

Consultar en el punto 5.1 y 5.2

6.7.2 - Identificación de componentes en esquemas eléctricos y programables.

Consultar en el punto 1.2 (Automatismos)

6.7.3 - Simbología de elementos neumáticos hidráulicos y eléctricos.

Consultar en los puntos 1 y 5.

6.7.4 - Simbología de elementos eléctricos, electrónicos y programables.

Consultar en el punto 1

6.7.5 - Simbología de conexiones entre componentes.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

7 Motores.

El motor de combustión interna

Explicación motor otto de 4 tiempos:

https://www.youtube.com/watch?v=H7thXDBQBBc

Explicación motor Diesel de 4 tiempos:

https://www.youtube.com/watch?v=_YiISR57Sz4

Partes de un motor de combustión:

https://www.youtube.com/watch?v=3aQvkzThY3c

La energía mecánica es indispensable para poner en funcionamiento las diferentes máquinas, esta energía se puede obtener utilizando energía térmica, hidráulica, solar y eólica. La más utilizada es la energía térmica que se obtiene de la quema de los combustibles de naturaleza orgánica tales como los hidrocarburos. Dentro de los equipos que transforman la energía térmica en trabajo se encuentran los motores de combustión interna, los cuales consumen el 80% de la energía derivada de los hidrocarburos a nivel mundial. Los motores de combustión interna transforman la energía térmica del combustible en trabajo útil.

Un motor de combustión interna tiene como propósito la producción de trabajo mecánico a partir de la energía química contenida en un combustible.
En los motores de combustión interna la energía es liberada por la quema u oxidación del combustible dentro del motor.

2.1 Clasificación de los motores de combustión interna.

En un motor de combustión interna se introduce aire y combustible. En los motores de encendido por chispa, la mezcla de aire y combustible se preparaba antiguamente en el carburador y es luego conducida al cilindro, ahora es por medio de inyectores, lo que permite un ahorro de combustible y un mejor aprovechamiento del mismo; en los motores de encendido por compresión se realiza directamente en el cilindro, donde el combustible se inyecta después de haber introducido y comprimido el aire.

La mezcla comprimida en la cámara de combustión se transforma, por efecto de la combustión, en vapor de agua (H_2O), bióxido de carbono (CO_2) y nitrógeno (N). El nitrógeno, gas inerte contenido en el aire, no interviene en la combustión. El vapor de agua producido en la combustión se mantiene y se comporta como un gas permanente.

Entre los otros productos de la combustión se encuentran partículas de otros gases tales como: monóxido de carbono (CO), hidrógeno (H_2), metano (CH_4) y oxígeno (O_2), cuando la combustión es

incompleta. La cantidad de oxígeno que participa en el proceso está en razón directa del exceso de aire introducido con respecto al necesario para la combustión.

En consecuencia, el fluido de trabajo está formado inicialmente por el aire y el combustible y después, por el conjunto de gases producidos durante la combustión. Como es natural y evidente, su composición química varía en el curso del ciclo de trabajo. Los motores de combustión interna se pueden clasificar de acuerdo a la tabla 2.1.

Tabla 2.1 Clasificación de los motores de combustión interna

Aplicación	En automóviles, camiones, locomotoras, avión ligero, marino, sistema de potencia portátil y generación de energía
Diseño básico del motor	Motores reciprocantes (subdivididos por el arreglo de los cilindros: En línea, en V, etc.), motores rotatorios (Wankel y otras geometrías)
Ciclos de funcionamiento	Ciclo de cuatro tiempos: Aspirado naturalmente (admitiendo el aire atmosférico), sobrealimentado (admite previamente comprimida la mezcla fresca) y turbocargado (admitiendo la mezcla fresca comprimida en un compresor conducido por una turbina de extractor), ciclo de dos tiempos: Sobrealimentado y turbocargado
Válvula o diseño del puerto y localización	Válvulas en la cabeza, válvulas debajo de la cabeza, válvulas rotatorias, etc.
Combustible	Gasolina, Diesel, gas natural, gas líquido, alcoholes (metanol, etanol), hidrógeno, combustible dual
Método de preparación de la mezcla	Carburación, inyección del combustible en los puertos, inyección del combustible en el cilindro del motor
Método de encendido	Encendido por chispa, encendido por compresión
Diseño de la cámara de combustión	Cámara abierta, Cámara dividida
Método de control de carga	La estrangulación de la mezcla del flujo del combustible y de aire junto permanece sin cambio, control del flujo del combustible solamente, una combinación de éstos
Método de enfriamiento	Enfriados por agua, enfriados por aire, sin enfriar (por convección y radiación naturales)

Aspectos termodinámicos

Para comprender el funcionamiento de los motores de combustión interna es necesario tener los conocimientos de los conceptos de la Termodinámica, tales como trabajo y calor, los cuales son fuentes de energía.

Por energía se entiende en física la capacidad para realizar un trabajo. Se realiza un trabajo cada vez que se efectúa un desplazamiento con la aplicación de una fuerza.

Existen diferentes formas de energía como son la energía potencial, cinética, mecánica y térmica.

Para efectos de este estudio solo se considera la energía mecánica y térmica a las cuales corresponde respectivamente la capacidad de producir trabajo y calor.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

El trabajo es energía mecánica en transición y no puede ser almacenada en un campo o en un sistema. Cuando un campo es sometido a un trabajo en éste permanece solo el resultado del trabajo capaz de manifestarse bajo otra forma de energía.

Por otro lado, el calor es la energía térmica de transición a través de las superficies que limitan un sistema. Para que exista una transición del calor es necesario que exista una diferencia de temperatura entre el sistema considerado y el medio que lo rodea.

Un ciclo termodinámico es un proceso o conjunto de procesos que dejan nuevamente el sistema en el estado original que tenía antes de que se realizara.
Un sistema es una porción de espacio o cantidad de materia que se selecciona para que se desarrolle el proceso. Todo lo ajeno al sistema se conoce como alrededores y el límite real o hipotético entre el sistema y sus alrededores se llama fronteras o límites del sistema. En conclusión, el sistema puede ser cualquier cosa.

Los sistemas termodinámicos generalmente se clasifican en dos grandes categorías que son:

1. Sistemas Cerrados: Un sistema es cerrado si no existe transferencia de masa entre el sistema y sus alrededores.

2. Sistemas Abiertos: Un sistema es abierto cuando existe transferencia de masa entre el sistema y sus alrededores. En un sistema abierto el cambio neto de masa es igual a cero, es decir, el flujo de masa que entra al sistema es igual al flujo de masa que sale de éste.

El estudio de los ciclos termodinámicos se lleva a cabo suponiendo que el ciclo está constituido por una serie de transformaciones termodinámicas ideales, tales como:

A. Adiabáticas: Sin flujo de calor hacia o desde el sistema
B. Isobáricas: A presión constante
C. Isocóricas: A volumen constante
D. d) Isotérmicas: A temperatura constante

Ciclos de funcionamiento de un motor de combustión interna

Los ciclos utilizados en el funcionamiento de los motores de combustión interna
son el ciclo Otto y el ciclo Diesel.

Ciclo Otto

Todos los motores han tenido su origen en algún ciclo termodinámico, el cual consta de una serie de eventos en los que la energía se recibe a un nivel elevado, convirtiéndose en trabajo la mayor cantidad posible y el resto se vierte en el medio que lo rodea. En 1862, el francés Beau De Rochas patentó un ciclo, el cual fue utilizado por los alemanes Otto y Langen en un motor de cuatro tiempos.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

Este motor fue el primero de los motores de ciclo Otto. El ciclo mecánico de un motor Otto de cuatro tiempos, se completa con cuatro carreras del pistón y dos vueltas del cigüeñal y una del eje de levas.

En un motor de cuatro tiempos de encendido por chispa se introduce al cilindro durante el proceso de admisión una mezcla de aire y combustible con una proporción determinada como se aprecia en el esquema de la figura 2.1 (a). Durante esta carrera de admisión el pistón se desplaza desde su Punto Muerto Superior (PMS) hasta su Punto Muerto Inferior (PMI), mientras la válvula de admisión permanece abierta. Una vez terminado este proceso de llenado, se comprime la mezcla de aire y combustible como se muestra en el esquema 2.1 (b), desplazándose el pistón desde su PMI hasta su PMS. En esta carrera de compresión permanecen cerradas las válvulas de admisión y de escape. Terminando este proceso se realiza la combustión de la mezcla aire-combustible, mediante la acción de una bujía, incrementándose la presión y la temperatura de la mezcla, mientras el volumen permanece constante en su valor mínimo. Como consecuencia de esta combustión, el pistón es lanzado de su PMS hasta el PMI, como se observa en la figura 2.1 (c). Durante esta carrera de expansión las válvulas de admisión y escape permanecen cerradas.

Al llegar el pistón a su PMI la válvula de escape se abre, iniciándose así el proceso o carrera de escape en que los productos de combustión son descargados del cilindro hacía la atmósfera. El proceso de escape está diseñado en la figura 2.1 (d). De esta manera el cigüeñal gira 720 grados o dos vueltas para completar los cuatro procesos; de admisión, compresión, expansión y escape.

En la realidad no se cumple el ciclo termodinámico teórico ya que el ciclo real funciona sobre un sistema abierto. Para el análisis del ciclo teórico se supone que el ciclo es cerrado y que el medio sufre el proceso del ciclo repetidas veces.

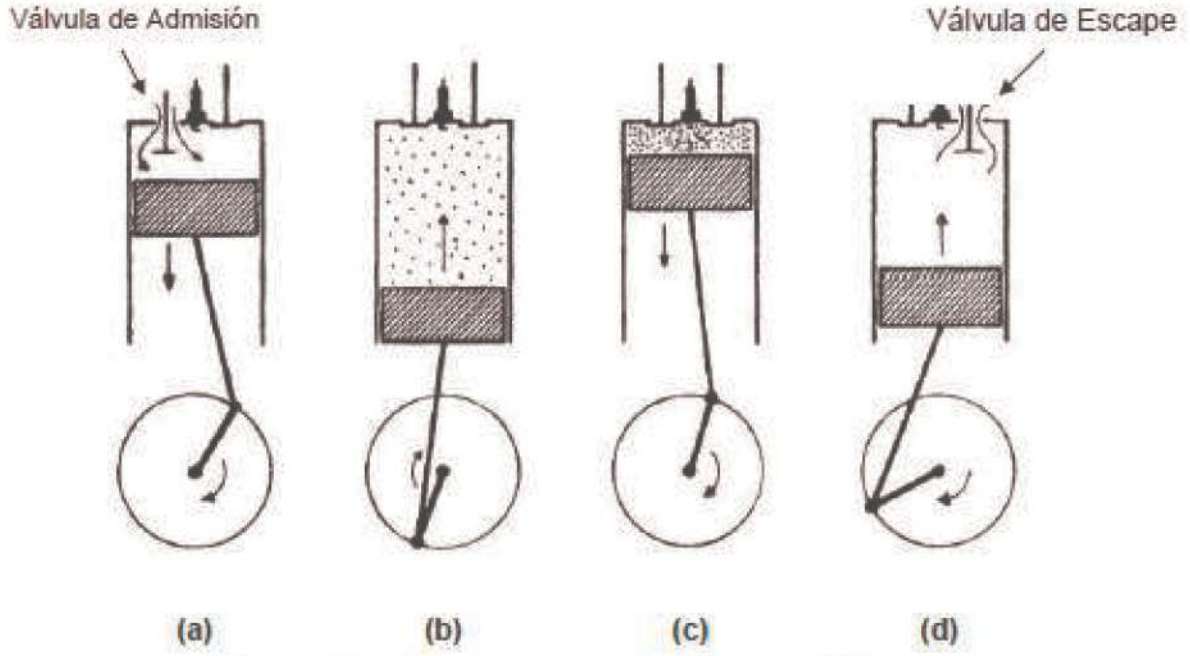


Figura 2.1 Tiempo de un Ciclo Otto, a) Admisión, b) Compresión, c) Expansión, d) Escape

Ciclo Otto teórico

0-1 Aspiración (proceso isocórico)

La válvula de admisión se abre y se aspira una carga de aire y combustible a una presión teóricamente igual a la atmosférica, provocando el descenso del pistón. La válvula de escape permanece cerrada.

1-2 Compresión (proceso adiabático)

No existe intercambio de calor entre el gas y las paredes del cilindro. La válvula de admisión y la de escape están cerradas y el pistón comienza a subir, comprimiendo la mezcla que se vaporiza.

2-3 Combustión (proceso isocórico)

Ambas válvulas permanecen cerradas. Al llegar el pistón a la parte superior de su carrera, el gas comprimido se inflama por la chispa de la bujía. La combustión de toda la masa gaseosa es instantánea, por lo tanto, el volumen no variará y la presión aumentará rápidamente.

3-4 Expansión (proceso adiabático)

El gas inflamado empuja al pistón. Durante la expansión, no hay intercambio de calor, al aumentar el volumen, la presión aumenta.

4-1 Escape (proceso isocórico)

Cuando el pistón se encuentra en el extremo inferior de su recorrido, la válvula de admisión permanece cerrada y se abre la de escape, disminuyendo rápidamente la presión, sin variar el volumen interior. Luego manteniéndose la presión igual a la atmosférica, el volumen disminuye.

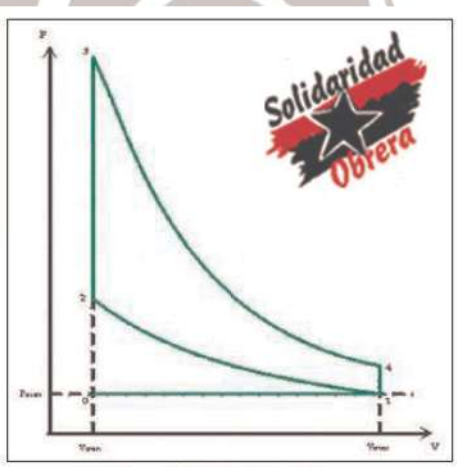


Figura 2.2 Ciclo Otto teórico

Ciclo Otto real

0-1 Aspiración

La presión del gas durante la aspiración es inferior a la presión atmosférica, por lo tanto, el cierre de la válvula de admisión se produce después que el pistón llega al extremo inferior de su carrera, es decir, se prolonga el período de admisión y entra en el cilindro la máxima cantidad de mezcla de aire y combustible.

1-2 Compresión

El gas cede calor al cilindro, por consiguiente, el gas se enfría y adquiere menos presión.

2-3 Combustión

La combustión no es instantánea y el volumen de la mezcla va variando mientras se propaga la inflamación. En este caso, el perfeccionamiento que se puede aportar para la obtención de un máximo trabajo, será en la elección en que ha de producirse el encendido. La chispa debe saltar antes de que el pistón haya terminado la carrera de compresión, de esta manera aumenta considerablemente la presión alcanzada después de la combustión y de esta forma el trabajo ganado será significativo.

3-4 Expansión

El aumento de la temperatura en el interior del cilindro durante la combustión produce en la expansión, que los gases cedan calor al cilindro y se enfrían, dando como resultado una presión menor.

4-1 Escape

En realidad, el escape no se hace instantáneamente, sino que en este período los gases tienen aún una presión superior a la atmosférica.

Por lo tanto, la válvula de escape se abre antes de que el pistón llegue al extremo inferior de su recorrido, de este modo la presión del gas tendrá tiempo de disminuir mientras el pistón termina su carrera descendente, al realizar éste su carrera ascendente sólo encontrará delante de él gases expansionados ya casi por completo. La válvula de admisión se abre antes de que el pistón llegue al extremo superior de su recorrido, produciendo una cierta depresión en el cilindro que hace que la aspiración sea más enérgica.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

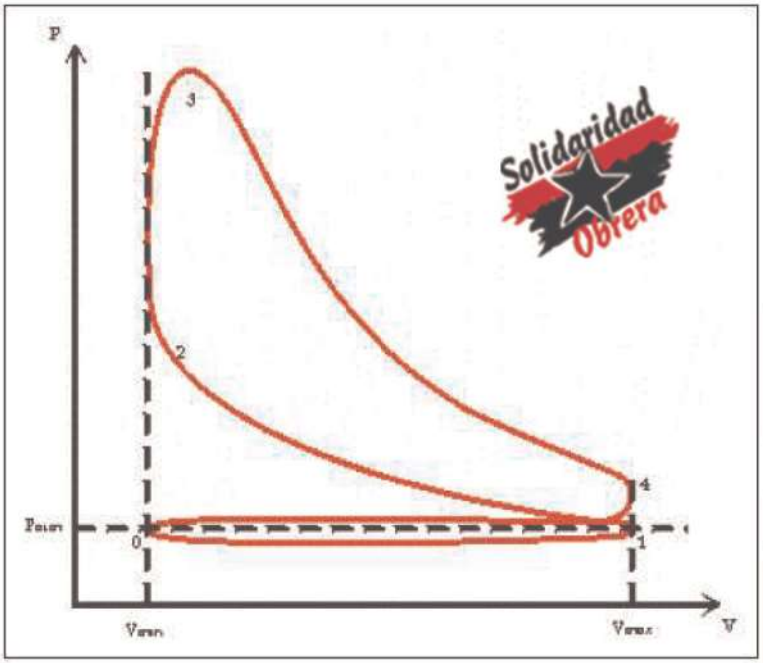


Figura 2.3 Ciclo Otto real

Ciclo Diesel

El motor Diesel es un motor de combustión interna cuyo funcionamiento se basa en el ciclo Otto, a diferencia que se inyecta combustible dentro del pistón una vez realizada la compresión del aire.

Esto es, en el primer tiempo la diferencia con el motor encendido por chispa es que en lugar de entrar una mezcla de aire y combustible entra solo aire, esto produce que, en el segundo tiempo, el aire se comprima y se caliente cuando llega el pistón al PMS, en ese instante el Diesel es inyectado. En el tercer tiempo el Diesel se enciende a raíz de la presión elevada en la que se encuentra el aire. El cuarto tiempo es igual al de encendido por chispa. La relación de compresión de la carga del aire es lo suficientemente alta como para encender el combustible inyectado.

Este motor utiliza varios tipos de combustible, los cuales se caracterizan por una mayor eficiencia térmica y por las ventajas económicas para las aplicaciones que tiene.

En los sistemas que funcionan con combustible líquido (los que predominan), se producen complicaciones técnicas (en las bombas de inyección, en las boquillas inyectoras y en las cámaras de combustión en las cuales se realizan los procesos de entrega, atomización y quema del combustible).

Para obtener una combustión limpia, así como para no emplear una gran cantidad de aire, todo el proceso se realiza en milisegundos. Según el proyecto de Rudolph Diesel, el motor Diesel presenta un sistema de inyección de combustible en el que la razón de inyección se retarda y se controla para obtener una presión constante durante el proceso de combustión.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

Ciclos de trabajo

Un ciclo de trabajo es la sucesión de operaciones que la mezcla aire y combustible o combustible se ejecuta dentro del cilindro, necesarias para que haya una carrera de trabajo.

La duración del ciclo de trabajo es medida por el número de carreras efectuadas por el pistón para realizarlo.

Una carrera es la distancia que recorre el pistón en el cilindro desde PMI hasta el PMS relacionado con el ciclo del motor que lleva a cabo, es decir, en un motor de cuatro tiempos hay carreras de admisión, de compresión, de expansión (o trabajo) y de escape. Las carreras de admisión y expansión son descendentes y las de compresión y escape son ascendentes.

Motor de cuatro tiempos

Se denominan de cuatro tiempos porque el ciclo de trabajo se realiza en cuatro carreras del pistón, es decir, en dos vueltas del cigüeñal. El ciclo de cuatro tiempos comprende las cuatro fases siguientes:

a) Admisión de la mezcla en el cilindro
b) Compresión de la mezcla en el cilindro
c) Explosión de la mezcla en el cilindro
d) Escape de los productos de la combustión

Cada fase corresponde a una carrera del pistón.

Este ciclo de funcionamiento es el que rige a los motores de gasolina (también conocidos como motores Otto) y a los Diesel. La diferencia entre ambos es que en el motor Otto el combustible se mezcla con el aire necesario para su combustión y se hace explotar en el interior de los cilindros mediante el encendido provocado por una chispa eléctrica procedente de una bujía. En los motores Diesel, el combustible se inyecta directamente en la precámara (inyección indirecta) o en la cámara de combustión (inyección directa) y el encendido se produce de forma espontánea debido a las altas temperaturas que se alcanzan durante la elevada compresión.

Sin importar si un motor es de 2, 3, 4, 5, 6, 8 o más cilindros la mayoría de los vehículos en circulación utilizan un motor de cuatro tiempos. En la figura 2.4 se observa un pistón mostrando los cuatro tiempos.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

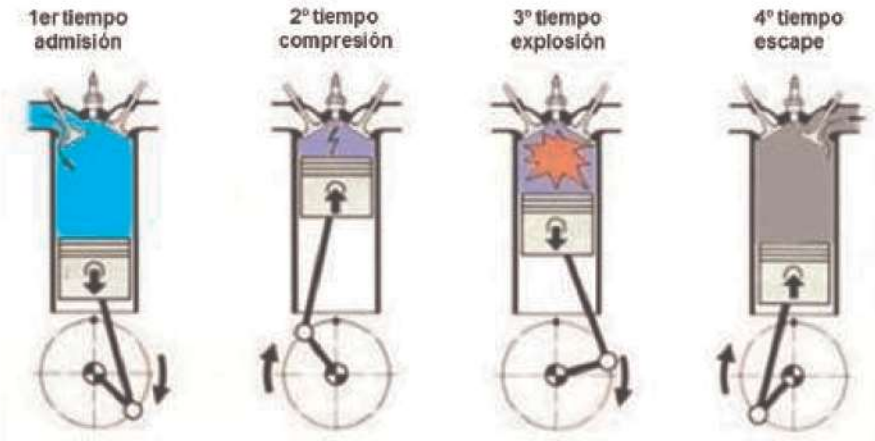


Figura 2.4 Ciclo de trabajo en un motor de cuatro tiempos de gasolina; admisión, compresión, explosión y escape

a) Primer tiempo admisión: El pistón baja en el momento en que la válvula de admisión se abre, permitiendo el ingreso de la mezcla aire/combustible en los motores de encendido por chispa y aire en motores encendidos por compresión.

b) Segundo tiempo compresión: El pistón sube comprimiendo la mezcla aire-combustible en los motores de encendido por chispa y aire en motores encendidos por compresión, las dos válvulas están cerradas.

c) Tercer tiempo explosión: El pistón llega al máximo de su recorrido, la bujía entrega la chispa (motor encendido por chispa) y a presión (motor encendido por compresión), se produce la explosión y el pistón es impulsado hacia abajo.

d) Cuarto tiempo escape: El pistón sube nuevamente, pero esta vez la válvula de escape se encuentra abierta permitiendo la salida de los gases quemados.

Motor de dos tiempos

En los motores de dos tiempos, el ciclo completo de trabajo es realizado en dos carreras del pistón, que corresponde a una vuelta del cigüeñal. Durante la subida desde el PMI al PMS se introduce la mezcla de combustible y a la vez se comprime; la combustión se produce cuando el pistón llega al PMS y durante la carrera de bajada los gases de la combustión se descargan a la vez que entra la nueva mezcla de combustible por unos orificios denominados lumbreras de escape y admisión respectivamente. Las ventajas de estos motores son precisamente la obtención de una explosión por cada vuelta del cigüeñal y la sencillez que supone la ausencia de un sistema de distribución (válvulas, árbol de levas, etc.). Lo negativo de estos motores es su elevado consumo y las excesivas emisiones contaminantes comparados con los motores de cuatro tiempos.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

Motor de encendido por chispa

El motor de encendido por chispa (*Spark Ignition, SI*) está basado en principios teóricos enunciados por Beau de Rochas, según los cuales la combustión se verifica a volumen constante y fue realizado prácticamente por el alemán Otto, en 1862. Hoy en día, el motor de *SI* suele llamarse, motor de ciclo Otto.

En la categoría de *SI* pertenece la mayoría de los motores de automóviles, una gran parte de los motores para tracción industrial, todos los motores para motocicletas y aeronaves y una buena parte de los motores para aplicaciones náuticas y agrícolas.

Por tanto, la gran mayoría de los motores de *SI* funcionan según el ciclo de cuatro tiempos. El de dos tiempos se adopta solamente en casos particulares, como son los motores fuera de borda y los pequeños motores de motocicleta.

El combustible es la gasolina, esto es, hidrocarburos ligeros de elevado poder calorífico que se evapora fácilmente. Pueden usarse también combustibles gaseosos o también, gas licuado, pero su empleo es menos práctico, aunque en la actualidad ha adquirido gran uso.

Los motores de encendido por chispa pueden ser alimentados por medio de un carburador o por inyección. En el caso del encendido por inyección, el combustible se mezcla con el aire inyectándolo en el conducto de aspiración en la toma de la válvula, o bien directamente en la cámara de combustión. Con todo, este último método es el más empleado ya que es el más eficiente. La alimentación por inyección tiene la ventaja de distribuir de manera uniforme el combustible en los diversos cilindros.

Los sistemas de encendido eléctrico más utilizados son de encendido por magneto y el del distribuidor.

a) En el encendido por magneto, se emplea un generador de corriente diseñado para generar un voltaje suficiente para hacer saltar una chispa en las bujías y así provocar la ignición de los gases comprimidos en un motor de combustión interna.

b) El encendido por distribuidor es accionado por el árbol de levas girando el mismo número de vueltas que este y la mitad que el cigüeñal. La forma de accionamiento del distribuidor no siempre es la misma, en unos el accionamiento es por medio de una transmisión piñón-piñón, quedando el distribuidor en posición vertical con respecto al árbol de levas (figura 2.5). En otros el distribuidor es accionado directamente por el árbol de levas sin ningún tipo de transmisión, quedando el distribuidor en posición horizontal (figura 2.6).

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

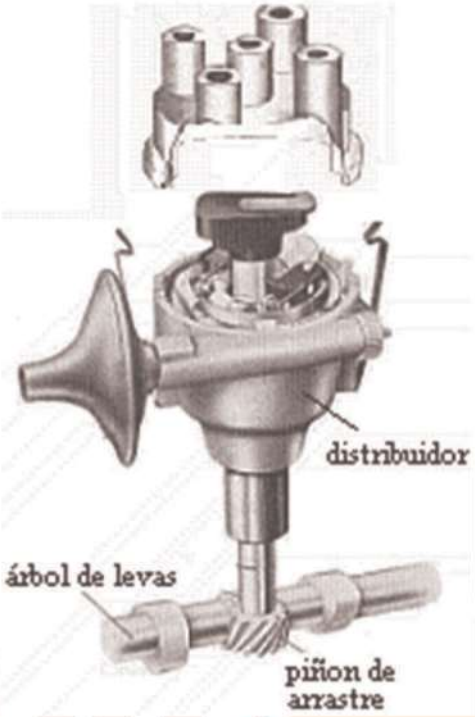


Figura 2.5 Encendido por distribuidor accionado por medio de una transmisión piñón-piñón

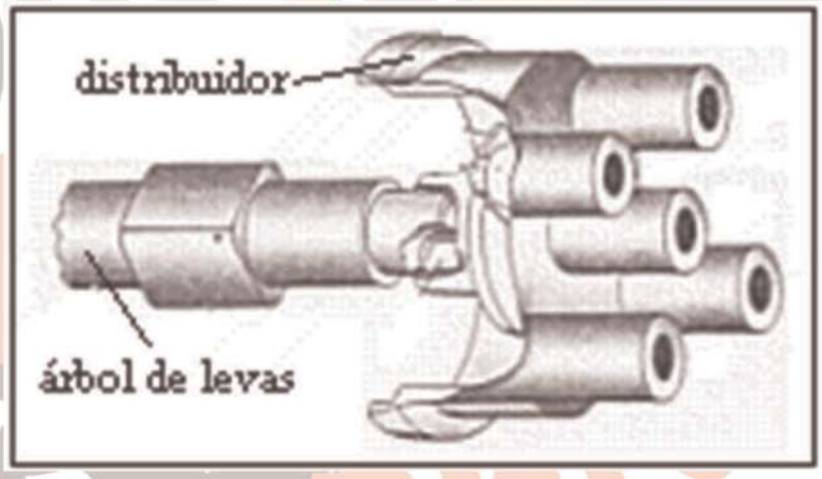


Figura 2.6 Encendido por distribuidor accionado por el árbol de levas

El motor de encendido por compresión (*Compresión Ignition CI*) está basado en los trabajos de Rudolph Diesel, que realizó sus primeros motores alrededor del año 1892. En este tipo, la combustión se realiza a presión constante, según el ciclo que ha tomado el nombre de su inventor.

Los combustibles empleados son hidrocarburos líquidos de propiedades diferentes al hidrocarburo usado en motores de encendido por chispa, menos volátiles y con un peso específico superior, por lo cual se llaman combustibles pesados. El tipo más usado para los motores de los automóviles es el Diesel.

