METRO DE MADRID

PROGRAMA DE CONOCIMIENTOS
OFICIO 2025

ELECTRICIDAD

Para el nuevo proceso de ingreso en Metro de Madrid, se han creado un **CANAL** y un **GRUPO** de **Telegram** para informar, resolver dudas y compartir novedades en tiempo real.

El **CANAL** y el **GRUPO** ofrecerán actualizaciones sobre el proceso, mientras que el **GRUPO** además se permitirá la comunicación directa entre participantes para resolver inquietudes y compartir información relevante.

Se fomenta un ambiente de **respeto y colaboración**, asegurando interacciones constructivas para todas las personas interesadas. **¡Participa y mantente al tanto!**

Accede aquí:



Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

PLANES DE FORMACIÓN OFICIALES EN ESPAÑA PARA LAS SIGUIENTES TITULACIONES DE FORMACIÓN PROFESIONAL:

Técnico en Mantenimiento Electromecánico

El Técnico en Mantenimiento Electromecánico se encarga del montaje, mantenimiento y reparación de equipos industriales y sistemas automatizados en distintos sectores productivos. Su formación está enfocada en la instalación, diagnóstico y solución de averías en sistemas mecánicos, eléctricos e hidráulicos. Estos profesionales pueden trabajar en fábricas, plantas industriales y empresas de mantenimiento, asegurando el correcto funcionamiento de las líneas de producción y reduciendo paradas en los procesos automatizados. Se requiere un conocimiento profundo de herramientas, materiales y normativas de seguridad, así como habilidades en mecanizado, soldadura y montaje de sistemas eléctricos. La automatización industrial y la optimización del mantenimiento son aspectos clave en esta titulación, ofreciendo una alta demanda laboral en el sector manufacturero y de servicios industriales.

Técnico en Instalaciones Eléctricas y Automáticas

Esta titulación forma profesionales capaces de diseñar, instalar y mantener sistemas eléctricos en edificaciones, industrias y redes de distribución. Los técnicos en Instalaciones Eléctricas y Automáticas trabajan en la ejecución de proyectos eléctricos, asegurando el cumplimiento de normativas de seguridad y eficiencia energética. Su labor incluye la integración de automatismos, instalaciones de telecomunicaciones y sistemas domóticos, cada vez más presentes en viviendas y empresas. Además, estos profesionales pueden desarrollar sistemas de energías renovables, como la instalación de paneles solares fotovoltaicos. Con el avance de la digitalización y la automatización, la formación incluye el manejo de software especializado para la configuración de circuitos y control de sistemas eléctricos. Se trata de un perfil con una gran empleabilidad, ya que la electricidad es un pilar fundamental en cualquier entorno residencial, comercial e industrial.

Técnico en Mantenimiento y Control de la Maquinaria de Buques y Embarcaciones

El Técnico en Mantenimiento y Control de la Maquinaria de Buques y Embarcaciones desarrolla su actividad en el sector marítimo, asegurando el funcionamiento de los sistemas de propulsión, energía y control de buques y embarcaciones. Su formación

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

abarca el mantenimiento preventivo y correctivo de motores, sistemas eléctricos, automatismos y equipos auxiliares esenciales para la operatividad de los barcos. Estos profesionales son fundamentales en la Marina Mercante, la pesca industrial y la náutica deportiva. Además, deben conocer normativas internacionales en seguridad marítima, procedimientos de emergencia y protocolos de reparación en alta mar. La digitalización y automatización en la navegación han impulsado la necesidad de técnicos cualificados capaces de operar y mantener equipos avanzados. Esta titulación es clave para quienes buscan desarrollar su carrera en el ámbito naval, con oportunidades de empleo tanto en tierra como a bordo de embarcaciones.

Técnico Superior en Centrales Eléctricas

El Técnico Superior en Centrales Eléctricas es un especialista en la operación, supervisión y mantenimiento de infraestructuras de generación, distribución y control de energía eléctrica. Su formación está orientada a garantizar el funcionamiento eficiente y seguro de centrales térmicas, hidroeléctricas, nucleares y de energías renovables. Estos profesionales monitorizan el rendimiento de los sistemas eléctricos, optimizan el consumo energético y gestionan la automatización de procesos. Con el auge de la transición energética y la creciente demanda de energías limpias, su labor se vuelve cada vez más relevante en el sector. Además de los aspectos técnicos, el plan de estudios abarca la gestión del mantenimiento, el cumplimiento de normativas de seguridad y medioambiente y la aplicación de nuevas tecnologías en generación y almacenamiento de energía. Esta titulación ofrece excelentes oportunidades en un sector clave para el desarrollo industrial y tecnológico.