El Diesel es una mezcla de hidrocarburos obtenida por destilación fraccionada del

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

petróleo, más pesada y menos volátil que la gasolina. Su principal característica es que se inflama bajo fuerte presión. También se utiliza un sistema de graduación para medir su calidad, en este caso con referencia a una mezcla de un hidrocarburo denominado cetano (grado 100) y el alfametil naftaleno (grado cero).

La mayoría del Diesel para automóviles tiene un número de cetano cercano a 50. Frente a la gasolina, otra característica del Diesel es que la presencia de hidrocarburos específicos como ceras o parafinas, hacen que pueda helarse a temperaturas muy frías. Para evitarlo se añaden aditivos que mejoran su capacidad para fluir y evitan la congelación. El Diesel no es un combustible de clase inferior a la gasolina. Debe estar muy bien filtrado para no estropear los sistemas de inyección de alta presión, con inyectores que cuentan con orificios de milésimas de milímetro. La alimentación del combustible se efectúa exclusivamente por inyección.

Los motores de *CI* son similares, en importancia y variedad de aplicaciones, a los motores; pertenecen a esta vasta categoría los grandes motores Diesel lentos para instalaciones navales y fijas, así como los motores Diesel rápidos empleados en la transportación terrestre y en embarcaciones ligeras.

Hay que considerar como motores de *CI* los motores de cabeza caliente llamados también semi-Diesel. Estos tienen un número limitado de aplicaciones en el campo de las instalaciones fijas, de tractores agrícolas y sobre algunos tipos de embarcaciones, pero tienden a ser suplantados por los motores Diesel rápidos y por los motores de *SI*.

Los motores de cabeza caliente presentan un tipo particular de autoencendido que por su sencillez y economía, encuentra aplicación en las instalaciones fijas y en el sector agrícola.

En su construcción, estos motores son muy similares a los Diesel, diferenciándose de ellos por su menor relación de compresión, la cual no es suficiente para provocar el autoencendido de la mezcla del aire y combustible. El autoencendido se produce debido a la presencia de un punto caliente constituido por un casquete (en forma de cámara pequeña, aislada y carente de refrigeración), en cuya dirección se inyecta el combustible. En contacto con la superficie sobrecalentada, el combustible se vaporiza, aumentando la compresión y se inflama. El ciclo termodinámico se acerca mucho al de Otto ya que contrariamente al caso Diesel, la combustión se produce prácticamente a volumen constante.

Los sistemas de inyección de combustible más utilizados son dos, la inyección neumática y la inyección mecánica.

a) En la inyección neumática, también llamada inyección de pulverización, el combustible depositado en el pulverizador o inyector en la cantidad exacta necesaria para cada ciclo, se introduce en el cilindro aprovechando el efecto de arrastre de una corriente de aire de alta presión suministrada por un compresor adecuado.
La inyección neumática está hoy en día obsoleta, pero hay motores lentos que aún siguen utilizándola
b) En la inyección mecánica o inyección sólida, el combustible es inyectado a una elevada presión hidráulica. Es un sistema que regula la entrega de combustible a los cilindros mediante señales mecánicas, como puede ser la energía cinética del aire de admisión, la presión de la gasolina, etc.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

Dentro de la clasificación de los motores de encendido por compresión existen dos tipos de motores que son motores lentos y motores rápidos.

a) Los motores lentos son aquellos usados en instalaciones fijas y marinas, en general, en aplicaciones para las cuales la relación peso y potencia no tiene una importancia predominante. Teniendo que funcionar ininterrumpidamente durante largos periodos de tiempo, tienen sobresalientes características de seguridad y duración, además de ser de dimensiones muy grandes. Aprovechan su poca cilindrada y gran peso; el funcionamiento a un bajo número de revoluciones provoca que tenga una potencia limitada, pero con la ventaja de una larga duración.

b) Los motores rápidos son comparables con los motores de encendido por chispa, con los cuales difieren esencialmente por el sistema de alimentación, de encendido y por la relación peso/potencia.

También existen motores encendidos por compresión que son clasificados como doble efecto y simple efecto.

Los *motores de simple efecto* son los más comunes y más empleados en todos los motores Diesel.

En los *motores de doble efecto* el cilindro está provisto de dos cámaras de combustión, una en cada extremo. La presión de combustión actúa alternadamente sobre las dos caras opuestas del pistón y los ciclos se desarrollan en las dos cámaras de combustión, por ende, se encuentran desfasados en un cierto tiempo.

2.4.5 Diferencias principales entre el motor de encendido por chispa y el de encendido por compresión.

Desde el punto de vista mecánico, no hay diferencias substanciales entre los dos tipos de motores. Esencialmente se distinguen por su ciclo teórico, el motor de *SI* funciona según el ciclo Otto y el de *CI* según el ciclo Diesel.

Las diferencias fundamentales entre los dos tipos de motores se derivan de las características de sus ciclos:

Introducción de combustible

En la mayor parte de los motores de *SI*, el aire y el combustible son introducidos en la cámara de combustión bajo forma de mezcla gaseosa. La mezcla se efectúa en el carburador y la regulación de la cantidad de la mezcla introducida se obtiene por medio de una válvula de mariposa y en la actualidad se hace por medio de los inyectores.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

En los motores de *CI*, el aire se introduce en la cámara de combustión a través de conductos que van a la válvula de aspiración, mientras el combustible se introduce directamente por medio de un inyector. La mezcla aire-combustible se realiza en la cámara de combustión; no hay regulación de la cantidad de aire, sino tan sólo una regulación de la cantidad de combustible introducido.

Encendido

El motor de *SI* requiere un sistema de encendido para generar una chispa en la cámara de combustión entre los electrodos de una bujía, con el fin de iniciar la combustión.
Una vez que el combustible es inyectado, el motor de *CI* aprovecha la alta temperatura y presión obtenidas al comprimir el aire dentro del cilindro para iniciar a la combustión.

Relación de compresión

El valor de la relación de compresión en los motores de *SI* varía de 6 a 10, salvo casos excepcionales, mientras que los motores de *CI* oscilan entre 14 y 22.
En los motores de *SI*, el límite superior de la relación de compresión está determinado esencialmente por la cantidad antidetonante del combustible en el mercado; para los motores de *CI* está determinado, sobre todo, por el peso de la estructura del motor, que aumenta al aumentar la relación de compresión, de un modo especial con grandes cilindradas.

Peso

El motor de *CI* es por lo general, más pesado que un motor de *SI* de igual cilindrada, porque funciona a presión considerablemente mayor y por tanto las partes que lo componen deben ser de mayor grosor.

2.5 Orden de encendido

Para saber cuál es el orden de encendido de un motor de combustión interna es necesario saber el diseño del motor, para conseguir una curva de par motor lo más plena posible y una sucesión uniforme de los cilindros de trabajo, es necesario determinar un orden de encendido.

Se trata siempre de procurar que se reparta la carga en los cojinetes de bancada que soporta el cigüeñal, que no se produzca el encendido simultáneamente en dos cilindros adyacentes, y que las admisiones de los cilindros que están alimentados por un colector común no se obstaculicen entre ellas. Así por ejemplo, en los motores de cuatro cilindros en línea es imposible evitar la sucesión de encendidos en dos cilindros cercanos, por lo que se suele usar el orden 1-3-4-2 ó 1-2-4-3. En un motor de seis cilindros en línea, el orden de encendido más utilizado es el 1- 5-3-6-2-4. En la tabla 2.1 se observa el orden de encendido más utilizado de un motor de cuatro cilindros.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

Tabla 2.1. Orden de encendido en un motor de cuatro tiempos (1-3-4-2)

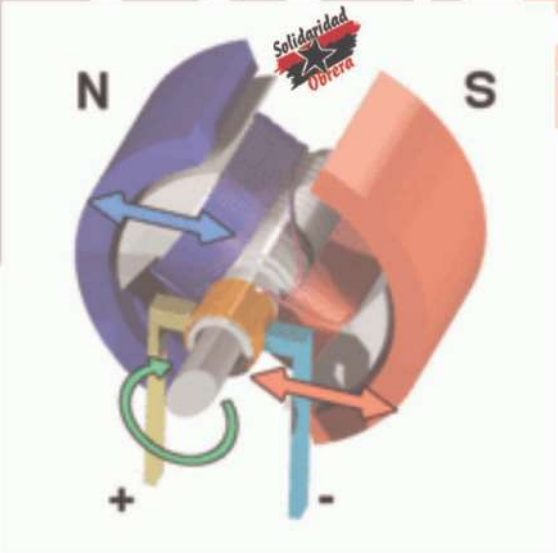
	Número del cilindro			
	Cilindro 1	Cilindro 2	Cilindro 3	Cilindro 4
1ra media vuelta del cigüeñal	EXPLOSIÓN	ESCAPE	COMPRESIÓN	ADMISIÓN
2da media vuelta del cigüeñal	ESCAPE	ADMISIÓN	EXPLOSIÓN	COMPRESIÓN
3ra media vuelta del cigüeñal	ADMISIÓN	COMPRESIÓN	ESCAPE	EXPLOSIÓN
4ta media vuelta del cigüeñal	COMPRESIÓN	EXPLOSIÓN	ADMISIÓN	ESCAPE

8 Tracción eléctrica.

8.1 MOTOR DE CONTINUA

Motor que se impuso por su característica natural de máximo par de arranque desde 0 revoluciones, perdiendo esa magnitud a medida que adquiere velocidad.

Se adapta por ello a las necesidades ferroviarias, en las que necesitamos la máxima energía para alcanzar velocidad partiendo de una rampa o un tren muy cargado en llano.



El motor se compone de:

- **ESTATOR**

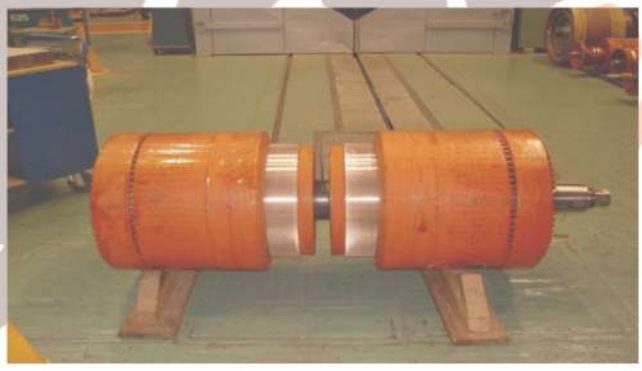
Está formado por bobinas que generan el flujo.

El núcleo es de material férrico permeable a las líneas de fuerza magnéticas y forma la estructura del motor, la carcasa, que es la envolvente que vemos exteriormente y por donde cierra este circuito magnético. Dada su robustez dispone de puntos de apoyo para que la fuerza generada sólo se aplique al piñón.



- **ROTOR**

Es donde realmente se genera el par motor y está formado por bobinas que son inducidas por el campo y que generan otro campo magnético que se opone al mismo que lo creó, generando un movimiento hacia un lado u otro, dando lugar al esfuerzo mecánico. Las bobinas eléctricamente empiezan y terminan en el colector.



- **ESCOBILLAS**

Son las encargadas de mantener ese estado de permanente cambio de polaridad mecánico en el rotor junto con el colector y obligar al desplazamiento continuo. Son el elemento más visitado en las revisiones ya que está expuesto a un gran rozamiento y desgaste y por tanto el más delicado y sufrido del motor

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA



- **PIÑÓN DE ATAQUE**

Va calado en el eje a presión y supone el punto de utilización del esfuerzo mecánico.



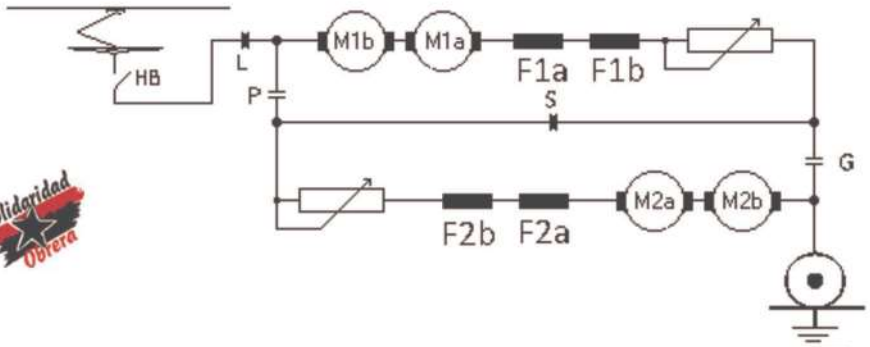
CONTROL DEL MOTOR DE CORRIENTE CONTINUA

Al motor no podemos aplicarle directamente la tensión de catenaria, o toda la energía producida por un generador eléctrico de una locomotora diésel. Si le proporcionamos toda la tensión, saltaría nuestra protección disyuntor, la subestación, otras protecciones internas, etc., debido a que el motor parado supone lo más parecido a un cortocircuito.

Hay que regular la corriente y para ello variaremos la tensión en la medida de lo posible.

Aprovechando que una locomotora o autopropulsado tiene varios motores los conectaremos en serie al principio y así se reparten la tensión, pero aun así la corriente sería alta, por lo que usamos resistencias también en serie con el circuito, que tendrán una caída de tensión, bajando la corriente hasta los valores máximos permitidos por el motor en el arranque.

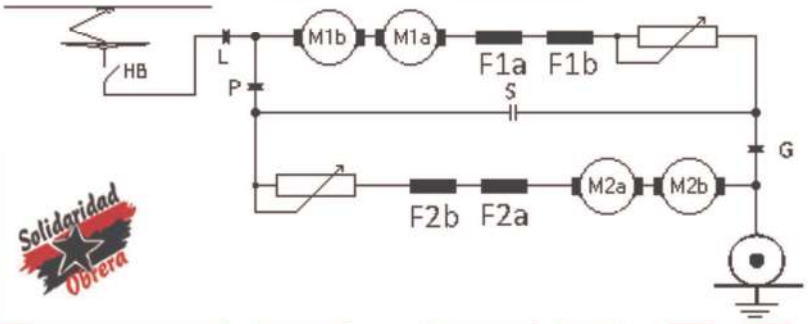
PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA



A medida que el tren avanza adquiere velocidad y el motor gana Fuerza electro motriz (f.e.m.), por lo que la corriente bajará y tendremos que eliminar resistencias si queremos aumentar la velocidad para que el motor tenga más tensión.

Así progresivamente hasta que llegue el momento en que las resistencias intercaladas estén totalmente puenteadas.

Pongamos por ejemplo que circulamos ya a una velocidad de 30 Km/h y queremos aumentar más, tenemos que buscar más recursos y podemos poner los motores en otra combinación en la que tengamos más tensión entre ellos. Como los teníamos en serie podemos pasar a serie + paralelo, formado grupos como se muestra en el esquema.



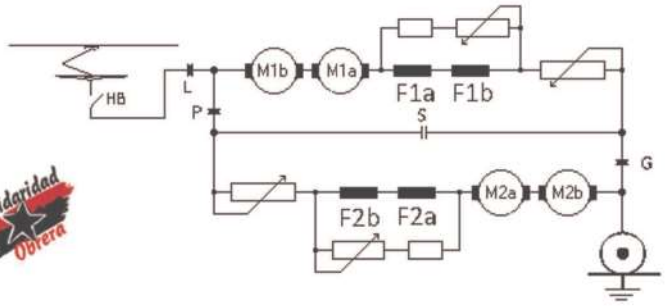
Intercalamos de nuevo las resistencias y las reducimos paulatinamente hasta que alcancemos una velocidad considerable hablamos de unos 90 Km/H por lo que podemos ya conectar de nuevo los motores totalmente en paralelo y de nuevo eliminar resistencias.

Todo esto es con el campo en serie con el motor es decir que la corriente que circula por inducido es igual a la del campo. Si bajásemos la corriente de campo y mantuviésemos la de inducido perderíamos par, pero ganaríamos velocidad.

En caso de velocidad adquirida, y marcha constante el par no adquiere mucha relevancia y si la gana importancia el adquirir más velocidad o mantener la actual.

Si instalásemos resistencias en paralelo con el campo mantendremos la corriente de inducido y debilitaremos la corriente que circula por el campo.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA



Reducimos las líneas de fuerza que dificultaban el desarrollo de mayor velocidad y el motor gana en revoluciones.

Al tratarse de una regulación en paralelo le denominamos resistencias shunt y de ahí nace la palabra shuntado.

La corriente de campo la podemos reducir hasta unos valores mínimos, que si los superamos el motor dejaría de serlo para convertirse en una máquina auto inductiva que terminaría destruyéndose, por tanto, no podemos reducir más de 30 al 50% de campo como máximo dependiendo de la característica típica del motor.

8.2 MOTOR DE CORRIENTE ALTERNA; JAULA ARDILLA

Este motor se alimenta de tensión alterna y su par depende de la frecuencia y tensión que este alimentado.

A diferencia del motor de continua este no tiene escobillas, lo que le hace atractivo al mantenimiento por su bajo coste.

Las dimensiones para una misma potencia son prácticamente la mitad del tamaño con respecto del motor de corriente continua.

En la fotografía podemos ver el piñón en forma de V autocentrado, los puntos de apoyo y los cableados de alimentación y sensores.

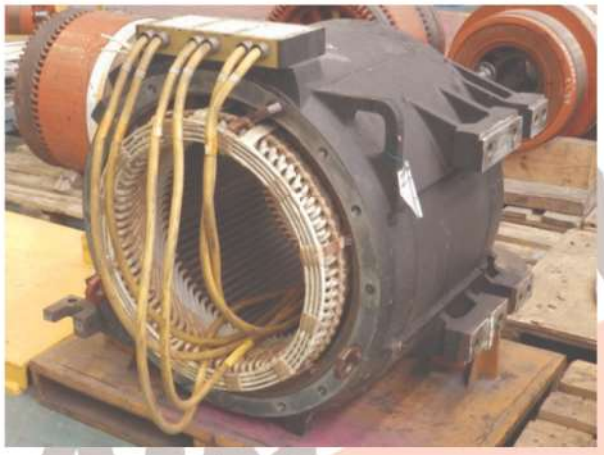


PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

El motor jaula de ardilla consta de:

- **ESTATOR**

El estator dispone de tres bobinados, uno por fase, desfasados 120º físicamente dentro del círculo.



El estator son tres bobinados intercalados que cuyos finales conexionados en estrella se interconectan en aros concéntricos que conforman el cierre.

El material del núcleo de las cajas que reciben el cobre está hecho de un material que sea permeable magnéticamente a distintas frecuencias no solo a 50 Hz y así mejorar el rendimiento en su espectro de frecuencias (aleación magnética compuesta por níquel y acero).

- **EL ROTOR**

Parte móvil donde se genera el par de ataque al piñón, ensartado en un eje (que no se muestra en la foto) con sus respectivos rodamientos.



PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

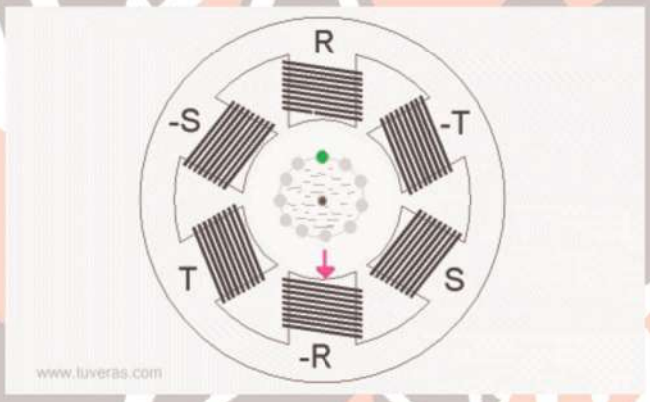
Formado por múltiples varillas coincidentes en número con las ranuras del estator que son cortocircuitadas en ambos extremos, de ahí que recuerde a una jaula de ardilla.



Su desarrollo recuerda a una escalera cerrada.

La corriente que circula por el estator induce sobre el rotor.

Toda la tensión inducida la transforma en, de nuevo, corriente máxima al ser cortocircuito y se transforma en campo magnético similar y repelido/atraído busca la rotación como única vía de escape a esa incómoda situación. Por otro lado, el devanado adyacente le reclama por campo magnético opuesto.



8.3 CONVERTIDORES

Un vehículo ferroviario tiene la capacidad de moverse con un fuerte agarre de arranque, mantener velocidades fijas, y además conviene que tenga la capacidad de detenerse con los mismos medios que lo hace para traccionar, los motores, que son empleados como frenos.

También precisa de un sistema que transforme la energía de catenaria en tensiones para poder usarlas en sistemas auxiliares de ventilación, carga baterías, alumbrado interno, cafetería, etc.

Para esas operaciones necesitamos en el ferrocarril moderno el uso de convertidores.

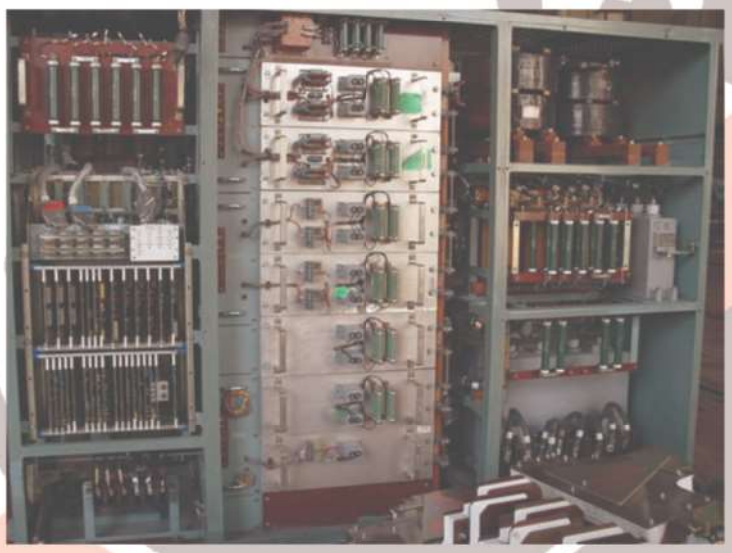
PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

8.3.1 CONVERTIDORES DE TRACCIÓN

Son los encargados de mover el vehículo ferroviario en tracción eléctrica. Tenemos de varios tipos:

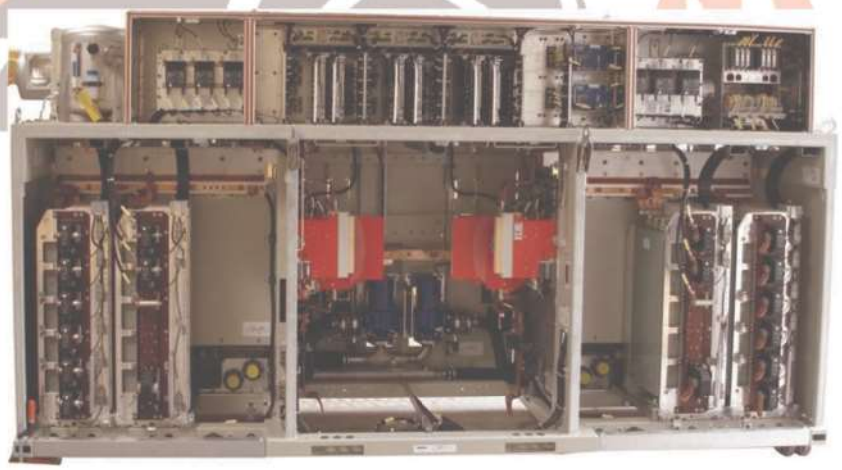
8.3.1.1 CONVERTIDORES DE CORRIENTE CONTINUA (CHOPPER)

Convierten tensión continúa comprendida entre 2 a 3,8kV de catenaria en tensión continua variable de 0 a casi la máxima y limitada en corriente.



8.3.1.2 CONVERTIDORES DE CORRIENTE ALTERNA (ONDULADORES)

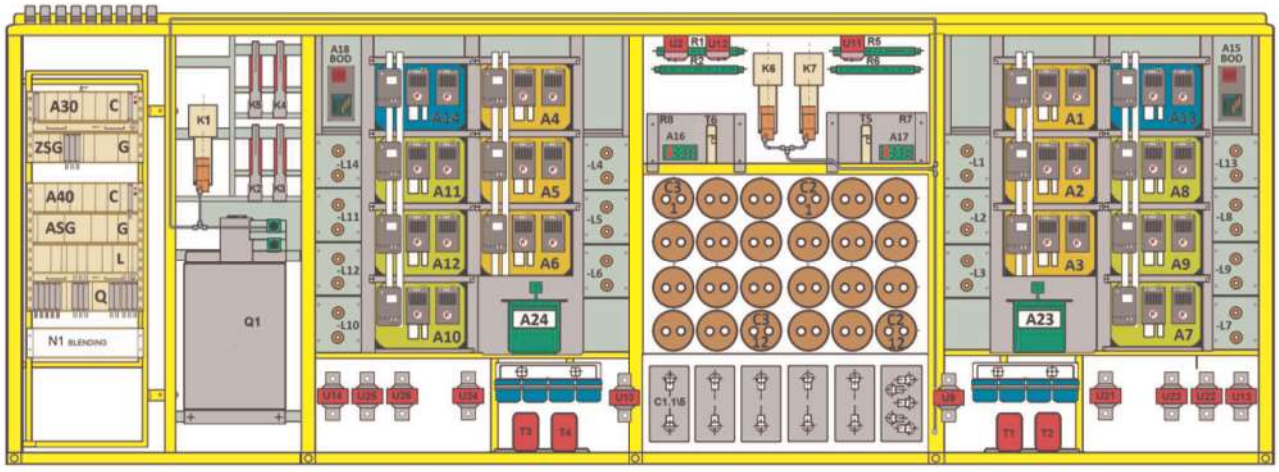
Transforman tensión continua en otra tensión alterna variable en amplitud y frecuencia.



PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

8.4 RECTIFICADOR

Convierten tensión alterna en tensión continua. Los rectificadores controlados son capaces de regular la tensión de salida continua.



8.5 SERVICIOS AUXILIARES

Son necesarios para la ventilación de los propios motores de tracción resistencias de freno, carga de batería, aire acondicionado, etc.

Normalmente son alimentados por tensión estabilizada continua y generan 380 0 440V trifásicos estables.



Estos convertidores suelen tener una salida fija a 50 Hz. También disponen de salida variable para poder cambiar el número de revoluciones de los ventiladores y satisfacer la demanda de caudal dependiendo de las temperaturas. Se suele hacer en varios escalones de 23 Hz, 30Hz 40Hz, 50 y 60Hz.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

Normalmente existen dos equipos gemelos por locomotora o autopropulsado. Están diseñados para que en caso de rotura de uno de ellos el otro se haga cargo de los consumidores que quedaron sin alimentar, equilibrando las cargas mediante contactores y optimizando el rendimiento del que queda operativo.

Las averías suelen ser la fusión de tiristores de la generación trifásica, y por tanto, hay que comprobar que los consumidores no hayan sido la causa de la destrucción comprobando derivaciones a tierra principalmente.

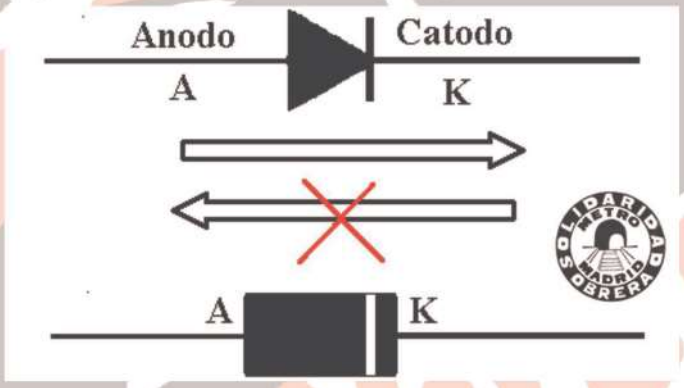
La ventilación interna de equipos de control de los convertidores es muy importante y justifica fallos esporádicos, atención a filtros y ventiladores.

Los sensores de corriente y tensión también son susceptibles de fallo. Este tipo de convertidores de los que hablamos son del tipo estático ya que son componentes fijos que no están sujetos a movimientos.

8.6 SEMICONDUCTORES

8.6.1 DIODOS

Conforman la base de la electrónica, desde las primeras válvulas hasta la actualidad.



Son dispositivos que se comportan como un conductor cuando la corriente va en un sentido y como un aislante cuando la corriente va en contra.

La corriente entra por el ánodo y sale por el cátodo.

Como dispositivo semiconductor tiene una caída de tensión que no varía mucho dependiendo de la corriente, pero si de la temperatura, que oscila entre los 0.6/0.7 V en un diodo de silicio, 0.3V en un germanio (ya obsoletos) y en dispositivos ferroviarios de alta corriente entre 0,2 y 0,1V. Presentan varios tipos de encapsulado dependiendo de la aplicación.

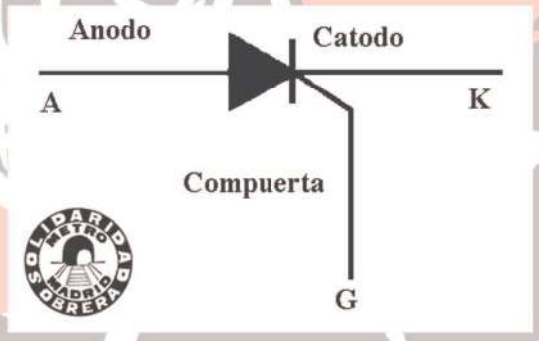
PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

El más usado en potencia en Renfe es el Press-Pack (paquete comprimido) con la toma de ánodo y cátodo en los extremos, y el cuerpo aislante de porcelana que alberga el dispositivo semiconductor en su interior. Se montan en estructuras portables para favorecer el intercambio, llamadas módulos, stacks o gavetas.



8.6.2 TIRISTORES

Son como diodos, pero les distingue en que aun estando polarizado correctamente no conduce hasta que no apliquemos corriente entre una patilla de mando llamada puerta y cátodo.



Son rápidos en sus transiciones de "conducir" o "no conducir" superando con creces a un contactor extrarrápido, dejan pasar mucha corriente y su caída de tensión es baja cuando conduce, pero sufre bastante durante el pequeñísimo tiempo de conmutación (5 a 10 nanosegundos) por lo que tiene que ser auxiliado con bobinas que contengan el incremento de corriente.

Una vez que conducen, a pesar de interrumpir la corriente de puerta, la corriente principal no se extingue y solo hay dos maneras de apagarle:

- Interrumpiendo la corriente exteriormente mediante un contactor o disyuntor.
- Haciendo circular una corriente contraria superior a la circulante entre ánodo y cátodo.

Este último sistema usado en los sistemas de tracción chopper es el llamado circuito de conmutación (tiristores auxiliares que apagan tiristores principales).

Este último sistema usado en los sistemas de tracción chopper es el llamado circuito de conmutación (tiristores auxiliares que apagan tiristores principales).

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

Figura 1-39. Símbolo de Tiristor.



Figura 1-41. Tiristor de potencia.



Figura 1-40. Tiristor rosca tipo AVR/ AFR 20 Amperios.

8.6.2.1 TIRISTOR GTO

A diferencia del tiristor típico la corriente de puerta comanda no sólo la conexión, sino que tiene la característica de comandar también la desconexión.



Para ello invierte la polaridad de la señal y con mínimo 1/3 de la corriente que comanda entre ánodo y cátodo procederá al corte.

La ventaja es que evitamos el engorroso y delicado "circuito auxiliar de apagado de principales" que tenían los tiristores.

Las caídas de tensión al ser más modernos han sido también reducidas, por lo que mejoran las pérdidas por calor en el convertidor.

El inconveniente es que usamos electrónica de potencia para controlar la electrónica de potencia, ya que, si comandamos 900 Amperes, es preciso dar un pulso, pequeño en tiempo, pero de 300 amperes mínimo para garantizar el apagado y por ello complica y encarece el sistema.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

8.6.2.2 IGBT

Es el semiconductor estrella de la actualidad.



Figura 1-49. Transistor Bipolar IGBT Loc S/253.

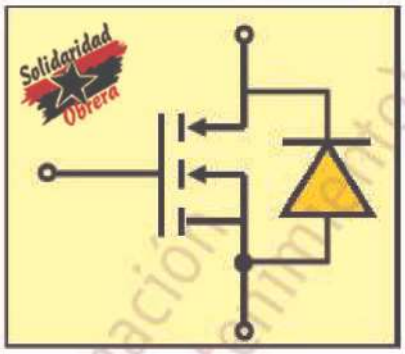


Figura 1-48. IGBT esquema interno.

Se considera un transistor porque realmente es un transistor bipolar con la puerta aislada, es decir, que aquella corriente de base que veíamos en el transistor ahora es una señal de puerta que presenta elevada resistencia al estar aislada como si fuese un condensador.

El mando se hace internamente en el semiconductor por electrostática.

La principal ventaja es por el mando, ya que es comodísimo trabajar con tensiones de control inferiores a 12v .y comandar tensiones próximas a los 4000V y con un control de pocos mA controlar corrientes de hasta 1200 Amperes.

Además, el mando puede ser muy ágil permite interrupciones periódicas de hasta 400 Hz, comportándose muy bien ante el crecimiento de la corriente.

La señal de puerta, para evitar problemas de aislamiento se hace por fibra óptica.

El inconveniente superado es la disipación de potencia, que las caídas de 0,2V en conducción se han visto incrementadas a 1,2V 0,8 en el mejor de los casos.

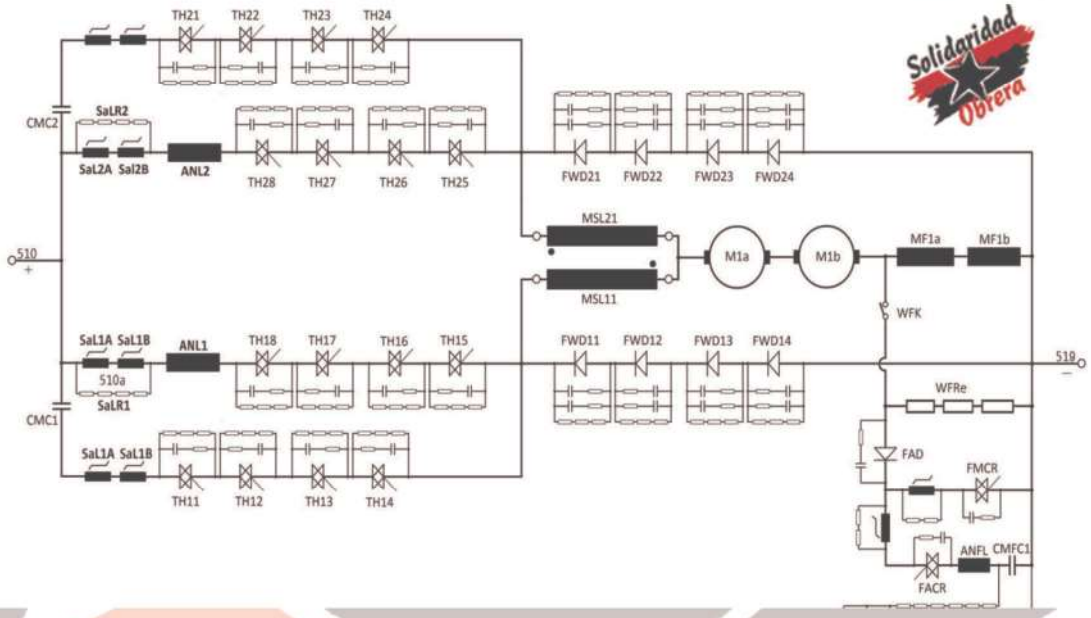
La avería típica es la fusión del tiristor siendo cortocircuito entre A-K y viceversa (0.000V) y curiosamente no presenta daños en el circuito de puerta por ser un pequeño tiristor independiente del de potencia.

8.7 FUNCIONAMIENTO DE UN EQUIPO DE TRACCIÓN

8.7.1 CONTINUA CHOPPER 251.

La tensión de catenaria, después de pasar por el disyuntor, alimenta a un filtro de red que está formado por tres bobinas y varios condensadores en paralelo. Esta configuración sirve de fuente de

energía ante picos de corriente demandados por convertidores y a su vez de filtro para evitar que los ruidos eléctricos generados por dichos picos afecten a la catenaria y a otras locomotoras o equipos de vía.
Como el condensador consume muchísima energía cuando esta descargado es preciso dotarle de un sistema que limite la corriente de carga, llamado circuito de precarga que introduce una resistencia en serie para evitar que abra el disyuntor o dañe el propio condensador.
De ahí se distribuye a los servicios auxiliares generadores de 380 V y también a los contactores que le aislarán de la red en caso de fallo.
Todos los convertidores disponen un contactor de entrada en todas las locomotoras para esta función de corte del sistema o motor de tracción.



La tensión de catenaria pasa por un chopper (dispositivo que procede de la traducción literal del inglés troceador) que interrumpe la corriente para conseguir, dependiendo del ancho de pulso, la duración del tiempo expuesto a la tensión de red, poder regular y variar la tensión de salida.
Se comporta como un interruptor que cortará 300 veces por segundo la tensión, por tanto, también la corriente.
Con la ayuda de las bobinas y el diodo de rueda libre conseguiremos una tensión variable desde 80V hasta prácticamente la tensión de catenaria.
Para repartir la corriente y descargar las bobinas de alisado usamos dos ramas o fases de chopper que disparan 180º entre sí y consiguen aminorar el rizado.
Cuando la tensión se corta en los tiristores lo hará también la corriente y la energía que quedaba almacenada magnéticamente se recircula a través de las dos ramas de diodos antiparalelo, estabilizando el esfuerzo en llantas.
El campo queda en serie con el motor y tenemos el circuito establecido hasta negativo carril para traccionar.
El chopper dispone de transformadores de corriente y tensión que tienen como misión informar a la electrónica de los valores de corriente y tensión que obtenemos y de los que partimos.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

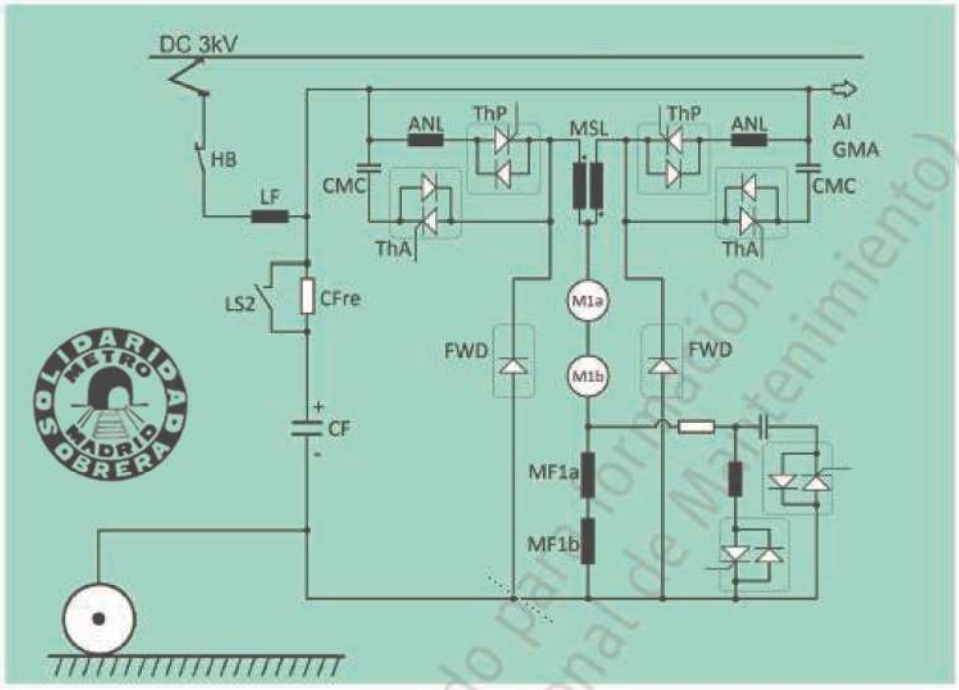


Figura 1-52. Esquema simplificado sistema Chopper DC/DC.

En el equipo disponemos de un tarjetero que es el cerebro del equipo, en el caso de la 251 también está la caja osciladora que pone de acuerdo a los tres chopper en misiones delicadas como es por ejemplo en velocidad prefijada, en control de motores seccionados, etc.

Existe también un dispositivo independiente en cabina 2 de protección de toda la locomotora que denominado "cofre de defectos" o también "detector de fracasos" que detecta cuando existe una anomalía en algún equipo, abriendo disyuntor y memorizando mediante lámparas cual ha sido el fallo que ha provocado la decisión.

Es muy importante cuando algo ocurre, saber que marcaban estas lámparas, aunque los maquinistas lo suelen apuntar, porque al quitar batería perdemos la información.

En freno, los contactores configuran el circuito quedando ambas fases del chopper principal trabajando al mínimo y como fuente de alimentación del campo, por ello también del chopper de campo que se encarga de controlar mediante una regulación en paralelo la corriente que circula por él, al igual que lo hacía en shuntado.

La producción energética de los dos inducidos en serie es enviada a la resistencia de freno, reteniendo los motores que actúan como generadores y por tanto al tren.

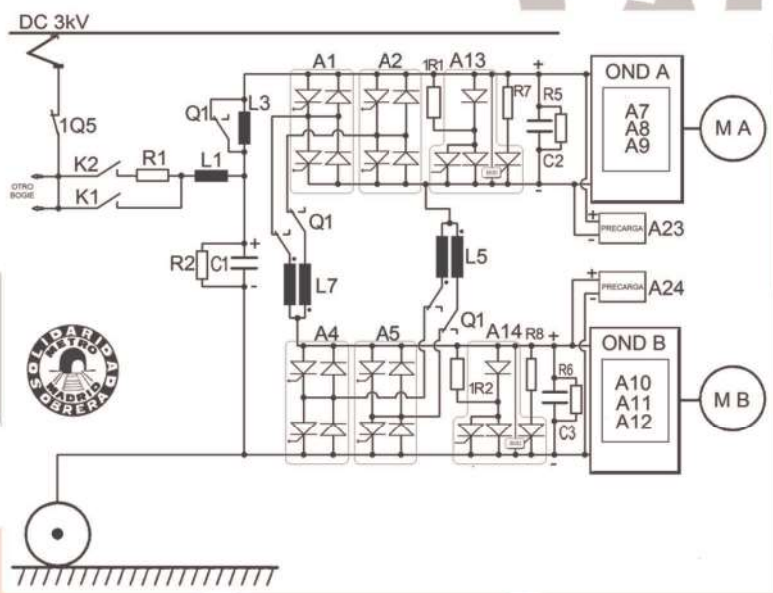
Las averías comunes que presentan estos equipos suelen ser actuación de una protección interna, como desequilibrio de fases (PHOCD en el cofre de defectos), por trabajo anómalo de una fase de chopper con respecto a la otra. Aparte de las comprobaciones típicas en busca de algún semiconductor roto hay que analizar la forma de onda del pulso de puerta que es muy importante tanto por exceso de amplitud como por falta. La polarización negativa de puerta cuando no existe

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

pulso es también un punto a comprobar. Un protocolo de chopper es lo indicado ante una locomotora que presente dudas.

También suelen presentar impotencias de tracción, por ello es muy importante la prueba de los equipos de tracción uno a uno seccionando motores y probando en vía el comportan miento. Faltas de potencia relativas a patinajes ficticios suelen estar relacionados con el cableado de los tacogeneradores, las tarjetas que gestionan los valores de tensión y corriente de frecuencia, etc.

8.7.2 ALTERNA GTOS



Al subir pantógrafo un transformador informa a la electrónica de mando de la tensión de red. Esta locomotora es bitensión, o sea que puede trabajar bajo catenarias de 25Kv alterna y 3Kv continua.

En nuestro caso al detectar los 3000V DC la electrónica configura el aparellaje, contactores, selector, transformador, etc. como para esa tensión de trabajo, realizando un test que cierra los contactores (excepto disyuntor) para probar que funcionan correctamente.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

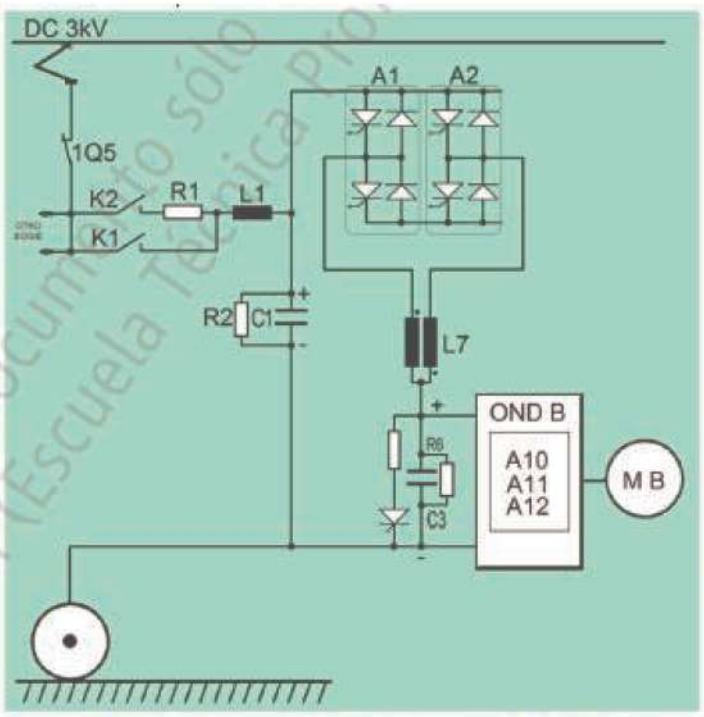


Figura 1-54. Circuito parcial alimentación circuito intermedio B Loc/S/252.

Para proteger al convertidor, usa unos equipos denominados de precarga que prueban al convertidor antes de que vea la tensión de catenaria. En el momento en que se encuentra y las precargas inyectan 200V donde entrarían los 3000V. Unos detectores de tensión valoran, mediante un programa, la curva de carga y descarga, y si es correcta admite cerrar disyuntor.

Una vez una vez que cerramos disyuntor realizamos una carga del condensador de filtro mediante resistencia, y arrancamos el chopper de entrada, un dispositivo cuya misión es cargar unos condensadores a una tensión variable dependiendo de la demanda del esfuerzo. Normalmente arrancan a 2400V y puede elevarse hasta 2800V.

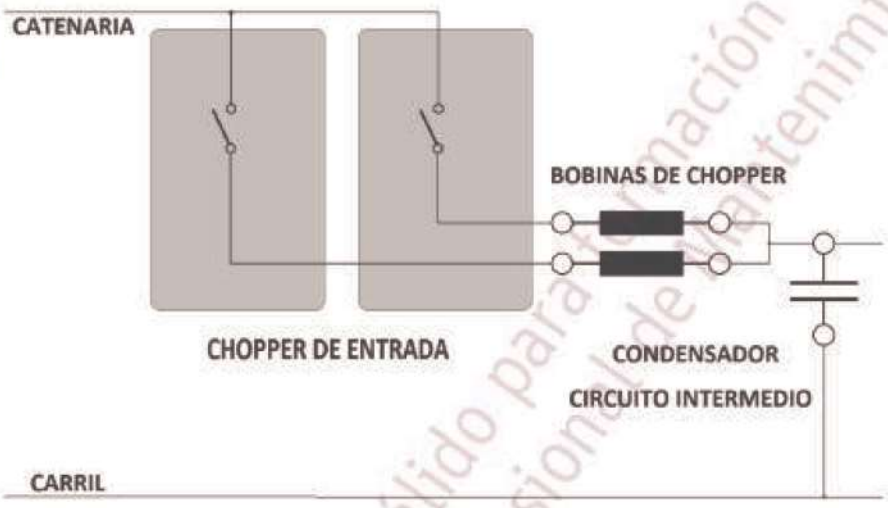


Figura 1-55. Chopper bifásico.

Este circuito intermedio es nuestra fuente de energía, donde tenemos que tener tensión siempre presente y por ello nos proporcionará corriente cuando pulsemos los onduladores que son los que generan tensión alterna trifásica para motores de tracción y también para los servicios auxiliares de ventiladores, compresor, cargador de batería, etc.

En esta locomotora se considera tan importante este circuito intermedio que los diseñadores descargaron al procesador de su gestión y encargaron su trabajo a un subprocesador de su tarea.

Cuando frenamos los motores se convierten en generadores y el circuito intermedio que antes se alimentaba de catenaria ahora es alimentado por la tensión que proporcionan, siendo ahora el chopper de entrada el encargado de elaborar la tensión hacia catenaria para ser devuelta. El condensador de circuito intermedio no puede sobrepasar la tensión de 2900V y si la catenaria no lo acepta tenemos que disparar el chopper de freno, un tiristor que hace pasar una corriente regulable a las resistencias de freno y estas lo disiparán en calor.

El resto de locomotoras y vehículos autopropulsados, son parecidos, aunque en casos como las 253 el circuito intermedio no existe, manejando el concepto DC Link, dejando al condensador de filtro como reserva de energía debido a la agilidad y características de los IGBT (6500V) y su control que suplen rápidamente las demandas de energía adaptándose en cuestión de nanosegundos.

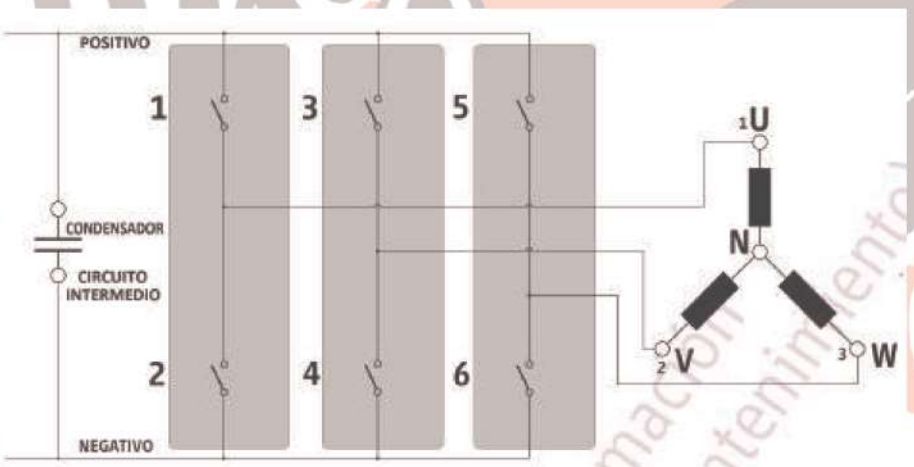


Figura 1-56. Mando Ondulador para motor tracción en estrella con símil interruptores.

Para conseguir la corriente alterna disparamos secuencialmente los tiristores GTO, o los IGBT, depende del vehículo, e iremos abriendo caminos a la corriente desde el positivo de circuito intermedio hasta las bobinas, y una vez allí cerraremos interruptores para su retorno al negativo del condensador de circuito intermedio.

Secuencias correctas son, por ejemplo 1+4; 1+4+6: 3+6+2; 3+2…etc. pero nunca los dos interruptores del mismo módulo, que generarían un cortocircuito franco a la alimentación.
Para cambiar el sentido de giro del motor simplemente cambiamos la secuencia de disparo, retrasando una fase con respecto a otra.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

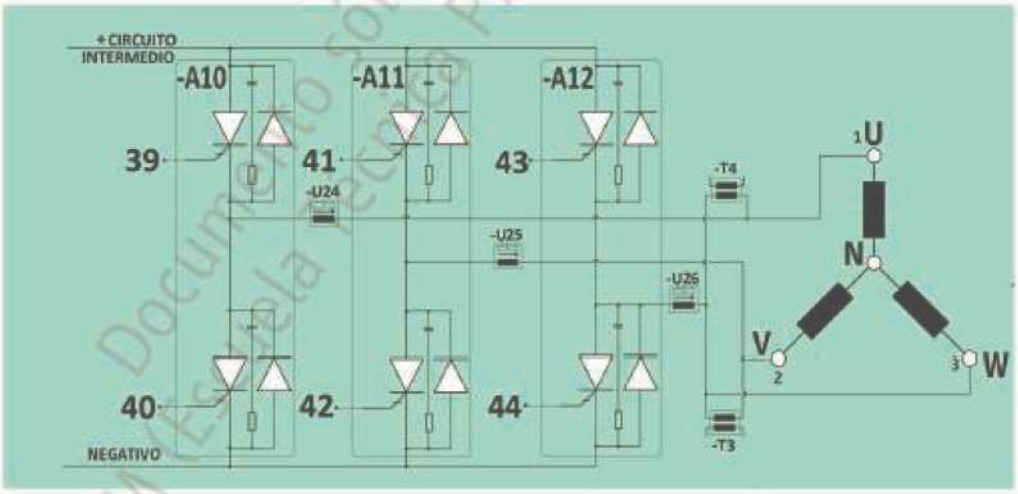


Figura 1-57. Esquema simplificado Ondulador a GTO para motor.

En freno, para que el motor se comporte como generador, simplemente la electrónica vigilará que la frecuencia del estator sea inferior a la del rotor, (deslizamiento negativo) y la energía producida por los motores circulará por los diodos de rueda libre que disponen todos los semiconductores de potencia en paralelo.

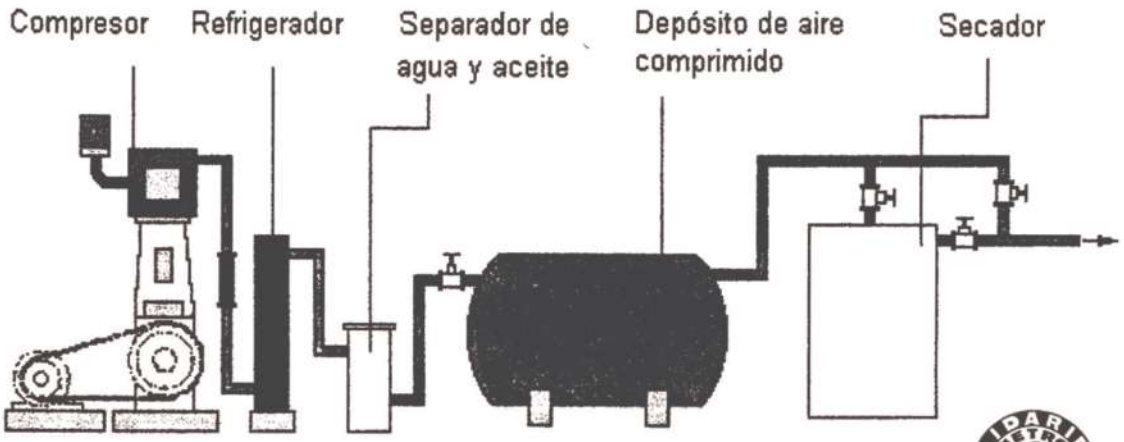
9 Sistemas de frenos en material rodante ferroviario.

UNIDAD DE FABRICACIÓN Y ACONDICIONAMIENTO DE AIRE.

La unidad de fabricación y acondicionamiento del aire consta de las siguientes partes:

- Grupo de compresión (filtro de aspiración, motor, compresor, regulador de presión, etc.)
- Refrigerador (agua/aire o aire /aire).
- Desengrasador o separador de agua-aceite.
- Depósito Principal.
- Válvula de seguridad.
- Secador.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA



Estación de comprimir

El aire atmosférico lo encontramos envolviendo la tierra, sin embargo, para aumentar su presión tendremos que producir una compresión a través de una maquina denominada compresor. El accionamiento del compresor es efectuado por motores eléctricos o de combustión.
El elemento central en una instalación es el compresor y atendiendo a sus características podemos dividirlos en dos grupos:

De Pistón.

- Una etapa o monofásicos.
- Dos etapas o bifásicos.
- Rotativos.

De Paletas.

- De Roots.
- De tornillo.

RADIADORES REFRIGERADORES DEL AIRE.

El efecto disipador de calor del cobre ayudado por la canalización y orientación del aire de refrigeración de las aletas permiten que la temperatura final del aire sea 20ºC aproximadamente superior a la temperatura ambiente.

En esta fase de enfriamiento se produce condensación que es eliminada gracias a la actuación de las purgas automáticas D2 que actúan cada vez que el compresor pasa al ciclo de no compresión.
El enfriamiento se produce al intercambiar la temperatura del aire comprimido con la corriente de aire exterior durante la marcha del vehículo. En radiadores aire /agua, el intercambio de calor se produce con el agua que circula en un circuito cerrado de agua impulsada por una bomba, como es el caso de los radiadores utilizados en los compresores de dos etapas o bifásicos.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

FILTROS Y DESENGRASADORES.

- El aire es centrifugado y las partículas más pesadas (agua, aceite, polvo, etc.) son evacuadas a través de la electroválvula de drenaje al final de cada ciclo.
- El aire pasa a la cámara central a través del filtro coalescente donde se eliminan el 99,9% de las impurezas presentes en el fluido (aire saturado).
- El soporte inferior dispone de un tubo de salida (que salva la zona inferior de acumulación de residuos), por donde el aire comprimido sale a las torres de secado en mejores condiciones.
- Se evita el deterioro de la alúmina aumentando su vida útil.

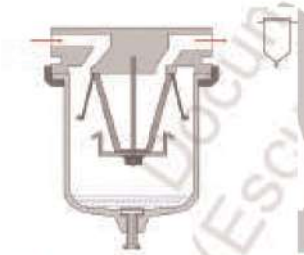


Figura 4-9. Filtro centrífugo.

VÁLVULAS DE SEGURIDAD.