Técnico Superior en Sistemas Electrotécnicos y Automatizados

El Técnico Superior en Sistemas Electrotécnicos y Automatizados está preparado para diseñar, gestionar y mantener instalaciones eléctricas en todo tipo de infraestructuras, desde edificios hasta plantas industriales. Su formación abarca la integración de sistemas automatizados, telecomunicaciones y energías renovables, combinando conocimientos en electrónica, informática y control de procesos. La creciente demanda de edificios inteligentes y sistemas de eficiencia energética ha impulsado la necesidad de estos profesionales, que pueden desarrollar proyectos de domótica, redes de comunicación y automatización industrial. Además, tienen un papel clave en la modernización de infraestructuras eléctricas, asegurando la compatibilidad con nuevas tecnologías. Su perfil es altamente demandado en el sector de la construcción, la industria y los servicios, con una gran proyección de futuro en el ámbito de la digitalización y la sostenibilidad.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

Para obtener información detallada sobre los módulos profesionales de cada una de estas titulaciones, te recomiendo consultar el portal oficial de Formación Profesional del Ministerio de Educación y Formación Profesional de España:

En cada uno de estos enlaces encontrarás información detallada sobre el plan de formación, los módulos profesionales que componen cada ciclo formativo y otras características relevantes de las titulaciones.

1. Técnico en Mantenimiento Electromecánico:

   https://www.todofp.es/que-estudiar/familias-profesionales/instalacion-mantenimiento/mantenimiento-electromecanico.html

2. Técnico en Instalaciones Eléctricas y Automáticas:

   https://www.todofp.es/que-estudiar/familias-profesionales/electricidad-electronica/instalaciones-electricas-automaticas.html

3. Técnico en Mantenimiento y Control de la Maquinaria de Buques y Embarcaciones:

   https://www.todofp.es/que-estudiar/familias-profesionales/maritimo-pesquera/mnto-control-maquinaria-buques-embarcaciones.html

4. Técnico Superior en Centrales Eléctricas:

   https://www.todofp.es/que-estudiar/familias-profesionales/energia-agua/centrales-electricas.html

5. Técnico Superior en Sistemas Electrotécnicos y Automatizados:

   https://www.todofp.es/que-estudiar/familias-profesionales/electricidad-electronica/sistemas-electrotecnicos-automatizados.html

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

📢 AVISO IMPORTANTE SOBRE ESTE TEMARIO 📢

Este material se ofrece de forma gratuita y tiene como único propósito complementar el estudio individual del programa oficial de conocimientos. No sustituye ni reemplaza los contenidos oficiales, por lo que puede contener erratas o imprecisiones.

Conocimiento compartido y mejora colectiva

Este temario se basa en la idea de que el conocimiento debe ser libre, accesible y construido de forma colectiva. Entendemos la formación como un proceso en constante evolución, donde cada persona puede aportar, corregir y enriquecer el contenido. Si encuentras errores, tienes propuestas de mejora o deseas incluir información útil, tu colaboración es bienvenida. Este material está vivo y abierto, como reflejo de nuestros principios de Solidaridad, apoyo mutuo y empoderamiento Obrero. Aprender juntos, compartir saberes y mejorarlos es también una forma de luchar y avanzar hacia una formación más consciente y transformadora.

te agradeceríamos que nos lo comuniques enviando un correo a:

soliinformacion@gmail.com

Este temario es fruto del gran esfuerzo y dedicación de los delegados y delegadas de Solidaridad Obrera, quienes han trabajado para elaborarlo y distribuirlo de manera altruista.