- Siempre presentes en los circuitos de fabricación de aire como vigilantes de una presión máxima admisible en los circuitos.
- Con tarajes entre 10 y 11 bar dependiendo de los vehículos.
- Son fácilmente ajustables, la presión de ruptura o expansión depende de la tensión que se dé al muelle en su ajuste.



Figura 4-10. Válvulas de seguridad.

DEPÓSITOS.

- Son los dispositivos que almacenan el aire con los siguientes objetivos: Estabilización del aire comprimido.
- Compensar las caídas de presión en la red durante el consumo.
- Contribuir al enfriamiento del aire almacenado.
- Decantar en el fondo los condensados, agua aceite, etc.
- Dotados de purgas automáticas para destruir los decantados.
- El compresor alimenta los depósitos principales de aire comprimido. Cuando la presión llega al tarado se desconecta el compresor de forma automática.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

- Si la presión baja por el consumo de aire, se conecta de nuevo el compresor.

SECADOR.

En la aspiración y compresión del aire atmosférico aparece el agua por condensación, en forma de gotas, en la red de aire comprimido.

La cantidad de agua se forma en función de la humedad relativa del aire, dependiendo esta, de la temperatura del aire y de la presión.

Humedad relativa, es la cantidad de agua que un m3 de aire puede admitir a una determinada presión y temperatura.

Humedad absoluta, es la cantidad de humedad que contiene un m3 de aire.

En caso de sobrepasar la humedad relativa del aire, aparece el agua en forma de gotas, estas gotas pueden ocasionar daños en las válvulas y no permitir el funcionamiento óptimo y prolongado en el tiempo de las mismas.

El objetivo del secador con sus sacos de alúmina (óxido de aluminio) es eliminar la humedad suficiente para bajar el punto de rocío por debajo de la temperatura ambiente más baja prevista, evitando la precipitación del agua en los componentes.

Para su funcionamiento dispone de la unidad temporizadora que se encarga de excitar las electroválvulas de forma alternativa, en periodos de dos minutos, con diez segundos de estabilización.

El aire pasa de forma alternativa gracias a la temporización de las electroválvulas, por las torres que contienen la alúmina y cuando una torre está en fase de sacado la otra torre está en fase de regeneración al circular una pequeña cantidad de aire ya regenerado por medio de una tobera.
En los periodos de no compresión el secador detiene su proceso al no existir caudal de aire que tratar.

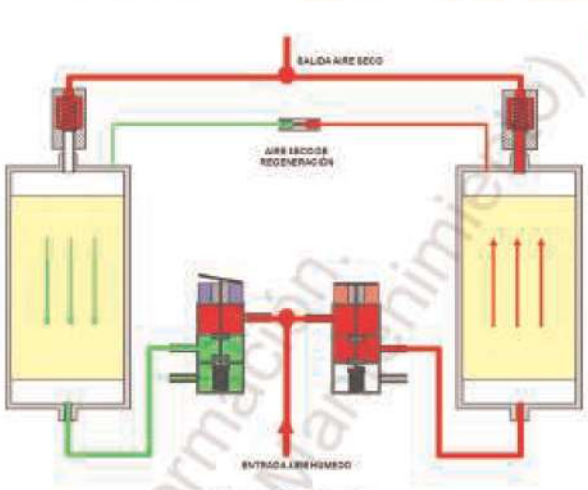


Figura 4-12. Secador.

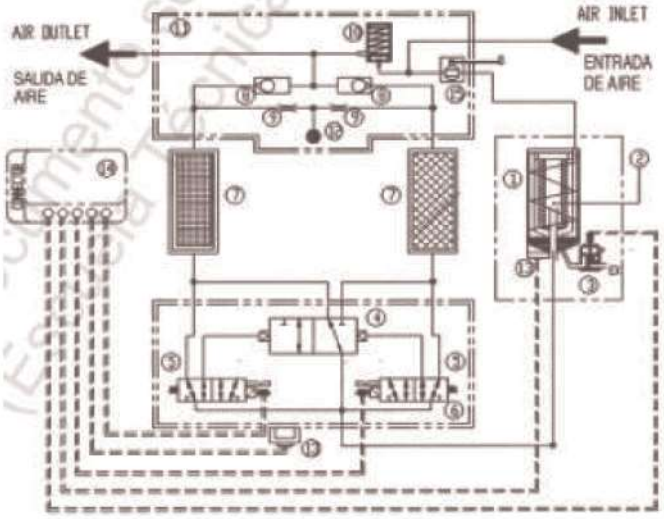


Figura 4-13-1. Secador.

ACTUADORES Y VÁLVULAS EN VEHÍCULOS FERROVIARIOS.

VÁLVULA DE FRENO DIRECTO.

Utilizada para la activación del freno independiente de la locomotora, es utilizada por el maquinista durante las maniobras en locomotora aislada y puede trabajar sobre la presión de Equilibrio o control del freno en situaciones de auxilio.

Dispone de tres posiciones:

- Frenar
- Estabilizar
- Aflojar

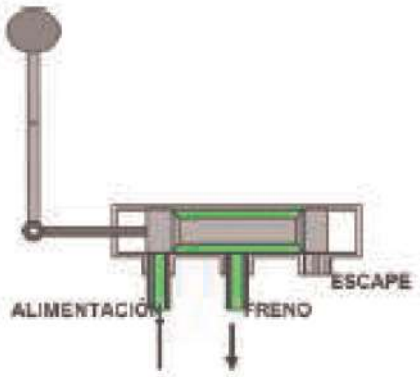


Figura. 5-1 Válvula de freno directo

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

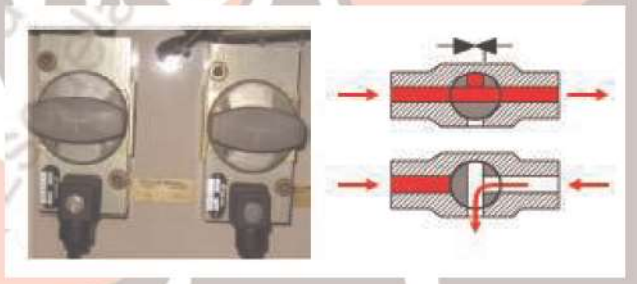
VÁLVULA DE CIERRE DE BOLA.



Son las clásicas llaves de aislamiento, utilizadas para cerrar o abrir un circuito neumático, bien sea necesario por labores de mantenimiento o condiciones durante la explotación que así lo determinen.

VÁLVULA DE CIERRE DE BOLA CON VÍA DE ESCAPE.

Son las clásicas llaves de aislamiento, utilizadas para cerrar o abrir un circuito neumático bien sea necesario por labores de mantenimiento o condiciones durante la explotación que así lo determinen y que destruyen el aire de la tubería que cierran por las necesidades intrínsecas del circuito neumático donde trabajan.



VÁLVULA DE DOBLE EFECTO.

Es una válvula que puede discriminar entre dos caminos posibles de conducción del aire. Se utiliza por ejemplo para discriminar la actuación del freno directo del freno automático o en la fijación sobre manómetros de la presión del Freno Directo y Freno Automático. La presión de salida será la que corresponda a la de mayor valor entre las dos posibles.



Figura. 5-4 Válvula bidireccional o selectora

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

LLAVE DE AISLAMIENTO PARA TFA Y TDP.

Son las clásicas llaves que se encuentran en los testeros de los vehículos ferroviarios y que se utilizan para interconectar la Tubería de Freno Automático (en adelante TFA), pintada de azul, y en caso necesario la Tubería de Depósitos Principales (en adelante TDP), pintada de rojo, para poder remolcar vagones o coches dependiendo de las necesidades. Es de destacar que, en la posición de cerrado, tienen la propiedad de destruir el aire del lado manga de acoplamiento.



Figura. 5-5 Llaves de aislamiento de TFA y TDP

VÁLVULAS DE RETENCIÓN.

Son válvulas que solo conducen en una sola dirección, por lo que también son conocidas con el nombre de "válvulas unidireccionales". Son utilizadas, en circuitos donde es necesario e imprescindible mantener una presión aun habiéndose desencadenado una anomalía. Un ejemplo de vital importancia es cuando mantienen la presión en los depósitos auxiliares de freno, cuando por avería se destruye la presión de los Depósitos Principales, garantizando la presión necesaria para frenar.

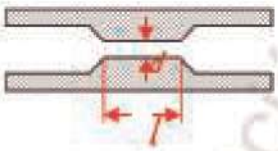


VÁLVULA DE FLUJO.

También es conocida por los nombres de paso calibrado o tobera, tiene varias aplicaciones en los circuitos neumáticos, puede ser utiliza para ralentizar una acción o reacción del aire dentro de una válvula, consiguiendo el trabajo de las mismas de forma confortable, ayudando a la estabilización de fuerzas entre diafragmas y evitando los golpes de ariete internos.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA



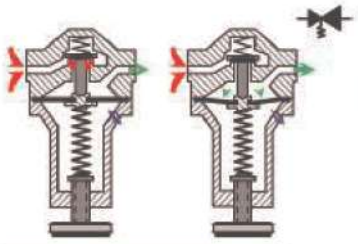


VÁLVULAS REGULADORAS.

Son válvulas también conocidas por el nombre de manorreductoras, se utilizan para ajustar la presión en un determinado circuito neumático. La presión de DP en los vehículos ferroviarios suele estar entre 8 y 9 bares, dado que hay circuitos auxiliares, como es el caso del Freno de Estacionamiento que trabaja entorno a los 6 bares o como es el caso de los mandos de Freno Directo que se alimentan de 5 bares, necesitan de la aplicación de estas válvulas. Por otro lado, indicar que también es capaz de mantener una presión fija a la salida independientemente de las fluctuaciones a la entrada.





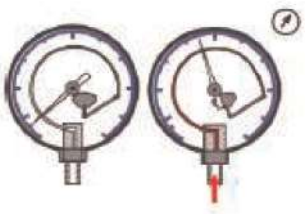


MANÓMETROS.

Son aparatos de medida de la presión de los diferentes circuitos neumáticos que trabajan dentro del vehículo. Actualmente su unidad de mediad es el bar, pero todavía no es extraño encontrar vehículos con manómetros en Kg/cm2. Están basados en la deformación de una cámara tubular conocida vulgarmente por el nombre de pulmón, que arrastra en su deformación una timonería que hace deslizar una aguja sobre su eje. En los vehículos se pueden encontrar de diferentes precisiones siendo la más común, mostrando divisiones de 100 y 200 mb.

En los pupitres de conducción es común encontrar los manómetros de Depósitos Principales, Depósito de Equilibrio, Tubería de Freno Automático y Cilindro de Freno.





ELECTROVÁLVULA DIRECTA E INVERSA.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

Las electroválvulas son elementos de mando neumáticos, que responden a órdenes eléctricas. Consisten en un cuerpo formado por varias cámaras unidas entre sí, que pueden ser comunicadas o no mediante unos asientos de válvula solidarios a un vástago, que responde a una posición dependiendo de la energización o no de un electroimán. Gracias a ellas podemos gobernar circuitos neumáticos a distancia, con rapidez y precisión. Electroválvula Directa.
Esta electroválvula se suele utilizar en circuitos neumáticos que responden a órdenes voluntarias como por ejemplo activar unos areneros o un silbato. Como se puede observar en la figura de la derecha, cuando se energiza su electroimán, arrastra una timonería que abre un asiento de válvula y deja paso de aire. Electroválvula Inversa
La EV Inversa en determinados circuitos neumáticos, por su lógica de funcionamiento, se utilizan en circuitos de actuación del freno, provocando la actuación del mismo cuando falta la energía o alimentación eléctrica por algo fortuito que responde a un fallo o avería. Como se puede ver en la figura de la derecha, cuando se energiza corta el paso de aire.

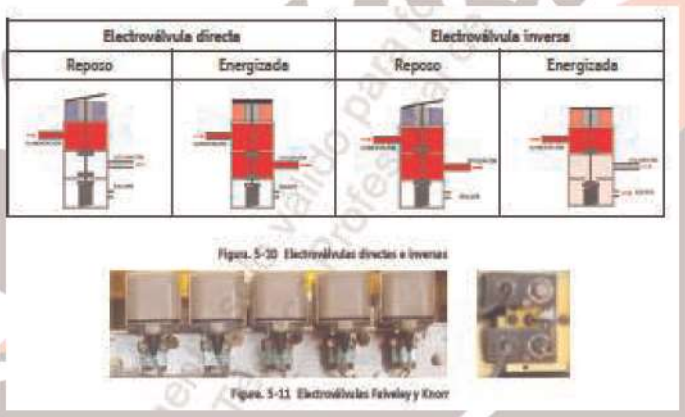


Figura. 5-10 Electroválvulas directas e inversas

Figura. 5-11 Electroválvulas Faiveley y Knorr

ELECTROVÁLVULAS SELECTORAS.

Son electroválvulas que permiten activar o seleccionar un circuito u otro en función de si están energizadas o no. Su construcción es muy similar a las electroválvulas convencionales.



Figura. 5-12 Electroválvula selectora

PRESOSTATOS.

Son elementos que transfieren órdenes eléctricas en función de la presión de los circuitos neumáticos donde están intercalados con unos determinados rangos de ajuste. En el ajuste se debe tener en cuenta la histéresis (diferentes presiones de conmutación entre la alta y la baja) del propio presostato en algunos casos ajustable dentro de unos límites.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

Tienen múltiples aplicaciones dentro de los circuitos neumáticos, como ejemplo el "Gobernol" del compresor principal que, al llegar a la presión máxima de Depósitos Principales, ordena la parada del compresor principal.
En la figura 5-13 (imagen de la derecha) se puede apreciar la diferente posición del contacto eléctrico en función de la presión que existe en la cámara.
Cuando estos elementos trabajan con dos presiones (una de referencia o de control y otra variable o de actuación, hablamos de manocontactos o presostatos diferenciales.



TRANSDUCTORES

En la actualidad los sistemas de freno están controlados por procesador, donde el control y vigilancia de las diferentes presiones se hace de forma continua, motivo por el cual estos dispositivos juegan un papel muy importante.
Son dispositivos que dan información continua de una presión variable y disponen de una resistencia variable en función de la presión. Estos dispositivos pueden trabajar por tensión o por corriente, dependiendo de la electrónica que procesa el valor resultante de la presión variable que controlan.

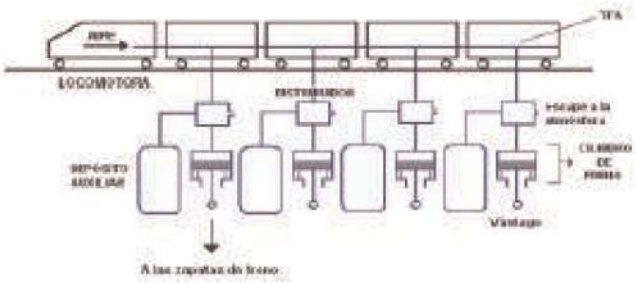


Figura. 5-14 Transductores

DISTRIBUIDOR DE FRENO.

Para entender el funcionamiento de esta válvula es conveniente hacer una pequeña introducción a algo que se explica con detalle en los próximos capítulos de este libro.
Es necesario entender que el freno llamado indirecto, automático o de servicio, responde cuando la presión de la tubería general de freno o TFA desciende.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA





Es decir que cuando el maquinista solicita freno destruye el aire de la TFA y el distribuidor que es la válvula que nos ocupa, aplicará presión al cilindro de freno o a un amplificador de caudal cuando se trata de ordenar a un gran número de cilindros de freno que frenen al mismo tiempo.
En la gráfica se puede observar como para una depresión de TFA corresponde una presión en cilindros de freno:

La presión máxima es de 3,8 bares (excepcionalmente 3,9) cuando la TFA desciende 1,5 bares y con descensos de TFA por debajo de 3,5 bares no se obtiene mayor esfuerzo de frenado. La presión máxima que se alcanza después de una demanda de freno por urgencia es la misma que se obtiene por un frenado máximo de servicio, pero la demandada por urgencia se establece en menos tiempo, ya que la destrucción de la TFA es más rápida.

Para conseguir estos efectos cada vagón lleva una válvula distribuidora (distribuidor de freno), y un depósito auxiliar o de reserva que es donde se acumula la energía en forma de aire comprimido con la que se ejecuta la orden de freno.

Exteriormente y dependiendo de los vehículos donde están instalados disponen de:

- Palanca selectora (V/M-P/G). Para seleccionar los tiempos de frenada.
- Llave de aislamiento del distribuidor. Para aislarlo dejándolo fuera de servicio.
- Válvula de vaciado. Para aflojar el cilindro de freno al destruir el Depósito de Control (frenos residuales).
- Depósito auxiliar de freno.
- Depósito de control.

Palanca selectora (V/M-P/G).

El distribuidor es el dispositivo donde se determinan los tiempos de freno y afloje según la normativa UIC (según tabla), así como en algunos casos, las presiones definitivas de freno, siendo la máxima de 3,8 bares salvo excepciones.

Posición de la maneta PV/GV	Tiempo de apriete del freno	Tiempo de afloje del freno
Viajeros (PV)	De 3 a 5 segundos	De 15 a 20 segundos
Mercancías (GV)	De 18 a 30 segundos	De 45 a 60 segundos

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

Algunos de ellos ofrecen las posibilidades de fijar dos gamas de tiempos, una para trenes de viajeros y otra para trenes de mercancías, posiciones que se fijan con una palanca selectora (V/M-P/G).
Dado que la velocidad de propagación de la TFA está en 100m/s en el mejor de los casos, podemos decir, que es una velocidad de propagación lenta y esto cuando se trata de trenes muy largos presenta el inconveniente de que los primeros coches o vagones pudieran frenar con su esfuerzo máximo, cuando los coches o vagones de cola no han empezado o empiezan a frenar.
Para paliar este desequilibrio lo que se hace es jugar con los tiempos de aplicación del freno alargando los mismos cuando se trata de trenes muy largos de esto la necesidad de la palanca selectora (V/M-P/G).

Llave de aislamiento del distribuidor.

Presentan la posibilidad de ser aislados de la TFA, gracias a la llave de aislamiento del distribuidor, por lo que dejan de ser efectivos.
En los vehículos con equipo de freno CH (distribuidor Charmilles/Wabco) cuando la llave de aislamiento está en posición aislada, provoca el frenado del mismo al propio tiempo que se aísla el distribuidor de la TFA.





En los vehículos con equipo de freno KE (distribuidor Knorr) cuando la llave de aislamiento está en posición aislado, provoca la descarga de aire comprimido del cilindro de freno y depósito auxiliar (es decir el aflojamiento de las zapatas).

Válvula de vaciado.

Todos disponen de la válvula de vaciado o destrucción del depósito de control y por tanto destrucción de cualquier presión en cilindros freno.
Estas válvulas de vaciado, cuando son activadas de forma manual, producen el vaciado del Depósito de Control o Reserva, provocando el desequilibrio interno del pistón de la válvula, el arrastre de su vástago hueco hacia abajo y la destrucción de la presión en cilindros de freno.
En fenómenos de sobrecarga del depósito de control producidos por episodios de afloje rápido, por ejemplo, estos depósitos quedan sobrecargados, produciéndose frenos residuales imposibles de destruir si no es con la actuación sobre estas válvulas de vaciado.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA



Depósito auxiliar de freno.

Es el depósito de donde sacamos aire para enviar al cilindro de freno en los procesos de frenada. En los vagones se carga de TFA, en locomotoras y coches de viajeros se cargan de la Tubería de Depósitos Principales (TDP).

Estos depósitos están protegidos por una válvula unidireccional o antirretorno, que asegura la presión en este depósito cuando por avería se pierde la presión en Depósitos Principales en el caso de vehículos motores y durante descensos de TFA en procesos de frenado en vagones.

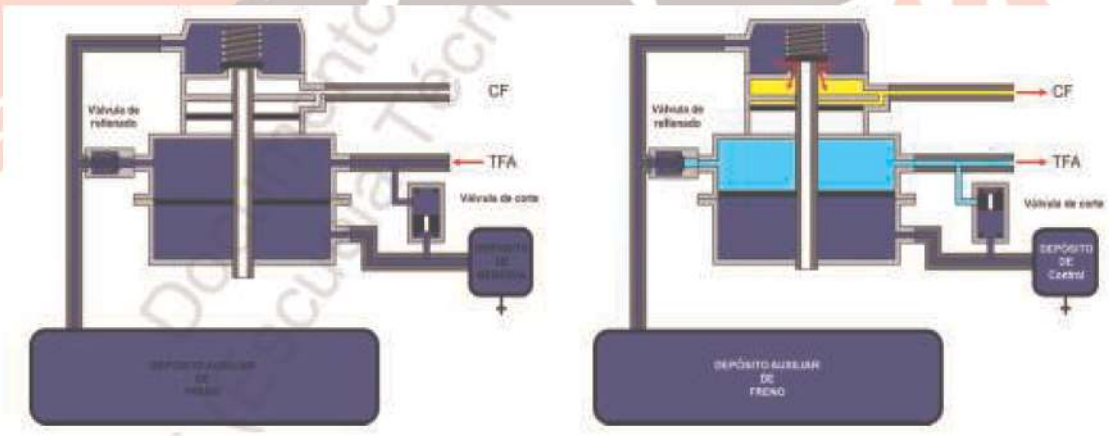
La propiedad de inagotabilidad del freno está relacionada directamente con la carga de estos Depósitos Auxiliares, los tiempos de afloje de la TFA y la válvula unidireccional o antirretorno.

Depósito de control.

El depósito de control (elemento pasivo) en condiciones normales de trabajo tiene siempre un mismo volumen invariable para cualquier aplicación. Este posibilita el desequilibrio del pistón principal de la válvula cuando la presión en TFA desciende, empujando al vástago hueco para enviar presión al cilindro de freno.

Funcionamiento.

En la figura 5-20 se puede observar en color azul, las cámaras que se cargan de aire procedente de la TFA.



En este proceso se carga por medio de la válvula de corte, el depósito de control, que permanecerá inalterable durante los procesos de destrucción de TFA, así como la cámara inferior del dispositivo principal.

La cámara intermedia del dispositivo principal es también cargada al mismo tiempo, así como el depósito auxiliar y la cámara superior del dispositivo principal a través de la válvula de retención, que evitara la perdida de presión del depósito auxiliar de freno cuando la TFA sea destruida por

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

cualquier demanda de freno. Este proceso dura tres minutos, tiempo de rigor para la carga del dispositivo.

En la figura 5-20 (derecha) podemos observar como con el descenso de TFA producimos el desequilibrio de presiones en el diafragma del dispositivo principal y el vástago solidario al diafragma sube hacia arriba abriendo el asiento de la válvula superior e introduciendo aire en la salida a CF.

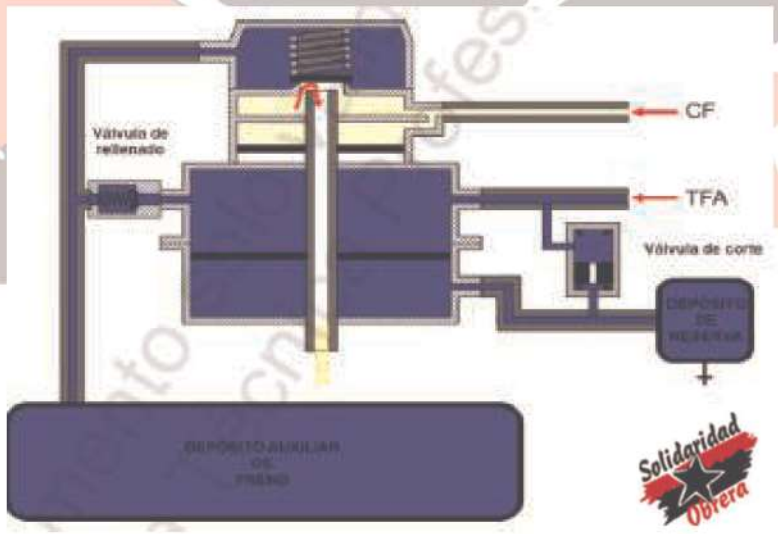
Al mismo tiempo y por paso calibrado se llena la cámara de recubrimiento obteniendo la fuerza de estabilización a la TFA destruida para frenar, alcanzando por tanto la estabilidad.

Cada proceso de descenso de TFA desde 5 bares hasta 3,5 bares tendrá una respuesta como la descrita ofreciendo una gama de presiones estabilizadas diferentes entre 0 bar y 3,8 bares de presión máxima, de esto la definición de freno fácilmente moderable.

Propiedades de sensibilidad e insensibilidad de los distribuidores según normativa UIC.

Atendiendo a la propiedad de sensibilidad (marcada por normativa UIC) del distribuidor, la válvula de corte del distribuidor cerrara la comunicación de la TFA respecto al D. Control o reserva, siempre y cuando la TFA desciende 0,6 bares en 6 segundos, produciéndose el frenado.

Y atendiendo a la propiedad de insensibilidad (marcada por normativa UIC) del distribuidor, la válvula de corte del distribuidor abrirá la comunicación de la TFA respecto al Depósito de Control o reserva igualando presiones, cuando la TFA desciende 0,3 bares en 1 minuto, siendo insensible a estas demandas de freno que corresponden más a una fuga que a una demanda real de freno, no produciéndose el frenado.

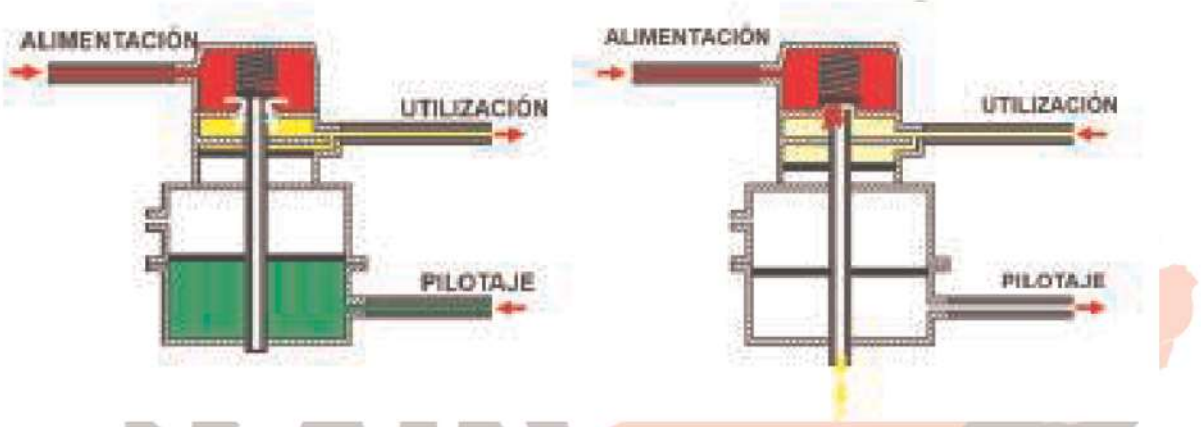


En los procesos de afloje es decir cuando la TFA sube, el diafragma central del dispositivo principal baja arrastrando el vástago hueco y despegando el asiento de válvula superior del dispositivo principal, el aire de CF escapa a la atmósfera por el vástago hueco del dispositivo principal como se puede apreciar en la figura 5-21.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

RELÉS DE FRENO (AMPLIFICADORES DE CAUDAL).

Estas válvulas son amplificadoras de caudal, realizan la función de construir la TFA en función del valor de presión en el Depósito de Equilibrio cuando trabajan como Relé Principal u ordenar freno a los diferentes cilindros de freno de un vehículo en función de una consigna de freno, cuando trabajan como Relés de Freno.



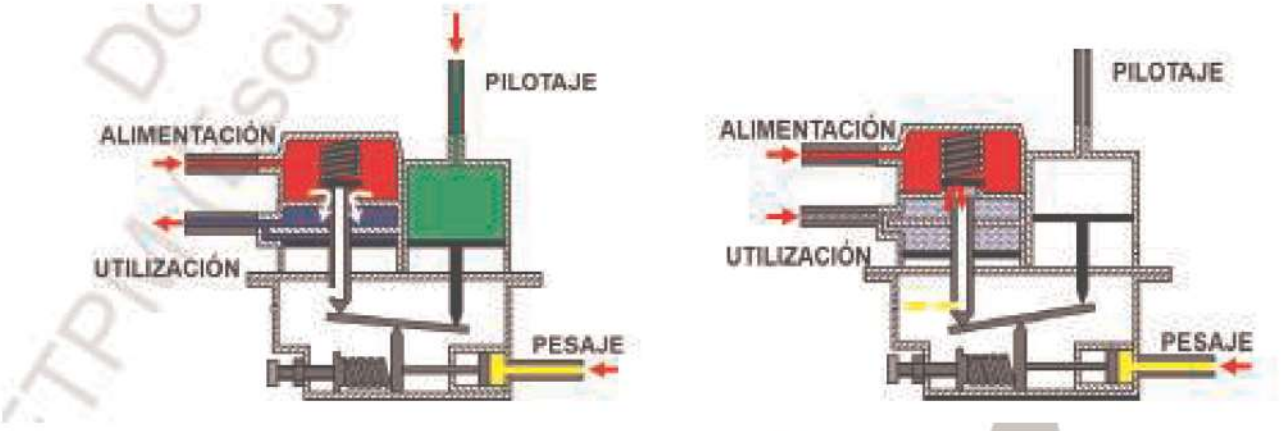
Estas válvulas son encargadas en la mayoría de los casos, de reproducir la presión de mando de los distribuidores de freno (con un caudal relativamente pequeño), en una presión amplificada (relés multiplicadoras) o inferior (relés desmultiplicadoras) pero siempre con la capacidad de un gran caudal o volumen, en una unidad de tiempo breve y precisa. Cuando los cilindros de freno en una instalación, necesitan por su número de un gran caudal para ejercer su trabajo, es necesario recurrir a este tipo de válvulas.

Ejemplo de Relés de freno o amplificadores de caudal de Freno Directo en el centro y Automático en los extremos del constructor Faiveley (Figura 5-23 derecha).
En este caso, disponen de una toma de alimentación de Depósitos Principales, que es de donde tomaran el aire para ponerlo a disposición de la toma de utilización o llamada a los diferentes Cilindro de Freno. Otra toma de pilotaje que será la que proporciona el distribuidor para ordenar freno o afloje y una última por donde evacuará el aire al exterior en procesos de afloje.
En la medida que aumenta el pilotaje aumentará el tiempo de paso entre las cámaras de alimentación a utilización como muestra la figura de la izquierda 5-22 y en la medida que disminuya la presión en la cámara de pilotaje por el árbol hueco se destruirá la presión de la utilización o Cilindro de Freno, como muestra la imagen de la derecha de la misma figura.

RELÉS DE FRENO VARIABLES (AMPLIFICADORES DE CAUDAL).

Los vehículos autopropulsados dimensionan su esfuerzo de freno entre otras cosas, en función del peso variable que soportan gracias a la subida y bajada de viajeros.

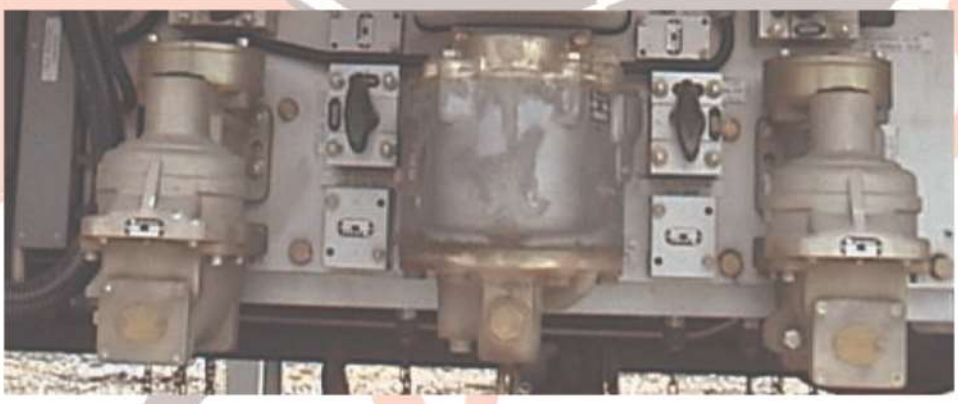
PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA



Estas válvulas relés son muy similares a las anteriores válvulas, pero su campo de acción está más direccionado a los vehículos autopropulsados o viajeros, ya que contempla una segunda presión de pilotaje derivada del peso del coche o vehículo en el que va a ser utilizada.

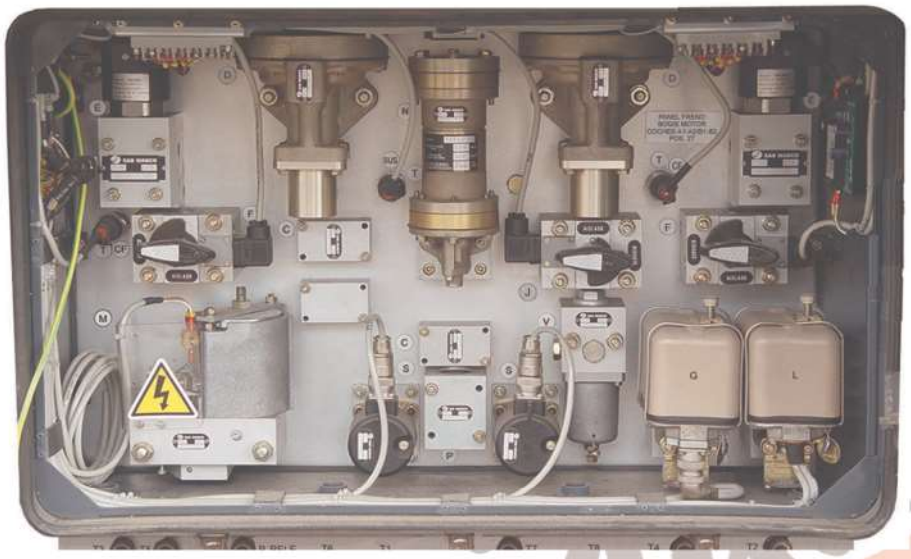
El resultado que obtendremos en la utilización, en este caso será producto del pilotaje que se ejerza desde el distribuidor y de la consigna de pesaje, ya que esta presión desplazará el punto de basculación interno, variando la presión de utilización en función del peso, afectando tanto en el aspecto del freno como del afloje.

Hay vehículos que la consigna de pesaje es calculada por la electrónica de control del freno BCU y en otros es un valor obtenido por la válvula de valor medio de la presión medida en las balonas de la suspensión secundaria.
De esta forma garantizamos la eficacia del freno dimensionándolo en función del peso.
Un ejemplo de Relés de Freno Variables o autocontinuas son las que incorporan los autopropulsados de la serie 447 y 598, como muestra la siguiente figura 5-25.



Esta funcionalidad, en otros vehículos como es el caso de las CIVIAS, se consigue con Válvulas de Carga Variable (no son amplificadores de caudal) que pilotan Relés de Freno (amplificadores de caudal) en función del valor que proporciona la Válvula de Presión Media cuando se trata de bogíes extremos o por el valor medio cuando se trata de bogies compartidos.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA



VALVULAS MODERABLES

CONVERTIDORES ELECTRONEUMÁTICOS FAIVELEY (EPC).

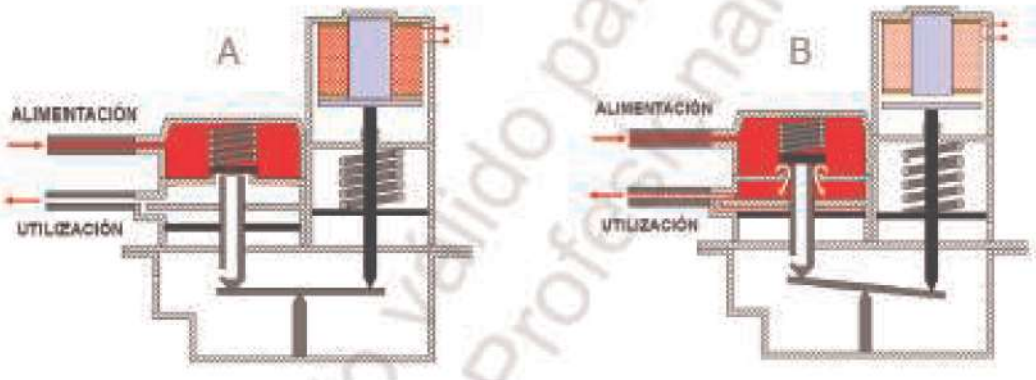
El Convertidor Electro-neumático EPC, es el elemento cuya finalidad dentro del sistema de freno es la de convertir el valor de la demanda de freno ejercida por el maquinista (nivel mA) en demanda de freno neumático (nivel bar), mediante un pilotaje de presión neumática a las válvulas relé de alimentación a los cilindros de freno.

Se trata de una válvula moderable que conectada a un bucle de intensidad suministra una presión neumática inversamente proporcional al valor de la corriente (mA), que circula por su bobina, cuando es inverso, y directamente proporcional cuando es directo.

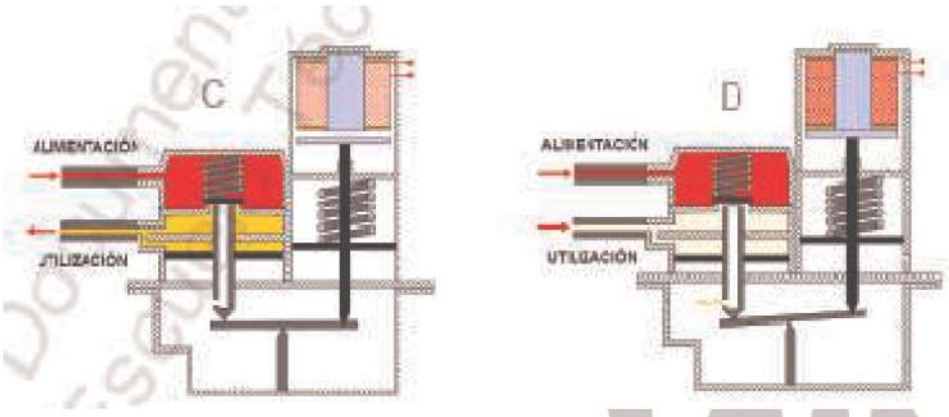
Convertidor electro-neumático inverso.

Excitación parcial

Respuesta presión de pilotaje subiendo hasta equilibrio, inversamente proporcional a la intensidad de excitación.



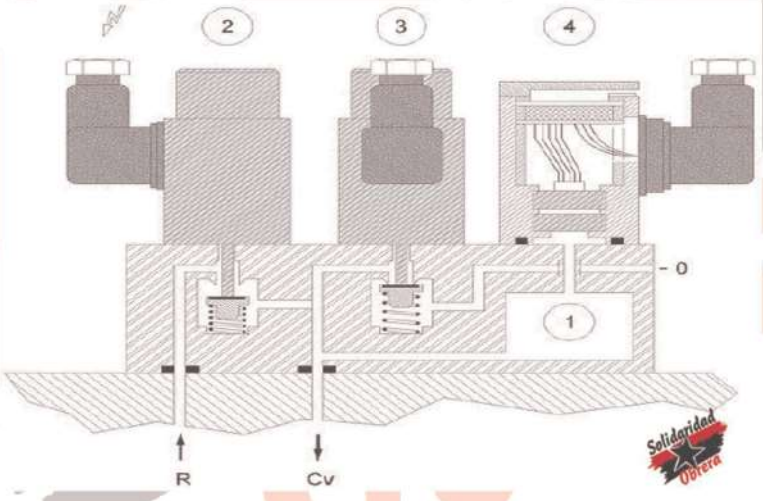
Convertidor electro-neumático directo



Los Convertidores Electro-neumáticos directos, utilizados para controlar la TFA, dan pilotaje de salida directamente proporcional a la intensidad de control.

CONVERTIDORES ELECTRONEUMÁTICOS KNORR.

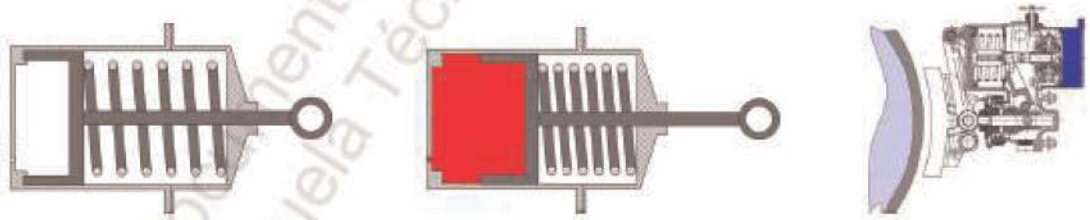
Estos disponen de una electroválvula de carga o llenado, otra de descarga o vaciado y un transductor que informa a la electrónica del valor de presión obtenido. Las electroválvulas son mandadas por la electrónica de freno con tensión y depende del tiempo de aplicación que el llenado o vaciado sea mayor o menor.



CILINDROS DE FRENO.

Los cilindros representados en esta imagen se componen de una cámara hermética que recibe la presión con la que se ordena freno y contrarrestando un muelle antagonista, desplaza un vástago el cual es solidario a una timonería que empuja las zapatas para efectuar el frenado.

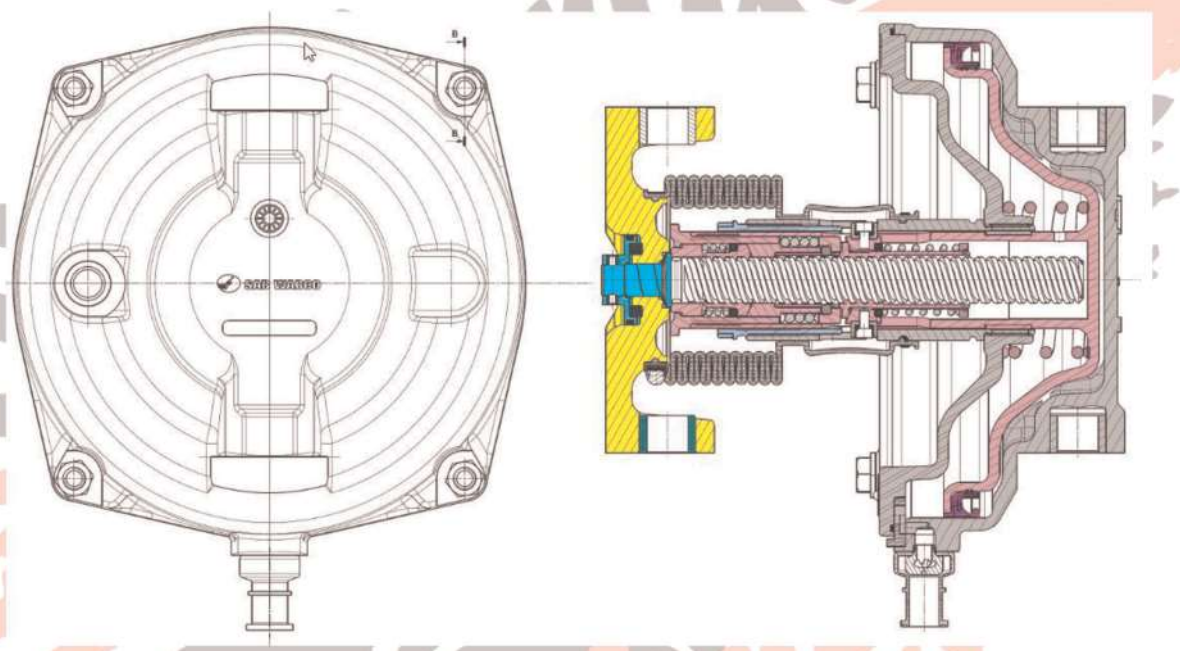
PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA



En el proceso de afloje, cuando desaparece la presión de freno, el muelle antagonista recupera la posición de la zapata aflojando el freno.

Bloques de freno.

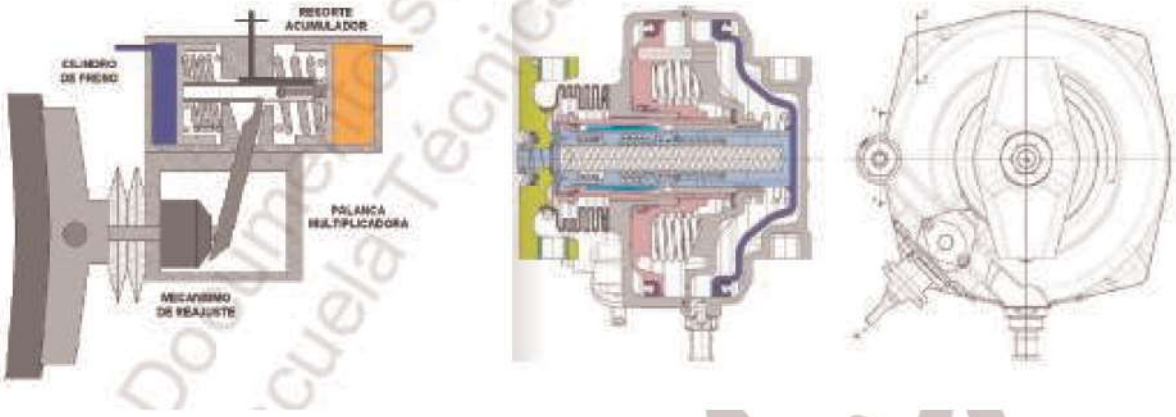
En locomotoras y vehículos tractores es más común encontrar los que se denomina bloques de freno donde están integrados el cilindro, la zapata, la timonería, el ajustador del cerraje, el dispositivo anti suma y en algunos el dispositivo de freno por resorte o freno de estacionamiento.



Bloques de freno con muelle acumulador para freno de estacionamiento.

Son aquellos que disponen de dos cámaras de accionamiento una por presión neumática, cuando se solicita freno de servicio indirecto o directo, así como cuando se declara un frenado de emergencia o urgencia y otra cámara que en ausencia de aire libera un muelle desplegando su energía que aplica a la timonería del cilindro empujando la zapata contara la llanta o el disco de freno dependiendo del vehículo.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA



DIFERENTES FORMAS DE FRENAR.

Según la naturaleza de la orden de freno mandada desde el puesto de conducción se pueden clasificar también en:

• **Freno de Servicio**, Automático o Indirecto que permite variar a voluntad la presión en los cilindros de freno de todo el tren, de manera prácticamente simultánea, con el fin de garantizar su detención en el lugar deseado, o bien una reducción de su velocidad a un valor concreto.

• **Freno de Retención.** Es lo mismo que el anterior pero aplicado de manera tal que logre el propósito de mantener una velocidad determinada durante el descenso de las pendientes.

• **Freno de Servicio Máximo.** También funciona como los anteriores, pero provocando al accionarlo, un descenso de 1,5 bares en la TFA, al que corresponderá un apriete máximo de los frenos (aproximadamente 3,8 bares de presión en cilindros)

• **Freno Conjugado**. El freno conjugado es cuando en cualquiera de las tres situaciones de freno anteriores (F de Servicio, F. de retención y Freno máximo.) se aplica freno neumático en los coches o vagones y freno eléctrico en la locomotora o ejes motores, mientras la velocidad de los mismos les de las prestaciones o capacidades necesarias para frenar eléctricamente.

• **Freno combinado**. Es un término que viene de los vehículos antiguos y se utilizaba cuando el maquinista aplicaba freno eléctrico para retener el tren y en las ocasiones en que los motores no daban todo el par de freno eléctrico suficiente, aplicaba también el Freno de retención o Freno de servicio. Este tipo de freno requería de una destreza y experiencia por parte del maquinista.

• **Freno de Urgencia manual**. Produce el vaciado de la TFA en el menor tiempo posible, por actuación de un dispositivo al que llamamos válvula de urgencia también conocida por "Seta".

• **Freno de Urgencia automático**. Puede ser provocado bien sea por un corte accidental de la TFA, o bien por un dispositivo automático de vigilancia sobre el Maquinista (el llamado Hombre Muerto) que entra en funcionamiento cuando éste no lleva a cabo la secuencia de actuaciones que indicarían su indisposición, desvanecimiento, etc., en definitiva, su incapacidad para conducir.
También el ASFA y el Sistema de detección de descarrilamientos pueden considerarse frenos automáticos de urgencia que provocan el frenado rápido del tren en determinadas circunstancias

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

.

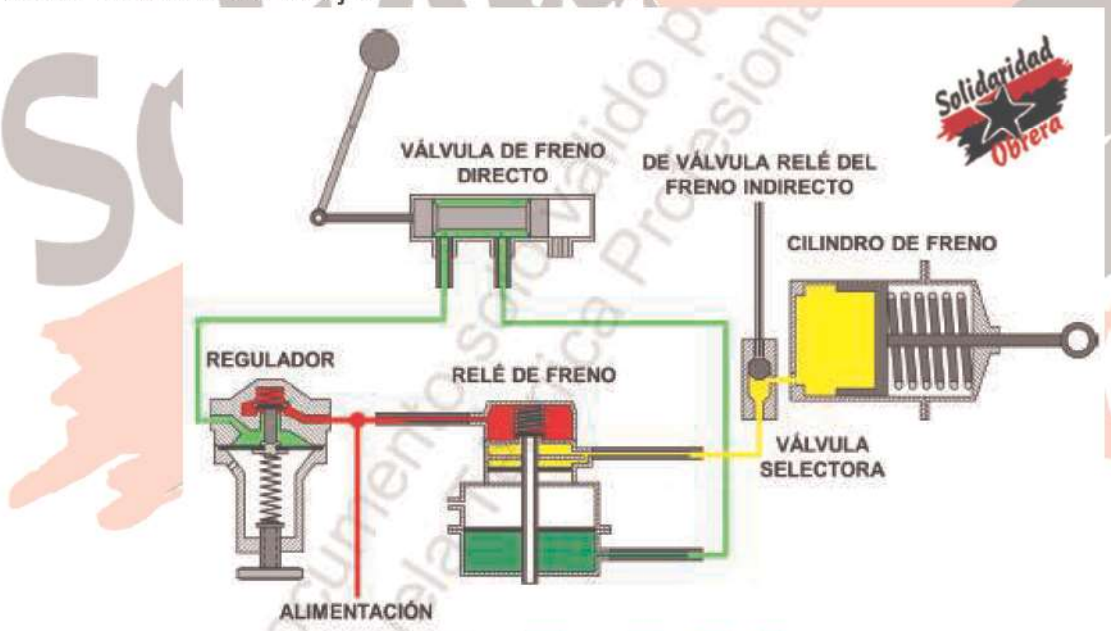
• **Freno dinámico (Freno electrodinámico o Freno hidrodinámico)**. Consiste en una retención de la locomotora (y del resto de la composición) haciendo trabajar a los elementos motrices de aquélla de forma inversa a la empleada durante el proceso de tracción. Si los órganos tractores de la locomotora son motores eléctricos, durante la fase de frenado dinámico, se opondrán a la marcha, actuando como generadores. Si la transmisión es hidráulica, en régimen de freno, ésta pasa a transmitir energía en forma inversa a como lo hace en situación de tracción, provocando la retención del vehículo y en consecuencia del tren. Con ninguno de estos dos tipos de freno se produce desgaste de zapatas, ni de llantas.

• **Freno Blending**. El término blending hace referencia a la mezcla y coordinación de esfuerzos de frenado, en un mismo eje o bogie motor, del freno eléctrico o hidrodinámico (dependiendo del tipo de vehículo) y el freno neumático. El blending tiene como objetivo proporcionar la deceleración necesaria consecuente a la demanda de freno en todo el rango de velocidades, utilizando preferentemente los sistemas de freno sin fricción teniendo en cuenta la máxima adherencia disponible entre rueda y carril.

TIPOS DE FRENO.

FRENO DIRECTO.

El Freno Directo es utilizado eminentemente durante las maniobras, se activa manipulando el mando de freno directo también conocido por el nombre de Pilotari. Dispone de tres posiciones Freno- Estabilización- Afloje.



En la imagen observamos que el mando de freno directo, recibe alimentación de D. Principales por medio de una válvula reguladora de presión, adaptando los 8 o 9 bar de D.P (depende de los vehículos) a 5 bar de presión de trabajo para el freno directo.

Cuando activamos el mando de freno directo hacia frenar, tomamos aire a 5 bar y pilotamos el relé de freno (amplificadora de volumen) en este caso des-multiplicadora de presión, la cual tomará aire de los D.P y mandará la señal de freno a cilindros de freno, a una presión que oscila entre 3 y 3,8 bar, dependiendo de los vehículos.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

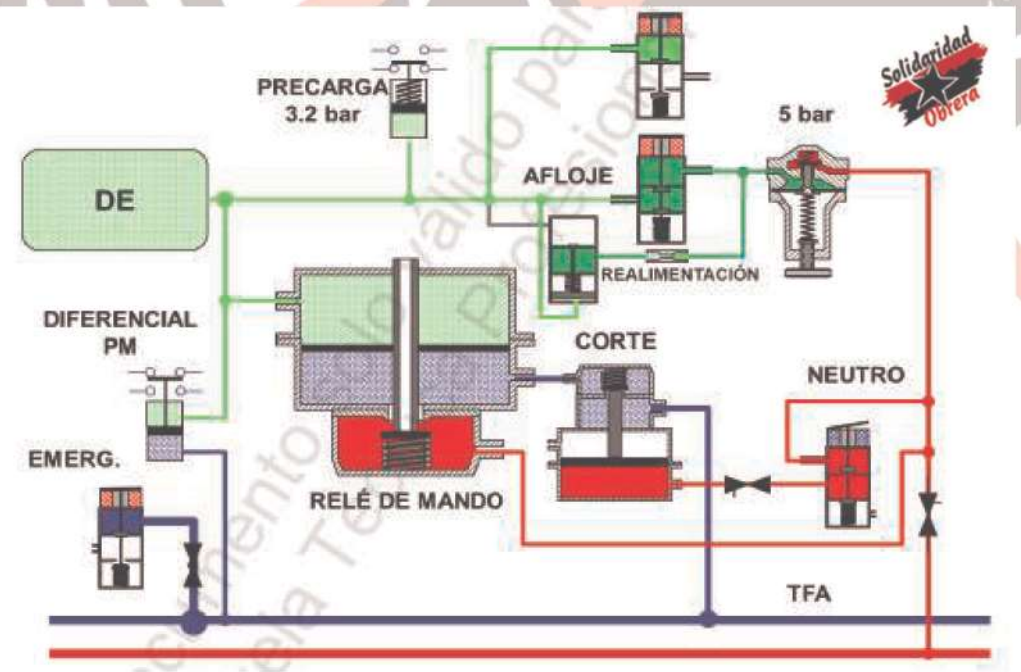
La válvula de doble efecto o selectora discrimina la orden de freno solicitada al cilindro, pudiendo ser por freno directo o por freno indirecto, también conocido por los nombres de freno automático o de servicio.

Si activamos el mando de freno directo hacia la posición intermedia, lo que haremos es estabilizar lo que anteriormente hayamos solicitado, consiguiendo diferentes escalones de freno, tanto en freno como en afloje.

Si seleccionamos afloje lo que haremos es destruir por una tobera o paso calibrado (válvula de flujo) instalada en el mando de freno directo, el aire que pilota el relé de freno destruyendo por vástago hueco del relé de freno el aire que llega al cilindro de freno y por tanto aflojando el freno.

FRENO INDIRECTO AUTOMÁTICO.

Este freno puede ser utilizado para adaptar velocidades durante la conducción, pero es utilizado eminentemente para llegar a la parada total de la composición.
Todo el proceso comienza con el control de la presión de un depósito fácilmente manejable por su poco volumen, llamado Depósito de Equilibrio. Para ello tomamos presión de D. Principales y la adaptamos con una reguladora a 5 bar, esta presión utilizada por dos electroválvulas (E.V. Freno y E.V. Afloje), vaciará o llenará el D. Equilibrio, durante las actuaciones de afloje o freno respectivamente.



Durante el proceso de carga del equipo, una vez que el maquinista toma los mandos del vehículo, se dan una serie de automatismos, como es la carga automática de la T.F.A. hasta 3,2 bar, gracias a la actuación del presostato "H" tarado a esta medida, que mantendrá automáticamente energizada la E.V. de Afloje para subir la presión en el Depósito de Equilibrio y por tanto en la T.F.A. gracias a la Relé Principal o Relé de Mando.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

La E.V. de Freno permanecerá energizada durante este proceso evitando que la presión del D. Equilibrio se destruya a la atmósfera.

En esta situación de rearme automático controlado hasta 3,2 bar el vehículo permanece frenado y dependerá de la voluntad del maquinista o del operario de mantenimiento para comenzar el proceso de afloje voluntario de los frenos, para ello con el manipulador de freno automático se podrán dar órdenes eléctricas a la E.V. de Freno y a la de afloje.

Cuando aflojamos mediante el manipulador, energizamos la E.V. de Afloje y llenamos el D. Equilibrio y por tanto llenamos la T.F.A. de forma fácilmente moderable hasta 4,85 bar, momento en el que se activa otro automatismo controlado por el manocontacto "G" ausente en la figura 1-39, subiendo de forma automática de 4,85 bar hasta
5 bar.