❤️🖤¡Gracias por tu confianza y colaboración!🖤❤️

📝 Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

ÍNDICE

MÓDULO 1: INTRODUCCIÓN A LA ELECTRICIDAD 10
1. CONCEPTOS BÁSICOS DE ELECTRICIDAD 10
1.1. PRINCIPIOS FÍSICOS DE LA ELECTRICIDAD 10
1.2. LA ESTRUCTURA DEL ÁTOMO 10
1.3. MAGNITUDES ELÉCTRICAS: VOLTAJE, CORRIENTE Y RESISTENCIA 12
2. COMPONENTES DE UN CIRCUITO ELÉCTRICO 14
2.1. COMPONENTES ELÉCTRICOS: RESISTENCIAS, INDUCTORES, CONDENSADORES .. 14
2.2. PROTECCIONES ELÉCTRICAS: FUSIBLES, INTERRRUPTORES AUTOMÁTICOS (DISYUNTORES) Y DIFERENCIALES 30
3. LEY DE OHM Y SUS APLICACIONES 35
4. LEYES DE KIRCHHOFF: PRIMERA LEY DE KIRCHHOFF Y SEGUNDA LEY DE KIRCHHOFF. 40
4.1. PRIMERA LEY DE KIRCHHOFF 40
4.2. SEGUNDA LEY DE KIRCHHOFF 42
5. ENERGÍA ELÉCTRICA 44
MÓDULO 2: CIRCUITOS ELÉCTRICOS. 53
6. TIPOS DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS 53
6.1. CIRCUITOS EN SERIE 53
6.2. CIRCUITOS EN PARALELO. 55
6.3. CIRCUITOS EN MIXTO. 56
MÓDULO 3: CORRIENTE CONTINUA Y ALTERNA 58
7. CORRIENTE CONTINUA (CC) Y CORRIENTE ALTERNA (CA) 58
7.1. CORRIENTE CONTINUA (CC): 59
7.2. CORRIENTE ALTERNA (CA): 59
7.3. GENERACIÓN DE LA CORRIENTE CONTINUA Y ALTERNA 60
7.7. APLICACIONES DE LA CC Y LA CA 64
MÓDULO 4: CORRIENTE MONOFÁSICA Y TRIFÁSICA 65
8. CORRIENTE MONOFÁSICA 66
9. CORRIENTE TRIFÁSICA 67
MÓDULO 5: AUTOMATISMOS ELÉCTRICOS Y NEUMÁTICOS 74
10. AUTOMATISMOS ELÉCTRICOS 74
10.1. COMPONENTES DE UN SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN ELÉCTRICA 78
10.2. ELEMENTOS DE CONTROL: RELÉS, CONTACTORES, TEMPORIZADORES 86

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

10.3. ESQUEMAS DE MANDO Y POTENCIA 92
11. AUTOMATISMOS NEUMÁTICOS 114
11.1. FUNDAMENTOS DE LA NEUMÁTICA 115
11.2. LEY DE BOYLE: 116
11.3. LEY DE CHARLES: 117
11.4. LEY DE GAY-LUSSAC: 119
11.5. PRODUCCIÓN DEL AIRE COMPRIMIDO 120
11.6. CONTROL Y DISEÑO DE CIRCUITOS NEUMÁTICOS 163
MÓDULO 6: CONEXIONADO DE MOTORES CC y CA Y COMPONENTES ELÉCTRICOS ... 174
12. MOTORES DE CORRIENTE CONTINUA (CC) 174
12.1. TIPOS DE MOTORES DE CC 174
13. MOTORES DE CORRIENTE ALTERNA (CA) 178
13.1. TIPOS DE MOTORES DE CA 179
13.1. CONEXIONADO DE MOTORES MONOFÁSICO 181
13.2. CONEXIONADO DE MOTORES TRIFÁSICA 184
13.3. CONEXIONADO DE OTROS DISPOSITIVOS ELÉCTRICOS 197
MÓDULO 7: INSTALACIONES ELÉCTRICAS 201
14. TIPOS DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS 201
14.1. CLASIFICACIÓN DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS: 201
14.2. INSTALACIONES EN VIVIENDAS Y EDIFICIOS 202
14.3. ELEMENTOS DE PROTECCIÓN ELÉCTRICA: 226
14.4. INSTALACIONES INDUSTRIALES Y COMERCIALES 239
14.5. INFRAESTRUCTURA COMÚN DE TELECOMUNICACIONES: 241
14.6. AUTOMATIZACIÓN DOMÓTICA: 255
MÓDULO 8: MÁQUINAS ELÉCTRICAS 271
15. INTRODUCCIÓN A LAS MÁQUINAS ELÉCTRICAS 271
15.1. TRANSFORMADORES ELÉCTRICOS: FUNCIONAMIENTO Y TIPOS 272
15.2. GENERADORES ELÉCTRICOS: ALTERNADORES Y DÍNAMOS 275
15.3. RENDIMIENTO Y MANTENIMIENTO DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS 279
15.4. PROTECCIÓN Y CONTROL DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS 281
MÓDULO 9: CENTROS DE TRANSFORMACIÓN, SUBESTACIONES Y REDES ELÉCTRICAS 284
16. INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA 284
16.1. CENTROS DE TRANSFORMACIÓN 288
16.2. SUBESTACIONES ELÉCTRICAS 295