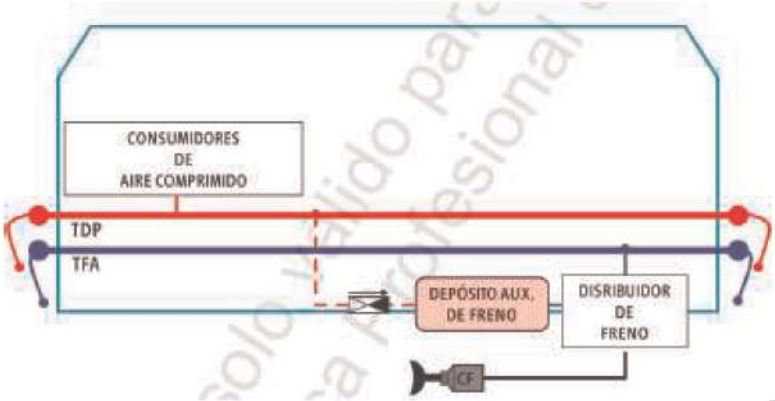
Durante la carga de TFA de un tren, la actuación del diferencial PM entre Equilibrio y TFA, se puentea con temporizados electrónicos evitando la destrucción de TFA, aun separándose más de 0,4 bar del D. de Equilibrio.
En esta posición y gracias a la Válvula de Realimentación de la figura, mantenemos recubierto el D. Equilibrio compensando posibles fugas en caso necesario, siempre que el mismo se encuentre por encima de 4, 85 bar. Al mantener recubierto el D. Equilibrio, la Relé Principal recubrirá de igual forma las posibles pérdidas de la TFA a lo largo de una composición, hasta un límite.

El sistema dispone de la E.V. de Neutro que es energizada cuando se utiliza la locomotora como conducida en mando múltiple o calzada de forma manual cuando queremos remolcar una locomotora sin batería. Esta electroválvula en cualquiera de los casos pilota la Válvula de Corte, la cual, en estas condiciones, aísla de TFA el panel de freno impidiendo recibir y construir TFA como medida de seguridad.

Todos los vehículos ferroviarios disponen de un circuito eléctrico conocido con el nombre de circuito lazo, donde están intercaladas todas las vigilancias que tienen que ver con el funcionamiento seguro de dicho vehículo.

Estas vigilancias que pueden ser Hombre Muerto, ASFA u otros bloqueos LZB o ETCS, corte de tren detectado por diferencial PM, F. de Emergencia por mando de tracción, F. de Urgencia, etc. cuando se desencadenan, producen la rápida destrucción de la TFA gracias a la actuación de las válvulas de Emergencia pilotadas por electroválvulas de vigilancia que se des-energizan cuando se abren estos circuitos lazo.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA



Durante todo el proceso descrito nos hemos ocupado de la manipulación de la TFA y de sus automatismos, resumiendo de alguna forma: el maquinista sube o baja la TFA en función de si quiere aflojar o apretar el freno de la locomotora y del tren en el caso de estar acoplado al mismo.
En la imagen superior aparece el distribuidor ya explicado anteriormente y el cilindro de freno donde podemos comprender la influencia de la TFA en cualquier proceso de frenado y afloje de una composición.
Conviene distinguir entre coches alimentados de D. Principales y TFA y vagones alimentados solo de TFA, como muestra esta figura.

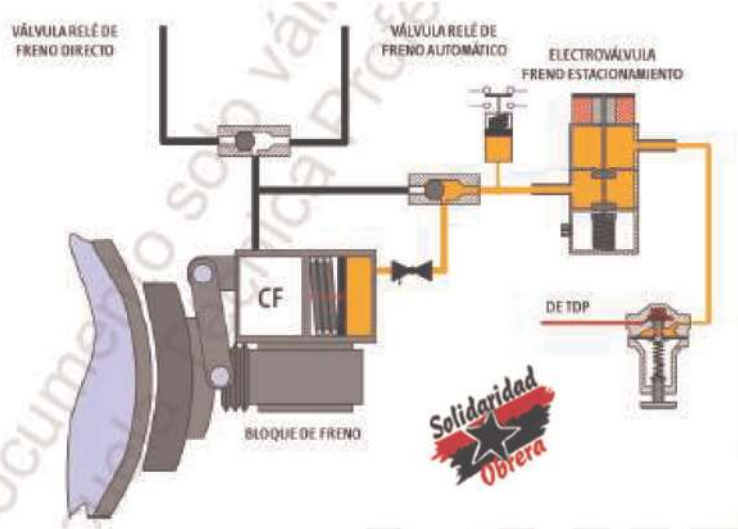


La diferencia radica en que los vagones sin alimentación de D. Principales, la carga del depósito auxiliar de freno se toma de TFA, al no disponer de tubería de D. Principales.

FRENO ESTACIONAMIENTO.

En el freno de estacionamiento con bloques de freno, el frenado de estacionamiento es producto de la fuerza ejercida por un muelle.
Estos bloques de freno que combinan las posibilidades de freno por F. Directo, freno por F. Indirecto o automático y freno por freno de estacionamiento, necesitan para esta tercera posibilidad de un aparellaje o dispositivos de mando.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA



Para el funcionamiento del bloque de freno que contempla la posibilidad de freno de estacionamiento por muelle acumulador, necesitamos una reguladora que ajusta la presión de D. Principales a 6 bar aproximadamente (dependiendo de los vehículos) que alimentará una electroválvula directa y que cuando se energice eléctricamente o se calce manualmente, meterá aire en la cámara rindiendo el muelle acumulador y aflojando el Freno de Estacionamiento.
Es por esto fácilmente deducible que en la medida que el vehículo se queda sin aire el freno de estacionamiento se aplica, al distenderse el muelle acumulador.

En la imagen 1-42 se puede observar una válvula de doble efecto también conocida por el nombre de válvula anti-suma o anticompound que evita la suma de esfuerzos de freno resultantes del freno neumático y el del muelle acumulador, aplicando la fuerza del muelle acumulador en la medida que desaparece el freno neumático.
Dispone también de unos presostatos de vigilancia que informan de la aplicación o no del freno estacionamiento a la electrónica de control, pudiendo desencadenar frenados de emergencia ante situaciones de aplicación indebida del F. de Estacionamiento o simplemente no permitir la tracción si el F. de Estacionamiento está aplicado.

FRENO AUXILIO.

Cuando las ordenes eléctricas que manejan las electroválvulas de afloje, freno y otros componentes de control del freno, no son posibles por avería, es necesario recurrir al freno de auxilio. Este freno de auxilio, gracias a las llaves de cuatro vías o conmutadores neumáticos en locomotoras más actuales, permite el manejo de la presión del D. Equilibrio con la válvula del F. Directo.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

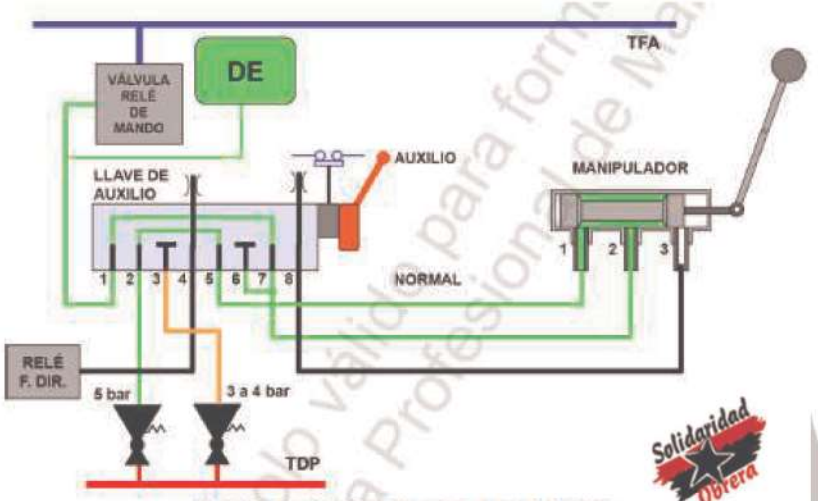


Figura 6-6. Plano de aplicación y afloje del freno de auxilio.

Esta representación se acerca a la que funciona en locomotoras 252, con el conmutador posicionado en auxilio podemos manejar la presión del D. Equilibrio de forma manual con un elemento puramente neumático como es el mando para F. Directo.

FRENO URGENCIA.

En la figura, 1-44 podemos ver la representación de una válvula para el F. de Urgencia.
Estas válvulas cuando son accionadas a voluntad por el maquinista, destruyen de forma rápida la TFA ordenado freno máximo.
Disponen de enclavamientos eléctricos que entre otras funcionalidades pueden abrir el circuito lazo, des-energizar electroválvulas de vigilancia que desencadenan la apertura de la TFA a la atmósfera por válvulas de emergencia, informar a los procesadores de control del vehículo de su actuación, etc.

ANTIBLOQUEO.

Durante los procesos de frenado es muy importante controlar la adherencia rueda carril, evitando deslizamientos que pueden dañar las ruedas de forma considerable, al mismo tiempo que se optimizan las distancias de frenado.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

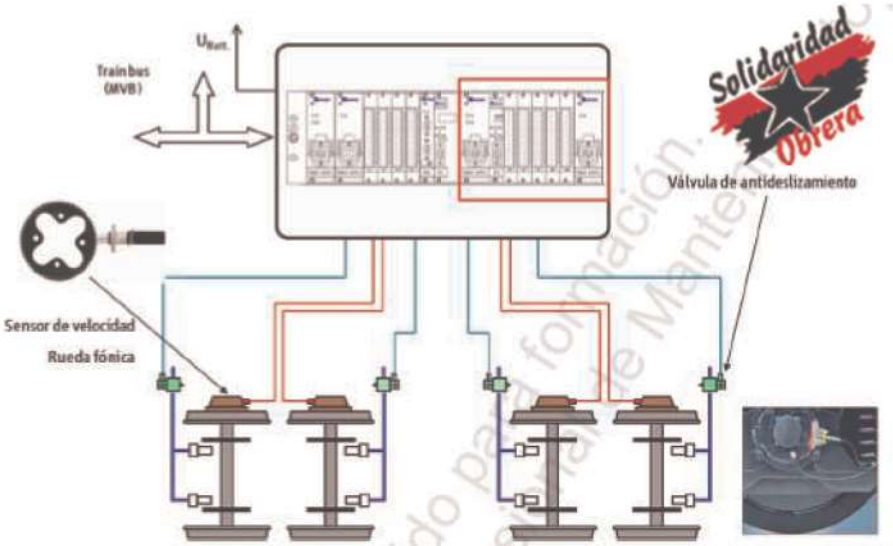


Figura 6-8. Plano funcional genérico del equipo antibloqueo.

Básicamente el equipo consta de una electrónica de control, donde se procesan las señales de velocidad recibidas de los sensores (ópticos o inductivos) calados en las cajas de grasa sobre ruedas fónicas, repartidos en los diferentes ejes y de unas electroválvulas controladas por la electrónica de control, capaces de controlar el llenado y vaciado de los cilindros de freno.
La electrónica compara cada una de las lecturas de los ejes y si alguna se desfasa sobre el resto, controla las electroválvulas de ese eje que se retrasa cortándole la alimentación de freno, incluso destruyendo parte de la presión recibida, siendo restablecida a valores normales, cuando cesa la diferencia de velocidad de ese eje con el resto.

10 Circuitos auxiliares. (Pte. Versión 1.2)

10.1 Caracterización de la funcionalidad de los circuitos eléctricos auxiliares:

10.1.1 – Esquemas de circuitos eléctricos auxiliares, de alimentación eléctrica, de maniobra y control, de seguridad, de protección y otros.

10.1.2 – Optimización del frenado.

10.1.3 – Descripción de los sistemas seguridad, de ayuda a la conducción y de conducción automática.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

10.1.4 – Cálculo de sección de conductores y protección de circuitos.

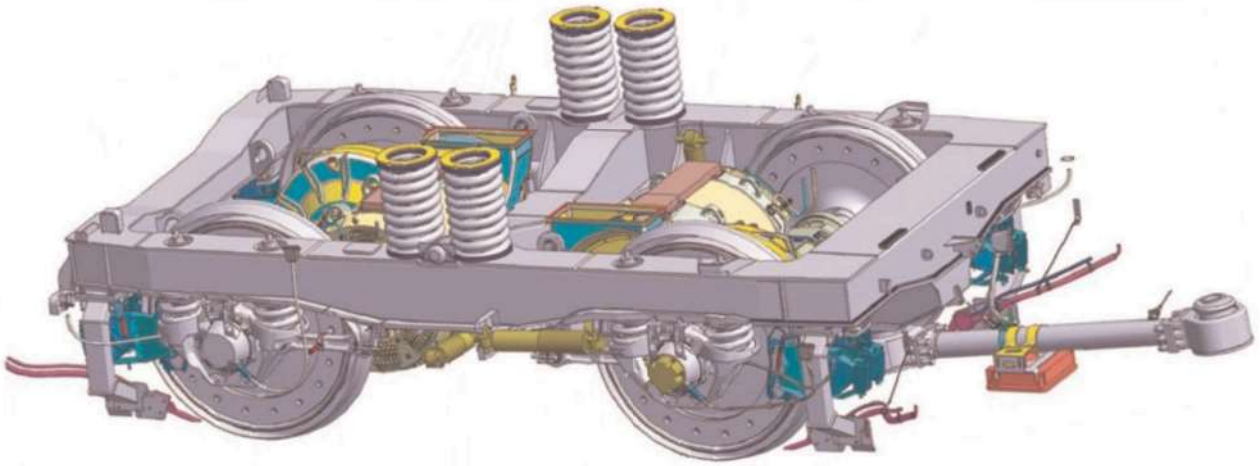
10.1.5 – Legislación vigente.

11 Bogie, tracción y choque.

https://www.youtube.com/watch?v=_hG0wZtZWsc

DEFINICIÓN Y CONCEPTO DE BOGIE

Se entiende por Bogie al conjunto-estructura que soporta un número determinado de ejes, normalmente dos o tres, conectado de manera articulada al bastidor de un vehículo ferroviario y que puede ir equipado con un variado número de sistemas o elementos accesorios.



El elemento básico del bogie es el sistema de rodadura cuya diferencia principal entre un vehículo ferroviario y cualquier otro tipo de vehículos de transporte terrestre, radica en el sistema de guiado.

Los carriles por donde circulan las rodaduras del vehículo no solo tienen la misión de apoyo a las ruedas, sino que también les proporciona el guiado lateral.

Los carriles y las agujas cambian la dirección de las ruedas y de esta manera determinan la dirección en la que se desplazará el vehículo ferroviario.

El tren de rodadura proporciona el movimiento seguro del vehículo a lo largo de las vías, en este sistema se incluyen una serie de elementos o equipos como el bastidor, ejes montados, cajas de grasa, suspensiones, sistemas de frenado, sistemas de tracción y una serie de dispositivos que se encargan de transmitir los esfuerzos de tracción y freno al conjunto del vehículo.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

Las principales funciones de los bogies o de los sistemas de rodadura son:

1. **Transmitir y distribuir la carga** del vehículo sobre los carriles.
2. **Guiar al vehículo** a lo largo de la vía.
3. **Controlar las fuerzas dinámicas** producidas por irregularidades de la vía, las producidas en las curvas y en los cambios de vía del mismo modo que las que se generan por el impacto entre vehículos que componen un tren.
4. **Amortiguación** eficaz de movimientos oscilatorios.
5. **Aplicación** de forma **segura** de los esfuerzos de **tracción y freno**.
6. Permitir la **ubicación de otros elementos** que forman parte de su conjunto.

No todos los vehículos van equipados con bogies, por ello podemos distinguir dos tipos según su sistema de rodadura:

- Provistos de bogies
- No provistos de bogies

En los vehículos "No provistos de bogies" los elementos señalados con anterioridad (tracción, freno, etc.) se sitúan en el bastidor del propio vehículo y la posibilidad de flexibilidad de movimientos rodadura/caja o bastidor no existen por la falta de articulación. Esta circunstancia limita la longitud de estos vehículos.

En los vehículos modernos, en el diseño de los bogies se tiene en cuenta las características de las líneas donde van a prestar servicio, así como las condiciones climáticas y de explotación. Así mismo cumplen las prestaciones solicitadas en cuanto a condiciones de resistencia y calidad de marcha.

Se pone especial atención a su simplicidad, accesibilidad y a que presente unas necesidades de mantenimiento reducido, así como unas óptimas características de estabilidad de marcha, reparto de cargas entre ruedas, alta adherencia, buena inscripción en curva y baja agresividad de vía.

A fin de conseguir un mantenimiento reducido se suelen utilizar elementos de caucho libre de mantenimiento, en los puntos o
articulaciones donde el diseño lo ha permitido, con lo que se consigue reducir al mínimo los puntos de engrase que requieren especial
atención y mayor mantenimiento.

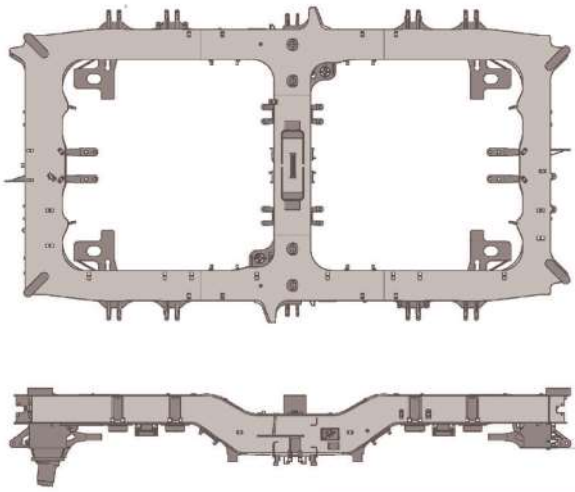
11.1– Componentes del conjunto del bogie.

Como se expuso con anterioridad, los bogies pueden estar compuestos de una gran diversidad de equipos, elementos o subconjuntos. Esta variedad de elementos dependerá del tipo de bogie y del tipo de vehículo sobre el que va dispuesto. Los principales elementos que se distinguen y que trataremos más profundamente en lo sucesivo serán:

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

• **Bastidor de bogie**

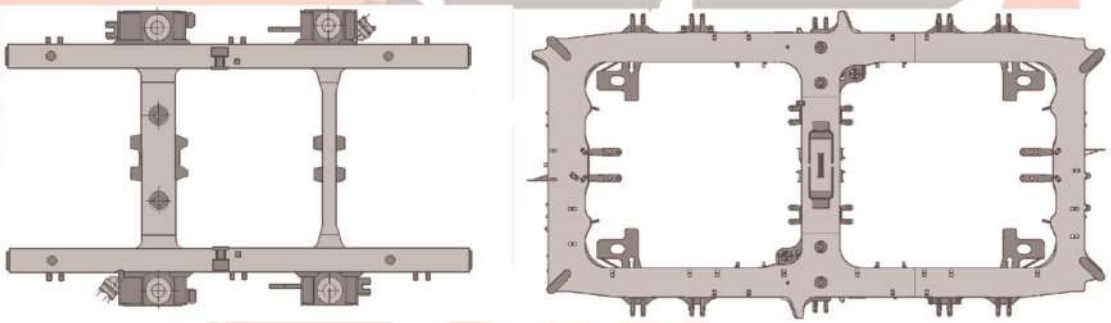
El bastidor del bogie es una estructura rígida totalmente soldada y que puede ser de diversas formas, dependiendo del vehículo y del número de ejes que sustenta y que en la mayoría de los bogies de dos ejes suelen tener forma de H o de 8, constituida por la unión soldada de dos largueros y una o varias traviesas o travesaños.



TIPOS DE BASTIDORES

Dependiendo de la ubicación de las traviesas, los bastidores pueden ser:

Abiertos (Izquierda)
Cerrados (Derecha)



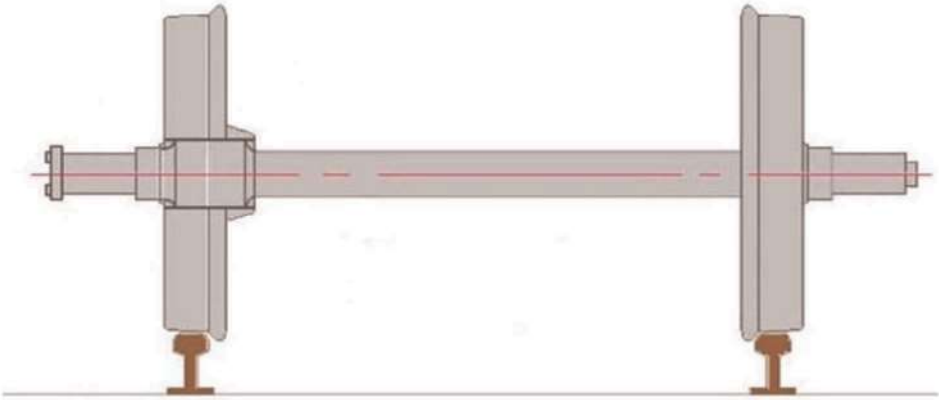
• **Eje montado**

Se entiende por **eje montado** al conjunto de rodadura formado por dos ruedas unidas fijamente por un eje común, lo que implica que ambas ruedas tengan la misma velocidad angular y mantengan una distancia constante entre ellas. Las ruedas del eje montado comienzan su vida con unas bandas de rodadura puramente cónicas. Estas bandas de rodadura se desgastan rápidamente en servicio, de forma que pasan a tener una curvatura en dirección transversal.

El eje montado proporciona:

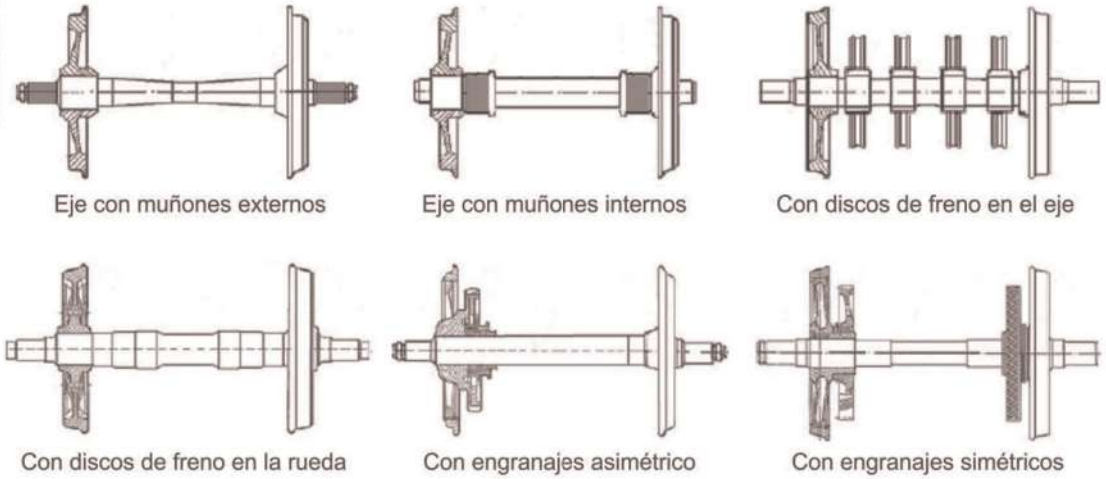
PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

- La distancia necesaria entre el vehículo y la vía.
- El movimiento de lazo que determina el movimiento dentro de la vía, incluyendo las curvas y agujas.
- Los medios de transmisión de las fuerzas de tracción y de frenado a los raíles para acelerar y decelerar el vehículo.



El diseño del eje montado depende de:

- El tipo del vehículo (si ejerce tracción o arrastre).
- El tipo de sistema de frenado utilizado (freno de zapata, disco del freno en el eje, o disco del freno en rueda).
- La construcción del centro de la rueda y la posición de cojinetes respecto al eje (interior o exterior).
- El deseo de limitar fuerzas de una frecuencia más alta usando elementos elásticos entre el centro de la rueda y la llanta.



• Cajas de grasa

Se entiende por caja de grasa al elemento cuya misión es asegurar la unión entre los ejes y el bastidor del vehículo (en caso de vehículos sin bogie) o el bastidor del bogie (en el caso de vehículos con bogie) y facilitan la rodadura del eje montado. Este elemento irá ubicado entre las ruedas y el bastidor.
Permite la transmisión de los esfuerzos de tracción y frenado entre los ejes a la masa del vehículo y lubrica las partes metálicas disminuyendo el rozamiento y el calentamiento en las mismas. Sobre la caja de grasa se fijan unos sistemas de amortiguación que soportan al bastidor (del bogie o del vehículo), transmitiendo la carga a la parte final del eje montado o mangueta.
Es el elemento que permite que el eje montado rote al disponer en su interior de uno o varios cojinetes o rodamientos. Aloja la denominada suspensión primaria del vehículo y transmite fuerzas tanto longitudinales, como laterales y verticales del eje montado sobre el bastidor.

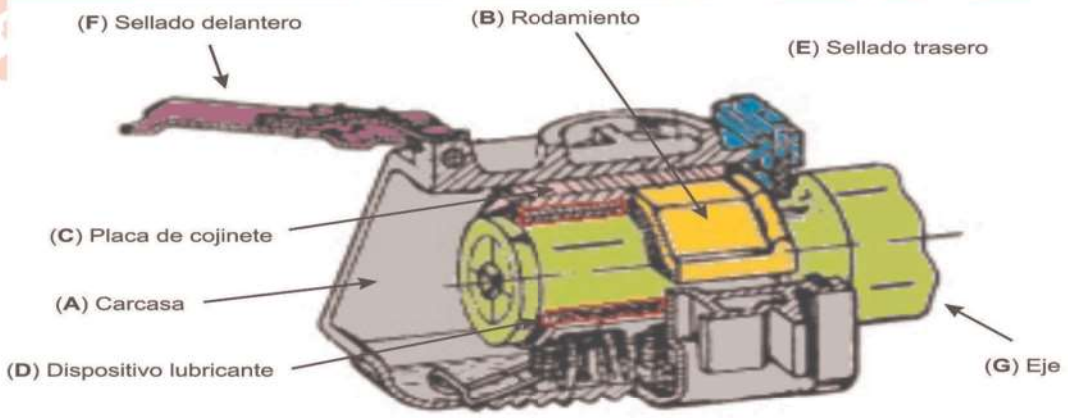
Las cajas de grasa se clasifican por:

- Su posición respecto al eje dependiendo si los cojinetes se encuentran en el exterior o en el interior con respecto a la rueda.

- El tipo de cojinetes del que disponga, ya sean lisos, de rodillos, de bolas o mixtos.

La forma de la caja de grasa es determinada por el método de conexión entre ella y el bastidor, y pretende conseguir una distribución uniforme de fuerzas en el cojinete. La construcción interna de la caja de grasa se determina por el cojinete y su sistema de sellado.

La caja de grasas con cojinete liso consiste en una carcasa (A), el propio rodamiento (B) que generalmente se hace de una aleación con bajo coeficiente de fricción (p. ej., bronce o metal blanco), la placa del cojinete (C) que transmite las fuerzas desde la carcasa de la caja de grasas al cojinete, y un dispositivo de lubricación (D) que lubrica el cojinete del árbol. Los sistemas de sellado delanteros y traseros (E y F) protegen el interior de la caja de grasas de la suciedad y de cuerpos extraños. El sistema de sellado delantero (E) se puede quitar para supervisar el estado del cojinete y para agregar el lubricante.



Las cajas de grasa de rodamientos por rodillos producen la reducción de caldeos, del coeficiente de rozamiento y de los costes de conservación y reparación necesarios.

• Sistema reductor y transmisión

Estos sistemas son los encargados de transmitir los esfuerzos de tracción y de freno motor a los ejes de las ruedas. Suelen consistir en una corona o rueda dentada acoplada al eje de la rodadura sobre la que se engarza directa o indirectamente los engranajes o ejes de
los que disponen los motores de tracción para transmitir esfuerzos. También pueden aparecer elementos elásticos que permitan la rotación (entre ciertos límites) de los elementos a acoplar como pueden ser los sistemas WN.

Los principales sistemas utilizados son:

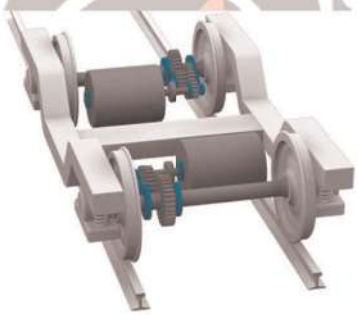
1 Transmisión directa

El piñón de ataque del eje del motor de tracción incide directamente sobre la corona dentada del eje montado sin ningún otro tipo de elemento intermedio.



2 Transmisión indirecta por coronas dentadas

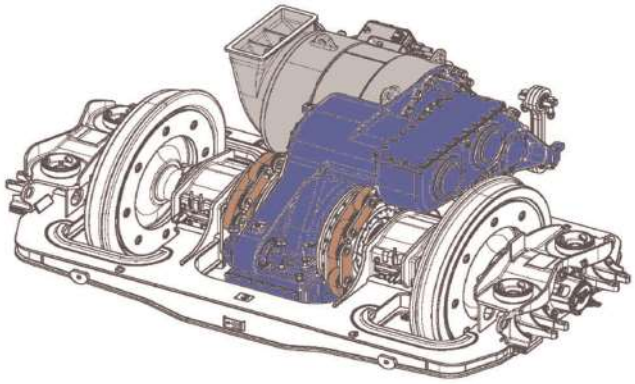
El piñón de ataque del motor incide sobre un conjunto de engranajes que efectúan la multiplicación del esfuerzo (reductores) sobre la corona dentada del eje montado, en algunos casos, o distribuyen el esfuerzo (distribuidores) entre los diversos ejes del bogie en otros casos.



3 Transmisión indirecta elástica con engranajes

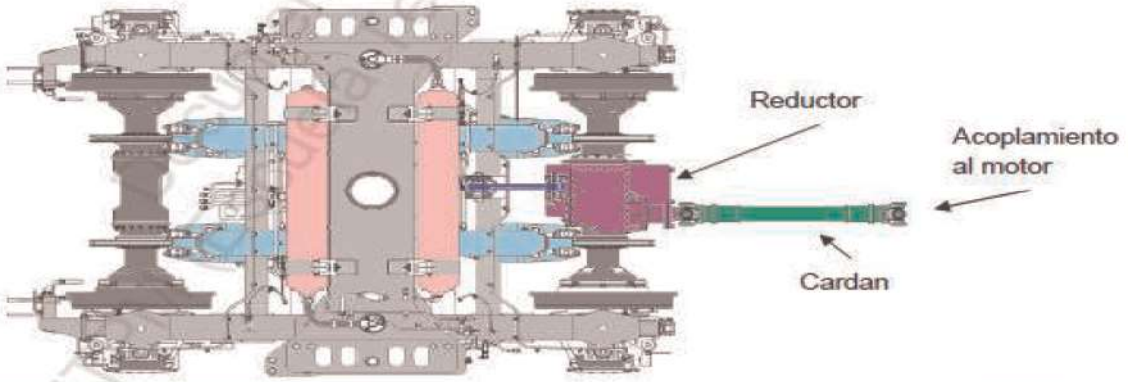
Entre el piñón de ataque del motor y el reductor se encuentra un dispositivo elástico que permite cierta flexibilidad entre estos
elementos, de esta manera se absorben los movimientos de desalineación existentes entre el motor y reductor en los arranques.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA



4 Transmisión indirecta por eje Cardan

Entre el eje del motor y la reductora o transmisión aparece un sistema de conexión tipo "cardan" o "eje de transmisión". Este sistema de conexión consiste en una serie de componentes metálicos que permiten la unión de dos elementos rotatorios no colineales
(los ejes de rotación no coinciden).



• **Suspensión**

El sistema de suspensión de un vehículo ferroviario es el encargado de soportar su peso y permitir su movimiento elástico controlado sobre sus ejes. De la misma manera tiene la misión de absorber la energía producida por las irregularidades de la vía manteniendo la estabilidad del vehículo, proporcionando seguridad y aportando mayor confort a los pasajeros o carga que se transporta.

El sistema de suspensión suele estar ubicado en el vehículo entre el suelo y el bastidor y está constituido genéricamente por componentes comunes para todo tipo de vehículos. Las diferencias radicarán en el tipo, las dimensiones y prestaciones específicas del vehículo.

Podemos clasificar las suspensiones en dos clases:

Suspensión primaria

Se encuentra entre el conjunto del eje montado y el bastidor del bogie (bastidor del vehículo si se trata de uno no provisto de bogies). Es el primer órgano flexible entre dicho conjunto y el tren, se denomina suspensión primaria (1ª) y cumple dos funciones.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

Por una parte, reduce el nivel de vibraciones que soporta el bastidor del bogie y los elementos montados sobre él. También asegura un reparto homogéneo de cargas sobre las ruedas, lo cual es fundamental de cara a las a las prestaciones de tracción y freno evitando el riesgo de descarrilamiento.

Además de asegurar la suspensión vertical, están relacionados con el guiado de los ejes en direcciones longitudinales y laterales.

Las rigideces de guiado resultan determinantes para definir la estabilidad dinámica del vehículo y los esfuerzos rueda-carril que se producen al paso por la curva.

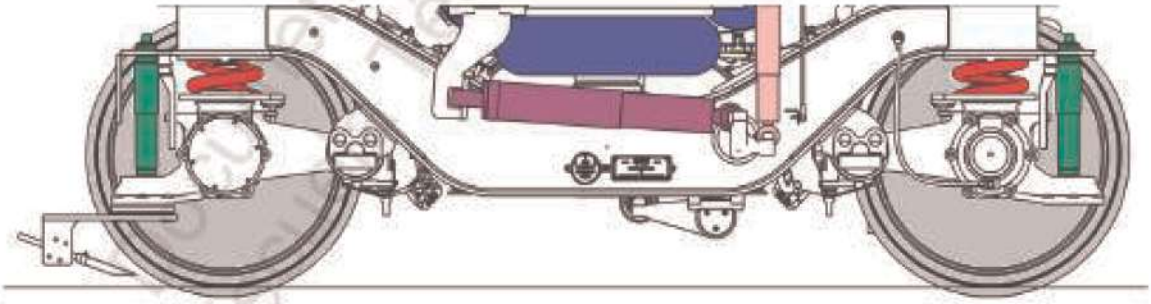
Suspensión secundaria

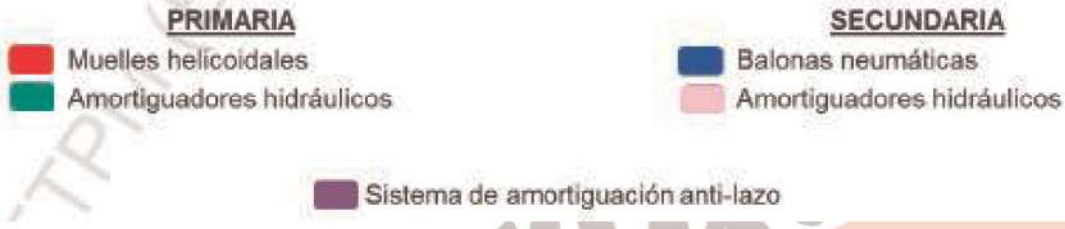
A su vez, entre la propia caja del coche ferroviario y el bogie, hay una segunda suspensión que, como tal, se denomina suspensión secundaria (2ª). La suspensión de los vehículos ferroviarios debe asegurar el filtrado de las vibraciones, no sólo en dirección vertical, sino también en dirección lateral. Este filtrado, en los vehículos guiados, es responsabilidad de la suspensión secundaria. Por este motivo, las suspensiones secundarias presentan una alta flexibilidad en ambas direcciones, vertical y lateral.

Los vehículos "no provistos de bogie" carecen de este tipo de suspensión.



Figura. 2-55 Suspensión por balonas neumáticas





• **Sistemas de apoyo y guiado**

La conexión entre la caja y el bogie debe:

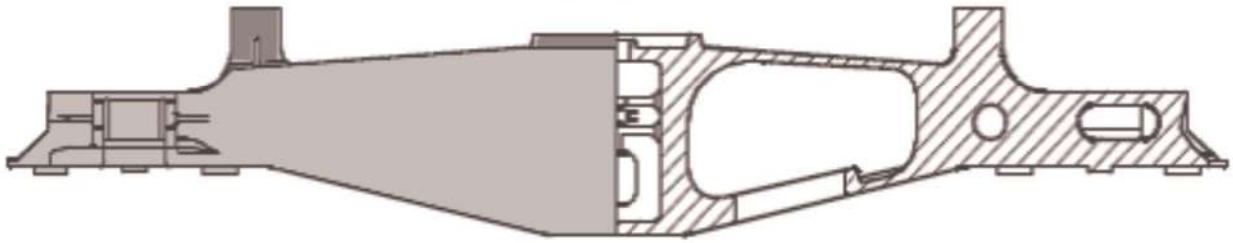
- Permitir que el bogie rote respecto a la carrocería del coche en curvas.
- Transmitir las fuerzas verticales, de tracción y de frenado.
- Proporcionar control adicional de las acciones laterales en la suspensión.
- Ayudar a mantener la estabilidad del bogie.
- Proporcionar la estabilidad longitudinal de los bastidores del bogie y la misma distribución de la carga sobre los ejes montados (para material rodante de tracción).

Entre los sistemas más destacables de apoyo y guiado del bogie podemos encontrar:

Placa central plana

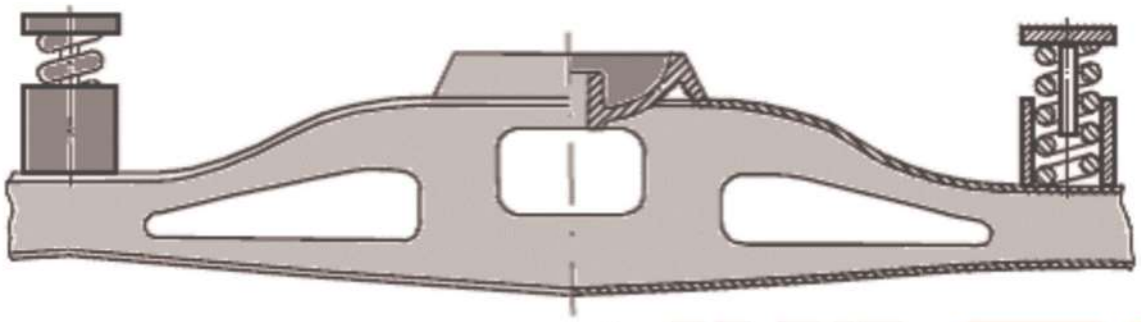
En bogies de carga de tres partes la conexión más común es la placa circular central plana, fijada por el perno pivote en su centro.

La placa transmite la mayoría del peso de la carrocería y las fuerzas de interacción longitudinales y laterales. El perno pivote tiene grandes holguras en el plano de la caja y solo proporciona restricción de desplazamiento en caso de emergencia. Cuando la carrocería oscila en la placa central plana, se produce un par de resistencia de característica suave. La placa central permite que el bogie rote en curvas y crea un par de fricción que resiste a la rotación del bogie. Por lo tanto, la placa circular del centro proporciona una conexión entre el bogie y la caja en todas las direcciones.



Bowl esférico central

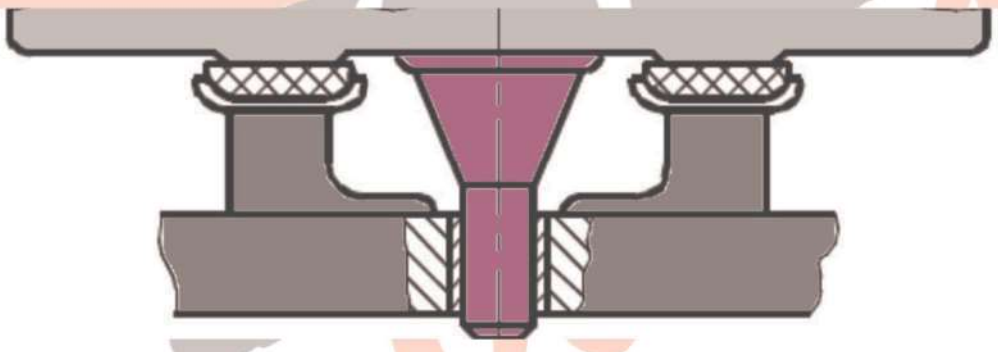
En este caso, la caja se apoya sobre el Bowl (cuenco o cavidad) esférico y los portadores laterales elásticos. La ventaja de este diseño es la carencia de separación en el plano horizontal y ningún contacto del borde durante el balanceo del vehículo. Esto da lugar a niveles reducidos de tensión de contacto y aumenta la vida de servicio del Bowl esférico central.



Pivotecentral

El deseo de disminuir lo máximo posible el contacto de borde y de aumentar el par de fricción para resistir la guiñada (del término náutico: giro de la embarcación sobre su eje vertical) del bogie ha llevado al desarrollo de los bogies con pivotes centrales. La mayoría de la masa del chasis es transmitida en este caso a los soportes laterales y el cuerpo del coche puede girar respecto al travesaño únicamente en relación con el cabezal sobre el eje vertical.

Este diseño ha sido ampliamente utilizado en coches de viajeros. Las desventajas incluyen los huecos en las direcciones longitudinal y lateral. El diseño sólo proporciona suficiente calidad de rodadura para los bogies que tienen baja rigidez lateral de suspensión secundaria.



Unión tipo Watts

Este sistema permite que el bogie pivote y se mueva lateralmente mientras que restringe el movimiento longitudinal. Por lo tanto, proporciona medios de transmisión de fuerzas de tracción y de frenado. Los pivotes de la unión están equipados con casquillos de caucho para prevenir la transmisión de vibraciones de alta frecuencia a través del mecanismo.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

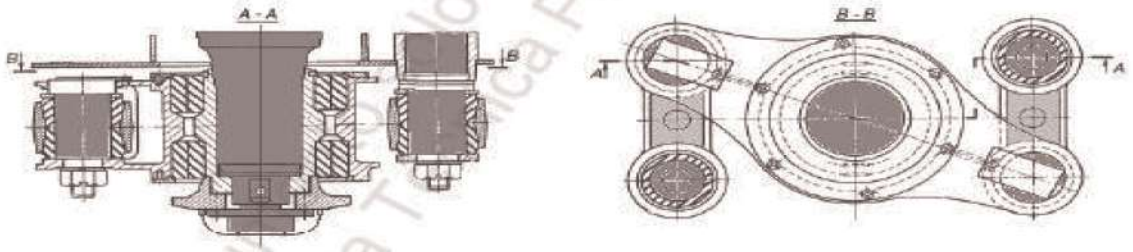


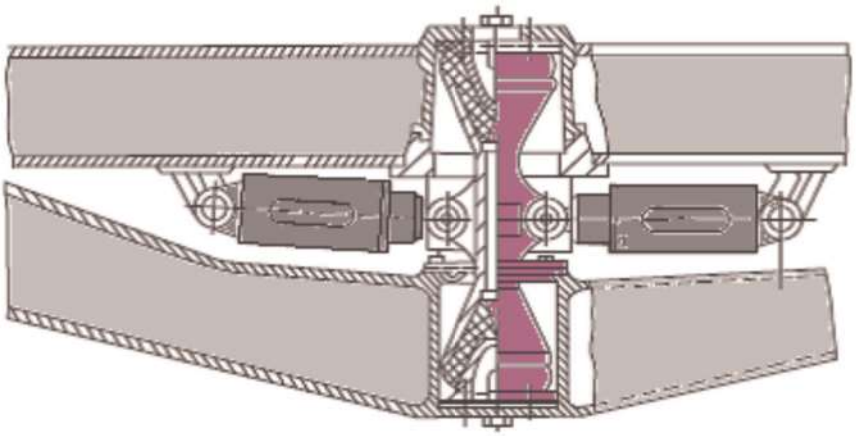
Figura. 2-52 Unión Watts

Unión de péndulo

La unión de péndulo consiste en una barra vertical conectada en sus extremos al bastidor del bogie y a la caja por medio de casquillos de goma de forma cónica. El mecanismo se mantiene en una posición central por la acción de dos resortes pre-comprimidos. Los soportes elásticos laterales proporcionan estabilidad lateral al cuerpo del coche.

Para los pequeños desplazamientos, típicos del *penduleo* del bogie en vía recta, el soporte de péndulo proporciona enorme rigidez, determinada por la compresión inicial de los resortes. Cuando se producen grandes desplazamientos en las curvas, el soporte proporciona una rigidez baja. Así, la ayuda del péndulo tiene una característica suave no lineal.

La desventaja de tal disposición es la conexión rígida con una holgura en la dirección longitudinal, los complejos requisitos de ajuste los resortes pre-comprimidos, y las fuerzas de fricción en los soportes adicionales de deslizamiento



Conexión sin cabezal

La complejidad de los diseños arriba descritos implicó el desarrollo de modernos bogies sin cabezal usando resortes de tipo “flexicoil” o de tipo neumático. En estas suspensiones los resortes pueden alcanzar grandes deformaciones tangenciales que proporcionan desplazamientos longitudinales suficientemente grandes para permitir que el bogie rote en las curvas.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

En el caso de los resortes de tipo "Flexicoil", su parte superior descansa sobre bloques elásticos de caucho para proporcionar una unión cilíndrica con el eje de rotación perpendicular al eje de la vía.

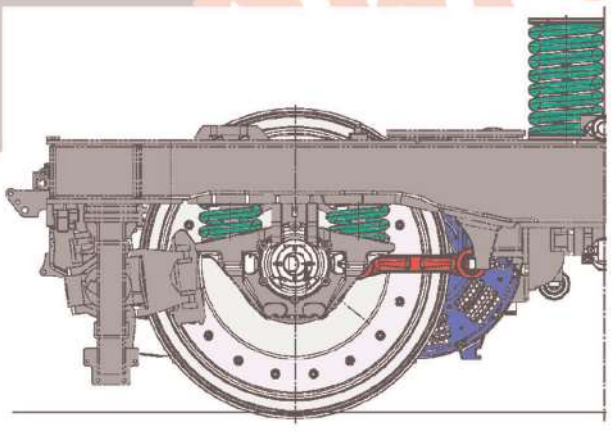
Barra de tracción-compresión

Aunque en la mayoría de los casos encontramos estos sistemas de transmisión de esfuerzos entre bogie y bastidor del vehículo, existen algunos vehículos que disponen de otro tipo de sistema que realiza este cometido por medio de la denominada "barra de tracción".
Los bogies de algunas locomotoras modernas incorporan una o varias barras de Tracción Compresión, la cual une mecánicamente la caja de la locomotora con el bogie. El objetivo de la barra de Tracción-Compresión es la transmisión del esfuerzo mecánico de tracción o de frenado del bogie a la caja de la locomotora. Este esfuerzo es más eficiente al encontrarse en un plano inferior al de los sistemas anteriormente expuestos y con ello consigue homogeneizar dichos esfuerzos al transmitirse desde un punto de gravedad más bajo.



Barras o bielas de guiado

Elementos de unión entre las cajas de grasa y el bogie que permiten el guiado de los ejes con respecto al bogie. Aparecen en algunos vehículos y suelen ir una por caja de grasa. La unión se realiza mediante elementos (esféricos o cilíndricos) de caucho que absorben las posibles vibraciones.



Biela de guiado en rojo.

• **Elementos de freno**

El sistema de rodadura (ejes o bogies) y el sistema de frenado del vehículo ferroviario están íntimamente ligados. El freno actúa sobre la banda de rodadura de las ruedas o sobre discos dispuestos en la zona central del eje montado o en el propio velo de las ruedas.

En los vehículos con bogie, aparecen en estos mismos, otros elementos fundamentales de freno que en los vehículos no provistos de bogies suelen aparecer bajo el bastidor de la caja del propio vehículo.

Podemos distinguir varios componentes del sistema de freno que podemos encontrar en vehículos ferroviarios. La aparición de estos elementos dependerá del tipo de vehículo y del tipo de rodadura que posea. Su ubicación, disposición, tipo o tamaño dependerán también del tipo de vehículo de manera que veremos estos distintos elementos o no dependiendo de si nos referimos a un bogie motor o remolcado, si el vehículo es un vagón, un coche, una locomotora o un autopropulsado.
Los elementos que podemos encontrar en los sistemas de rodadura, componentes del sistema de freno son:

- Zapatas, porta zapatas y timonería de freno.
- Discos de freno.
- Cilindros de freno.
- Tuberías de freno.
- Depósitos de aire.
- Patines electromagnéticos de freno.

• **Otros elementos**

Entre los que destacaremos:

Sistemas de odometría

El sistema de odometría en un vehículo es el encargado de medir la velocidad del mismo cuando se encuentra en movimiento a la vez del espacio recorrido por el mismo.
Los odómetros suelen ir colocados en los extremos de los distintos ejes en los vehículos motores de manera que transmiten información sobre su velocidad de rotación y de las posibles diferencias que puedan existir entre ellas. De esta manera se detectan posibles embalamientos o patinajes, para que los equipos de control de la tracción o el freno actúen en consecuencia.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

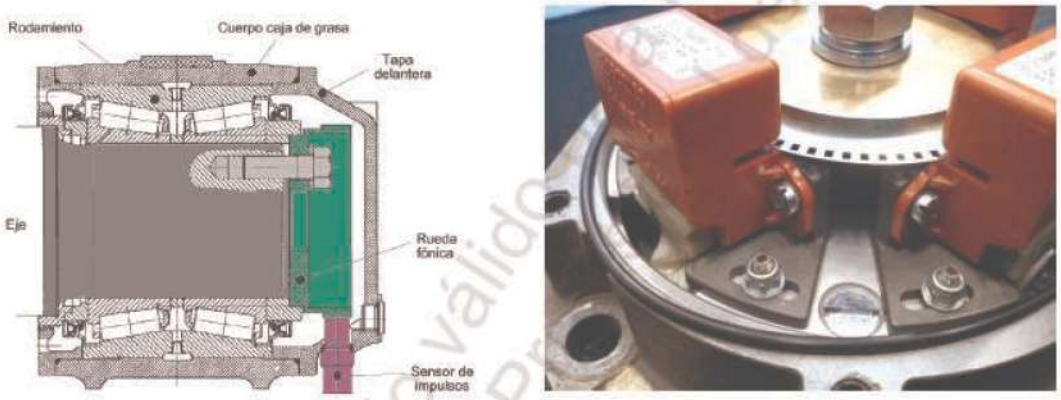


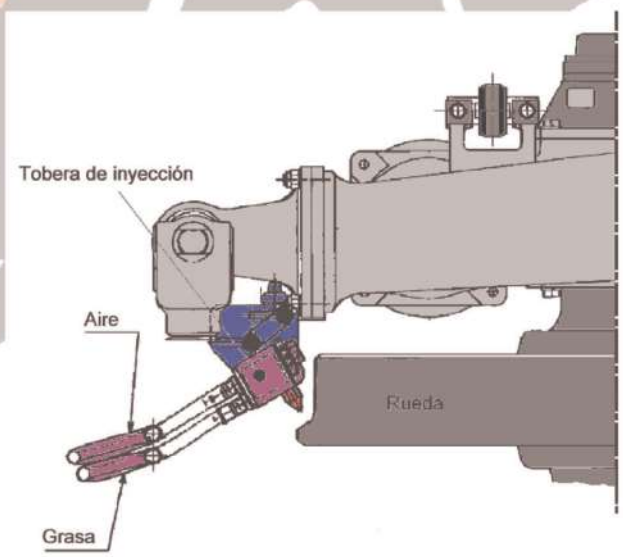
Figura. 2-70 Odómetros. Inductivo (izquierda) y óptico (derecha)

Acelerómetros

Los bogies montados en las cabezas motrices o en vehículos autopropulsados de última generación, sobre todo los de alta velocidad, posee un sistema de sensores y acelerómetros, los cuales proporcionan a la cabina toda la información necesaria para el perfecto control y seguimiento del estado de la rodadura del bogie. Son esencialmente útiles en sistemas de rodadura desplazable.

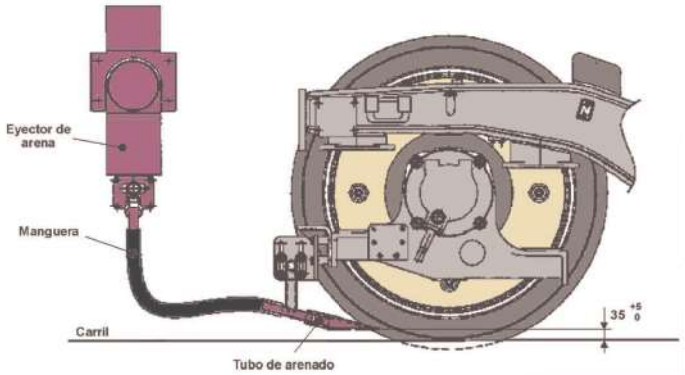
Sistemas de engrase de pestañas

El equipo de engrase de pestañas tiene la función de disminuir el desgaste de las pestañas, motivado por el rozamiento seco de las ruedas durante la traslación en curvas. El primer eje de los coches extremos está provisto de un sistema de engrase de pestaña. El bogie correspondiente está dotado de las toberas de inyección por aire, que pulverizan sobre el acuerdo pestaña-llanta, una pequeña cantidad de grasa especial cada cierto espacio recorrido. La posición de las boquillas pulverizadoras es regulable a fin de orientarlas convenientemente. El resto del equipo está montado en la caja.



Areneros

El **arenero** es un dispositivo instalado en los vehículos ferroviarios para mejorar la adherencia entre las ruedas motrices y el rail mediante el empleo de arena. Es especialmente útil en el momento del arranque en circunstancias adversas de adherencia como puede ser la lluvia, el hielo o en rampas pronunciadas, puesto que aumenta el esfuerzo de tracción; no obstante, puede utilizarse siempre que el vehículo ferroviario pierda adherencia.



Retornos eléctricos en cajas de Grasa

El dispositivo de retorno de corriente y puesta a tierra permite el paso de la corriente de retorno al carril, a través de escobillas, evitando que dicha corriente pase por los rodillos de los rodamientos de la caja de grasa, lo que provocaría que se dañasen.



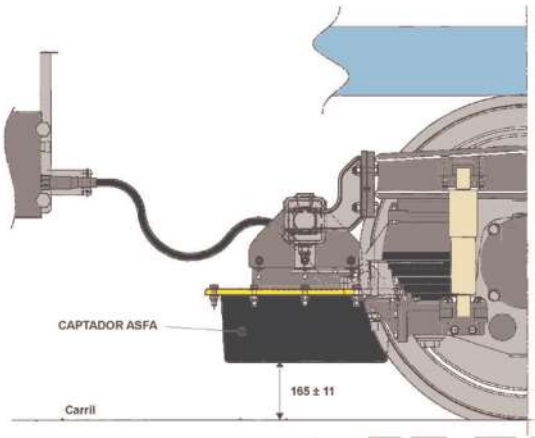
Además, asegura una correcta puesta a tierra del tren. Es un elemento fundamental en todos los vehículos, esencialmente en los vehículos de tracción eléctrica pues de este elemento depende la correcta puesta a tierra de dicho vehículo, elemento esencial para la seguridad y para el buen funcionamiento de los distintos equipos eléctricos que lo componen.

Captadores de sistemas de seguridad

Los vehículos motores y autopropulsados van provistos de sistemas de seguridad, como el ASFA, ERTMS, LZB, etc., en cuyos equipos embarcados aparecen elementos de captación de señales en vía (captadores) y que suelen ir instalados en los bogies extremos.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

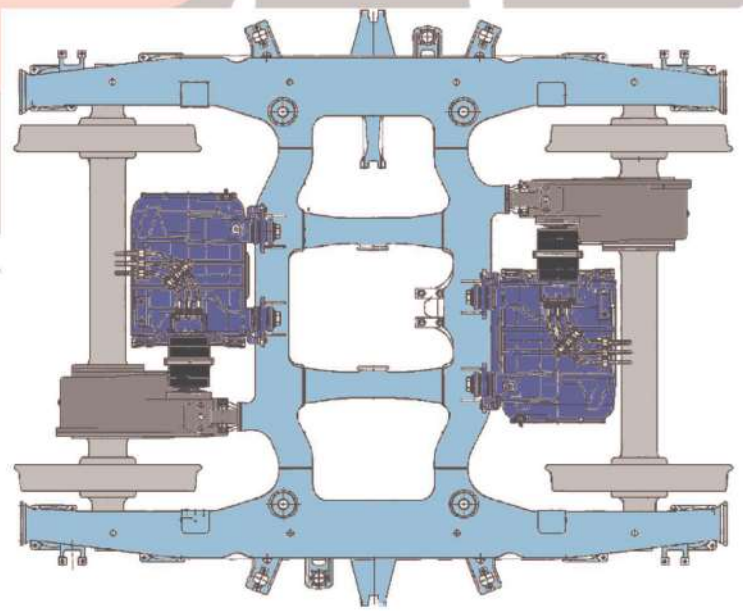
Van instalados sobre soportes que permiten su regulación tanto en altura como en posición transversal.



Sistemas de propulsión

Los bogies motores (en vehículos de tracción eléctrica), llevan motores de tracción suspendidos del bastidor del bogie, que accionan cada eje por medio de un acoplamiento y un reductor calado en el eje. El conjunto de la motorización es el encargado de proporcionar los esfuerzos de tracción y frenado eléctrico a los ejes motores. Está constituido por los siguientes elementos, algunos de ellos ya tratados con anterioridad:

- Motor de tracción, suspendido del bastidor del bogie.
- Acoplamiento entre el motor de tracción y el reductor o
- transmisión.
- Reductor con corona calada en el eje.



TIPOS DE BOGIES SEGÚN SU FUNCIÓN

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

Bogies Motores

Son los bogies en los que todos o alguno de sus ejes proporcionan tracción al vehículo, bien sea eléctrica o diésel, portando motores y transmisiones o mediante transmisiones indirectas como el tipo *Cardan* sin ubicación de motores en bogie.
Este tipo de bogies los encontraremos en todos los vehículos motores, tanto en locomotoras, donde todos sus bogies son motores, como en autopropulsados o de alta velocidad que pueden tener la tracción distribuida en todos o en algunos de sus bogies.



Bogies Portantes

Estos bogies no proporcionan tracción al vehículo, solo proporcionan la sustentación de la caja y el guiado de la misma, junto con otros aspectos como puede ser la amortiguación, sistema de freno, elementos auxiliares, etc.

No son bogies característicos de locomotoras. Aparecen en coches, vagones y en vehículos autopropulsados con tracción distribuida en alguno de sus bogies.



SEGÚN EL NÚMERO DE EJES

De dos ejes

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

En el parque de vehículos de RENFE, todos los bogies en vagones, coches, vehículos autopropulsados y de alta velocidad van provistos de dos ejes, adaptándose con esta configuración a las necesidades de explotación de todos ellos.

De tres ejes

La configuración generalizada en locomotoras es de dos bogies por vehículo. La necesidad de ampliación de potencia propició la aparición de bogies motores con tres ejes en vez de con dos. Ello permitía un aumento de dos ejes más por vehículo y por lo tanto de dos motores más de tracción. Fue una configuración muy extendida en locomotoras de tipo Diésel-eléctrica, no tanto en locomotoras eléctricas.

SEGÚN EL TIPO DE VEHÍCULOS

Vehículos Autopropulsados

La totalidad de los vehículos autopropulsados de la flota actual de RENFE se sustentan con bogies de dos ejes. Algunos bogies son motores con dos propulsores por bogie (un motor por eje), todos ellos con tracción eléctrica. Los automotores diésel suelen portar bogies, también de dos ejes, pero solo uno de ellos es motor (unido al propulsor por medio de eje tipo Cardan) y el eje restante es portante.
También encontramos ciertos vehículos en los que algunos de sus bogies no van motorizados, es decir, que son enteramente portantes.



Bogies Compartidos

Son bogies que sustentan dos cajas consecutivas de un mismo vehículo. Es una solución adoptada para reducir el peso total de la composición y conseguir con ello, mejores prestaciones tanto en trenes para servicios tanto de corta distancia, media distancia o alta velocidad. Es un sistema utilizado en vehículos articulados

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA





11.1 Caracterización del sistema de tracción y choque:

Los vehículos ferroviarios cuando se encuentran en movimiento, se hallan sometidos a continuos esfuerzos de tracción y de compresión. Estos esfuerzos son producidos en situaciones como la de tracción, la de frenado o las de deriva.
Estos esfuerzos deben de ser transmitidos y soportados por los distintos vehículos que componen un tren o composición ferroviaria.
Los órganos encargados de transmitir y soportar estos tipos de esfuerzos son los denominados de tracción y choque y suelen ir ubicados en los testeros de los vehículos.

11.1.1 – Componentes del sistema de tracción y choque.

Es el conjunto de elementos destinado a la transmisión de esfuerzos de tracción entre un vehículo y otro que pertenecen a una misma composición.
Para el enganche, debe conseguirse, además de una unión mecánica, la continuidad del circuito neumático y del eléctrico entre vehículos.
Existen dos tipos de enganche:

- Enganche manual o convencional (gancho de tracción).
- Enganche automático

La unión mecánica de los enganches manuales o convencionales se efectúa mediante un conjunto de elementos denominado gancho de tracción y que está compuesto de los siguientes elementos:

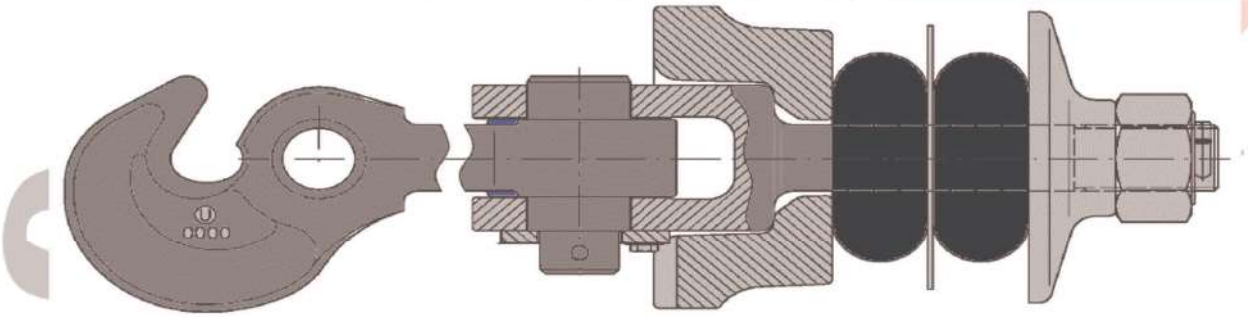
PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA



1	Gancho de tracción
2	Biela
3	Manija
4	Husillo o tensor
5	Brida
6	Gancho de apoyo
7	Bulones y pasadores
8	Resbaladera

Gancho de tracción

La misión de estos ganchos elásticos es la de transmitir el esfuerzo de tracción generado por el vehículo tractor, hacia la unidad remolcada.



Biela

El elemento biela está formado por dos bielas unidas por bulones asegurados por pasadores. Una parte de la biela está unida al propio gancho de tracción y la otra al bloque roscado por donde avanza el husillo. Este conjunto articula parte del conjunto de enganche gracias a la movilidad que proporcionan las uniones por orificio y bulón.

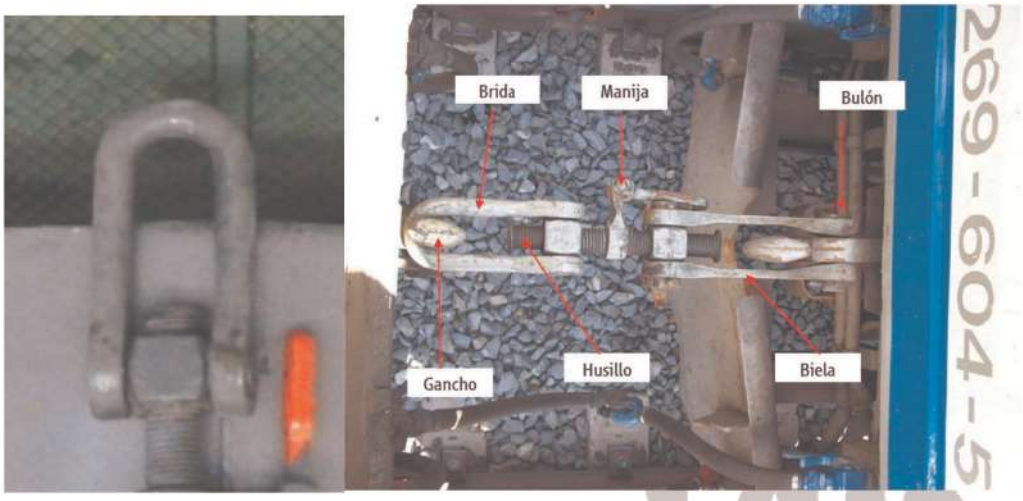
Husillo

Este elemento está formado por un esparrago roscado en sus dos extremos por roscas contrapuestas, es decir, una rosca a derechas y la otra a izquierdas. En el centro del esparrago se encuentra un maneral articulado denominado manija que facilita el esfuerzo de giro del husillo.

Brida

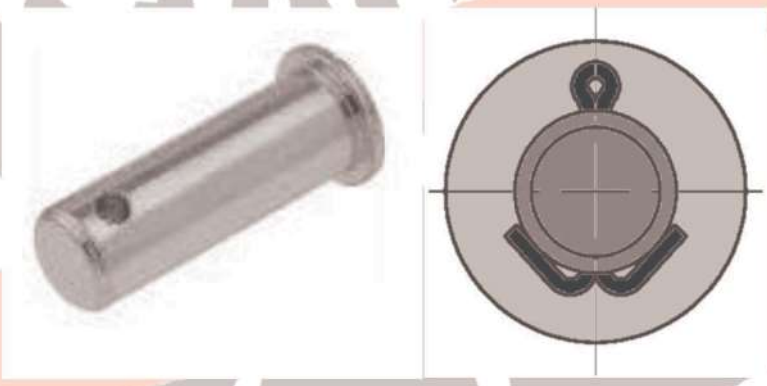
Elemento con forma de U en cuya parte abierta se encuentra fijado mediante bulón y pasador un bloque roscado donde rosca el husillo y su parte cerrada se utiliza para introducirse sobre el gancho de tracción del vehículo contiguo.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA



Bulones y pasadores

El conjunto es articulado gracias a las uniones de sus elementos (gancho-biela-bloque roscado y brida-bloque roscado) mediante bulones que van sujetos mediante pasadores de aletas.



Gancho de apoyo

Este elemento, aunque no se encuentra propiamente dicho en el conjunto de gancho de tracción y enganche, es un elemento sumamente importante para el conjunto.

Se encuentra sujeto al bastidor del vehículo, en su testero frontal, generalmente mediante soldadura y su misión es la de proporcionar una sujeción al conjunto, mediante la brida, cuando el sistema de enganche no es utilizado.

Es importante que el mecanismo de enganche no quede suelto pues con los movimientos producidos al circular el vehículo puede golpear en otros elementos o equipos del vehículo y producir en estos y en sí mismo algún tipo de desperfectos.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA



Conexiones neumáticas y eléctricas

Este tipo de sistema de enganche manual o convencional necesita de la actuación de una persona para efectuar todo tipo de conexiones, tanto la mecánica como la neumática como la eléctrica.
La conexión neumática se efectúa por medio de semiacoplamientos neumáticos.
Estos semiacoplamientos consisten, habitualmente, en dos juegos de mangueras neumáticas especiales conectadas al circuito de freno mediante dos conectores provistos de llaves de aislamiento que se encuentran situadas en el testero del vehículo a ambos lados
del conjunto de tracción.
En sus extremos dispondrán de conectores que serán diferentes si se trata de TDP (en rojo) o TFA (en azul) .
Las conexiones eléctricas de efectuarán también de forma manual por medio de mangueras y conectores de acoplamiento de mando múltiple.



Figura. 5-12 Conector eléctrico de mando múltiple



Figura. 5-11 Semiacolamientos

CONJUNTO DE CHOQUE

Los vehículos dotados del sistema de enganche manual o convencional, van dotados del aparato de choque denominado tope, cuyo objeto es amortiguar los impulsos que se producen en el contacto entre topes de vehículos consecutivos durante la marcha, en el frenado o en las maniobras.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

Van situados simétricamente al eje del vehículo y, cada uno de ellos, está constituido por un contratope, un tope y un muelle interpuesto entre ambos. El tope desliza dentro del contratope y el muelle tiene por misión absorber la energía del choque. La sujeción al bastidor del vehículo se realiza por medio de cuatro tornillos sujetos por medio de tuercas almenadas. En la ficha UIC 526, se regulan las características técnicas de este elemento

Los órganos de choque y enganche se montan a una altura del carril de 1060 mm., con una tolerancia de + 5 mm. -20 mm, permitiéndose una diferencia de altura entre los topes de un mismo testero de 10 mm. En determinados vehículos, se puede variar la compresión mecánica de los topes, formando éstos parte del sistema de guiado del vehículo.

Topes



Tope

El tope es el elemento directo que soporta los choques y a su vez se pueden distinguir dos zonas bien definidas:

Plato:

Parte exterior plana que puede aparecer de diferentes formas; redonda, cuadrada, rectangular e inespecífica (como aparece en la imagen).

Caña:

Zona cilíndrica hueca que va unida al plato mediante soldadura y en cuyos laterales aparecerá una zona rasgada para la circulación y tope de la chaveta.

Esta parte se ubicará en el interior del contratope.



Contratope

El contratope es el otro elemento del conjunto de choque. Está constituido por un cilindro hueco en cuya base se encuentra una placa plana con taladros en sus esquinas. Son los puntos de fijación al testero del vehículo por medio de tornillería.

En su interior se encuentra el resorte para la absorción de impactos que puede ser de diversas formas y materiales. Desde cojinetes lisos a elastómeros pasando por muelles helicoidales o amortiguador hidráulico. En sus laterales suelen parecer hasta dos orificios dependiendo del modelo. Uno de ellos es para el alojamiento de la chaveta y el otro es una ventana de visita para inspeccionar el estado del resorte interior.

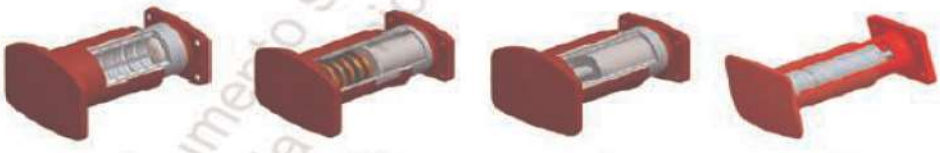


La chaveta engarza el tope y el contratope de manera que en los estados de tracción o descompresión del resorte interior impide la salida o desmontaje del tope sobre el contratope. Se asegura por medio de un pasador de aletas y se encuentra ubicada con un ángulo de 45º con respecto a la vertical.





Figura. 5-16. Chavetas. Ubicación.



En los vehículos modernos con enganche convencional, se disponen de un tipo de topes conocidos como topes deformables de absorción de impactos, que pueden ir montados indistintamente sobre el bastidor o en una traviesa. Este tipo de tope actúa a modo de amortiguador de colisión, en caso de superar el límite de amortiguación, absorbiendo parte del impacto mediante su propia deformación.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

Una flecha de color indica el estado del tope. Cuando se produce un impacto que puede ser amortiguado por el mecanismo interno, este se recupera volviendo a estar dispuesto, pero si no se recupera, la flecha o parte de ella quedará oculta en el contratope, pudiendo incluso darse el caso de que se deforme la caña del tope o contratope.





Figura. 5-18 Topes deformables

ACOPLAMIENTOS AUTOMÁTICOS

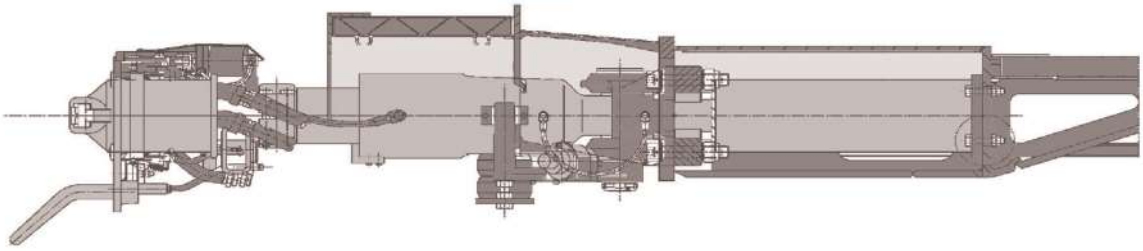
Los enganches automáticos, surgen como una evolución del convencional, resolviendo necesidades de operatividad, de resistencia y de agilidad a la hora de poder efectuar el acoplamiento de una manera automática de dos vehículos (generalmente autopropulsados). (En metro de Madrid todos los vehículos son autopropulsados)

Los vehículos dotados de enganche automático, normalmente carecen de topes convencionales, su función es asumida por propio enganche. Se pueden dividir en:

- Enganche mecánico, con los acoplamientos neumáticos y eléctricos.
- Enganche mecánico, con acoplamiento neumático.
- Enganche mecánico.
- Enganches auxiliares para socorros y maniobras

Sistema mecánico con acoplamiento neumático y eléctrico. Scharfenberg

El enganche automático SCHARFENBERG está diseñado para acoplar automáticamente dos coches motores de distintas unidades de tren siempre y cuando ambas estén dotadas del mismo tipo de enganche. Existe por tanto un enganche automático en el cabecero frontal de cada coche extremo.



PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

Al aproximar entre sí dos unidades de tren, a baja velocidad se produce automáticamente un acoplamiento mecánico, eléctrico y neumático a la vez.
El desacoplamiento de los enganches automáticos es también completamente automático y se acciona desde cualquiera de las dos cabinas de conducción mediante el pulsador de desacople, situado en el panel del pupitre de conducción. No obstante, y por razones de seguridad y de funcionalidad, está incorporado un sistema manual de desacoplamiento.
Cuando el sistema no está acoplado, el enganche automático suele estar protegido por una capota de accionamiento automático que protege el sistema y proporciona una superficie aerodinámica al vehículo.
En algunos vehículos el sistema puede disponer de un mecanismo retráctil, quedando posicionados para el enganche al realizar la apertura del carenado.



Dispone de llaves para el aislamiento de las conexiones neumáticas, así como de un enclavamiento mecánico o neumático para impedir que se realice el acoplamiento eléctrico cuando sólo se precise enganchar mecánicamente. Las conexiones eléctricas pueden estar indistintamente situadas en la parte superior, en los laterales y en algunos casos en el inferior, no disponiendo en este caso de guía.
Las conexiones eléctricas vienen dispuestas en una botonera con tapa retráctil

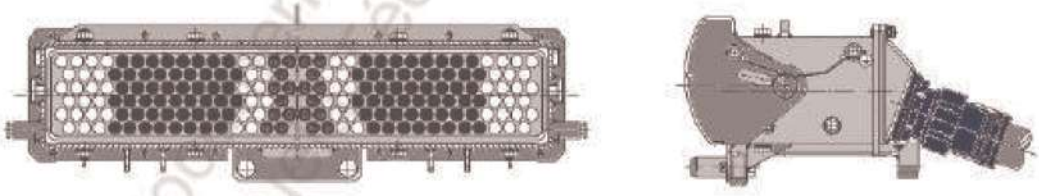
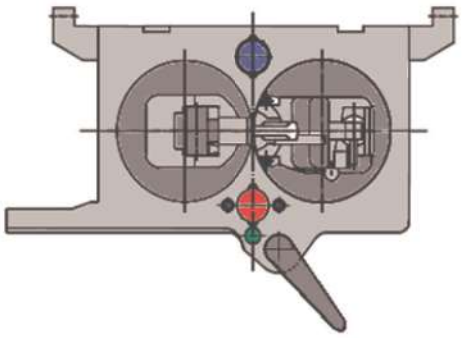


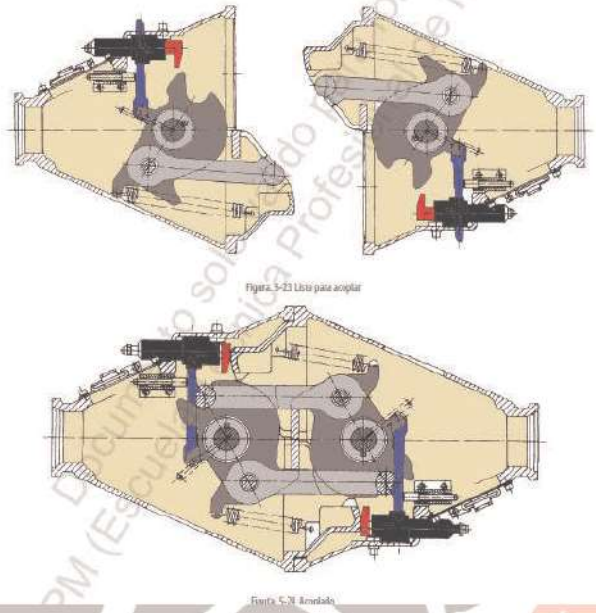
Figura. 5-21 Botonera y caja de botonera

La conexión neumática se efectúa por medio de dos orificios de conexión para freno (uno de TFA y otro de TDP) y otro de alimentación neumática del sistema. Estos elementos de conexión podrán variar dependiendo del tipo o modelo de enganche automático.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA



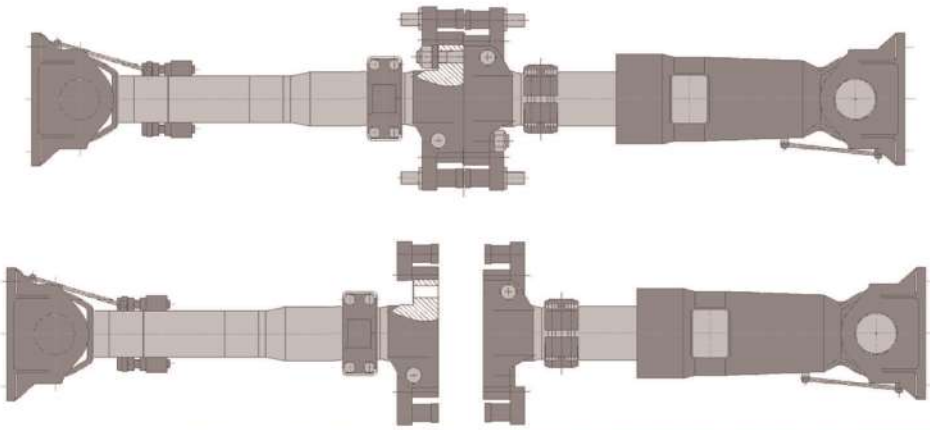
La conexión mecánica se efectúa por medio de un sistema de cerrojos automáticos que proporcionan el aseguramiento del sistema.

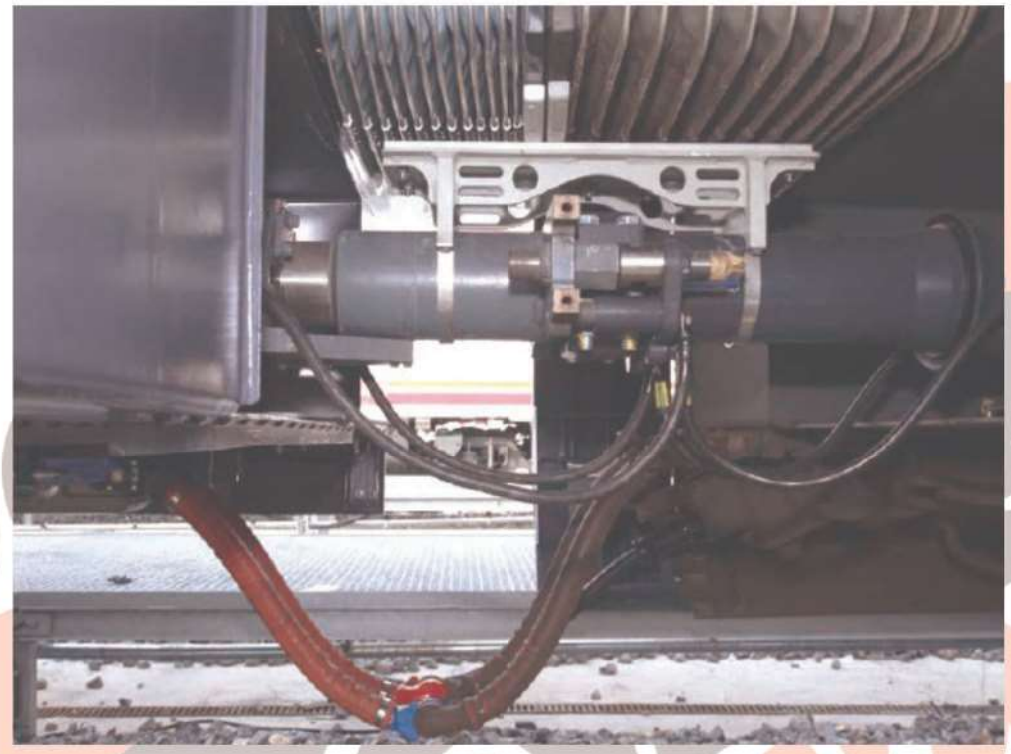


Sistema Semipermanente

En vehículos autopropulsados que disponen de enganche automático en los extremos de la composición, es frecuente que para el acoplamiento entre coches intermedios utilicen otro tipo de enganche que no es automático, denominado semipermanente, que establece igualmente la continuidad neumática y eléctrica.
Al tratarse de composiciones indeformables, este tipo de acoplamiento, sólo se manipula para tareas de mantenimiento.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA





Enganches mecánicos con acoplamiento neumático

Es un sistema de enganches que sólo realizan acoplamiento mecánico y neumático, se instalan en trenes ligeros como tranvías y en algunos ferrocarriles de alta montaña.
Su funcionamiento es análogo al descrito en el apartado anterior, con la salvedad de que se ha de establecer una conexión independiente para la continuidad eléctrica.
También existen modelos de enganches homologados por UIC para el remolque de trenes de mercancías. El acople se hace por contacto y el desacople suele ser manual, y en el caso de existir conexiones eléctricas, se realizan de forma manual mediante conexiones externas al enganche (Ej.- Mando múltiple S/442).

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA



Figura. 5-28 Enganche mecánico con acoplamiento neumático

Enganche mecánico

Este tipo de enganche únicamente realiza un acoplamiento mecánico, se instala en cualquier tipo de tren, pero es más utilizado en trenes de mercancías, puesto que admite mayor carga.
En España lo utilizan distintos operadores ferroviarios: FEVE, EUSKO TREN, FC. de la Generalitat, etc., que instalan el tipo llamado ALLIANCE en la mayoría del parque de material convencional.



Figura. 5-29 Enganche mecánico

El acoplamiento se realiza por contacto como en los anteriores, y el desacoplamiento es siempre manual. Para la continuidad de las tuberías neumáticas se utilizan semiacoplamientos idénticos a los usados en el enganche convencional, la continuidad eléctrica se realiza a través de conexiones externas.



Figura. 5-30 Enganche tipo Alliance

Sistema de enganche auxiliar para socorros y maniobras.

Este tipo de enganches solo se utilizan para socorrer vehículos averiados dotados de enganche automático y para realizar maniobras. Suelen tener limitaciones técnicas respecto a su capacidad de tracción y compresión, siendo necesario en algunos casos montar topes suplementarios, o suplementos sobre el alojamiento del gancho, para recibir correctamente los esfuerzos de compresión.
El enganche auxiliar se coloca sobre el gancho de la locomotora que presta el auxilio, estableciéndose el acoplamiento mecánico y frecuentemente el neumático, por medio de semiacoplamientos entre la locomotora y el enganche auxiliar. En otros casos, se establece el acoplamiento neumático independientemente por medio de semiacoplamientos.



Figura. 5-31 Enganches auxiliares. Para diferentes vehículos (izquierda). Para diferentes alturas (derecha).

Al existir vehículos con diferentes alturas, en determinadas situaciones, es necesario para remolcar con enganche automático, intercalar un útil especial.

También existen barras de tracción para remolcar material con enganche automático situado a baja altura, enlazando el gancho con el cáncamo alojado en el testero del vehículo a remolcar.

SISTEMAS DE ABSORCIÓN DE IMPACTOS

Cuando un vehículo sufre un impacto con una energía elevada, puede sufrir deformaciones de su estructura, pues los topes están diseñados para absorber una energía determinada.

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

Para evitar deformaciones en la estructura del vehículo, en sus frontales se incorporan unos elementos para la absorción de parte de esa energía, que van desde los topes convencionales, a sistemas de traviesas fusibles y estructuras metálicas que se deforman en caso de impactos. Su misión es absorber la energía, con su deformación plástica, para de esta manera evitar o disminuir la deformación de la estructura del vehículo.

Entre estos dispositivos encontraremos, traviesas fusibles, escudos con forma de panel de abeja, partes deformables de la estructura, alojamientos deformables en enganche automático y los más recientes topes deformables de absorción de impactos que vimos anteriormente.

El sistema de traviesa fusible, consiste en una construcción de acero sobre la que se sujetan los topes. En caso de fuerte impacto se produce la deformación de la traviesa. Es fácilmente sustituible al ir sujeta por dos puntos sobre el testero del bastidor, este sistema se suele instalar en locomotoras con enganche convencional:



El dispositivo de escudo en forma de panel de abeja va montado sobre el testero de vehículo. Consiste en un bloque de aluminio, con la típica forma hexagonal en su entramado, que le da su nombre. En caso de impacto, si el mecanismo del enganche y su espacio de deformación, no consiguen absorber la energía, se entra en contacto con el escudo en forma de panel de abeja, evitando dentro de unos límites, la deformación de la cabina y de la estructura.



En determinados vehículos el sistema de absorción de impactos, lo componen partes deformables de la propia estructura, sujetas al extremo del bastidor. Están construidas en acero con un alto límite

PARA LIBRE DISTRIBUCIÓN
PROHIBIDA SU COPIA

elástico, con forma de tronco piramidal, y que como en el caso anterior, deben actuar tras la deformación del enganche.



Figura. 5-35 Sistema de absorción de impactos en estructura

ADVERTENCIA

Esta documentación se ha recogido exclusivamente con fines didácticos, siendo su acceso completamente gratuito. Todo su contenido ha sido recopilado de páginas seguras y gratuitas de internet, en caso de detectarse alguna errata será siempre debido a un error transcripción o de contenido, qué procederíamos a enmendar lo antes posible.

Queda prohibido copiar, reproducir, distribuir, publicar, transmitir, difundir, o cualquier modo de explotación de cualquier parte de este documento sin la autorización previa por escrito del Sindicato Único Solidaridad Obrera o de los titulares correspondientes. Sin embargo, usted podrá descargarse este material para uso exclusivamente personal o educacional y no comercial. Cualquier enmienda, manipulación o alteración será bajo su responsabilidad y podría ser incurrir en algún delito contra la propiedad intelectual.