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

16.3. INNOVACIONES Y TENDENCIAS ACTUALES EN CENTROS DE TRANSFORMACIÓN, SUBESTACIONES Y REDES ELÉCTRICAS 301

MÓDULO 10: APARATOS DE MEDIDA 305

17. PRINCIPIOS BÁSICOS DE MEDICIÓN ELÉCTRICA 305

17.1. TIPOS DE INSTRUMENTOS DE MEDIDA: GALVANÓMETRO, AMPERÍMETRO, VOLTÍMETRO, ÓHMETRO, MULTÍMETROS, OSCILOSCOPIOS, ANALIZADOR DE ESPECTROS, PINZAS AMPERIMÉTRICAS 306

17.2. MEDICIONES DE VOLTAJE, CORRIENTE, RESISTENCIA Y POTENCIA 318

17.3. MEDICIÓN DE ARMÓNICOS Y CALIDAD DE LA ENERGÍA 323

MÓDULO 11: INTERPRETACIÓN DE PLANOS Y ESQUEMAS ELÉCTRICOS 324

18. INTRODUCCIÓN A LOS ESQUEMAS ELÉCTRICOS 324

19.1. TIPOS DE ESQUEMAS ELÉCTRICOS 325

19.2. INTERPRETACIÓN DE PLANOS UNIFILARES Y TRIFILARES 332

19.3. SIMBOLOGÍA ELÉCTRICA Y NORMATIVA 334

19.4. SOFTWARE DE DISEÑO Y SIMULACIÓN DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS 336

19.5. ELABORACIÓN E INTERPRETACIÓN DE ESQUEMAS ELÉCTRICOS 340

19.6. SEGURIDAD EN LA INTERPRETACIÓN Y ELABORACIÓN DE PLANOS ELÉCTRICOS 341

Uso de contenidos, fuentes y derechos de autor 347

1. Finalidad del presente material 347

2. Uso de fuentes externas 347

3. Derecho de cita y uso educativo 347

4. Contenido con licencias abiertas 348

5. Peticiones de modificación o retirada 348

6. Agradecimientos 348

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

MÓDULO 1: INTRODUCCIÓN A LA ELECTRICIDAD

1. CONCEPTOS BÁSICOS DE ELECTRICIDAD

Es un fenómeno: físico, químico, natural, que llena toda la estructura molecular de un cuerpo y se manifiesta a través de un flujo de electrones. Cuando una carga se encuentra en reposo produce fuerzas sobre otras situadas en su entorno. Si la carga se desplaza produce también fuerzas magnéticas. Hay dos tipos de carga eléctrica, llamadas positiva y negativa.

La electricidad está presente en algunas partículas subatómicas. La partícula fundamental más ligera que lleva carga eléctrica es el electrón, que transporta una unidad de carga. Los átomos, en circunstancias normales, contienen electrones, y a menudo los que están más alejados del núcleo se desprenden con mucha facilidad. En algunas sustancias, como los metales, proliferan los electrones libres. De esta manera, un cuerpo queda cargado eléctricamente gracias a la reordenación de los electrones.

Un átomo normal tiene cantidades iguales de carga eléctrica positiva y negativa; por lo tanto, es eléctricamente neutro. La cantidad de carga eléctrica transportada por todos los electrones del átomo, que por convención es negativa, está equilibrada por la carga positiva, localizada en el núcleo. Si un cuerpo contiene un exceso de electrones quedará cargado negativamente. Por lo contrario, con la ausencia de electrones, un cuerpo queda cargado positivamente, debido a que hay más cargas eléctricas positivas en el núcleo.

1.1. PRINCIPIOS FÍSICOS DE LA ELECTRICIDAD

Empezamos a explicar la electricidad a través de la física, concretamente de la unidad de materia. La materia está constituida por átomos.

1.2. LA ESTRUCTURA DEL ÁTOMO

Un átomo es la unidad más pequeña de materia y está compuesto de dos regiones. La primera es el pequeño núcleo atómico, que se encuentra en el centro del átomo y contiene partículas cargadas positivamente llamadas protones, y partículas neutras, sin carga, llamadas neutrones. La segunda, que es mucho más grande, es una "nube" de electrones, partículas de carga negativa que orbitan alrededor del núcleo. La atracción entre los protones de carga positiva y los electrones de carga negativa es lo que mantiene unido al átomo. La mayoría de los átomos tienen estos tres tipos de partículas subatómicas, protones, electrones y neutrones.

- **Electrones**, los mismos poseen carga eléctrica negativa (-) y se desplazan en una órbita elíptica al núcleo del átomo.
- **Protones**, estos se encuentran en el núcleo del átomo y poseen una carga eléctrica positiva (+).

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

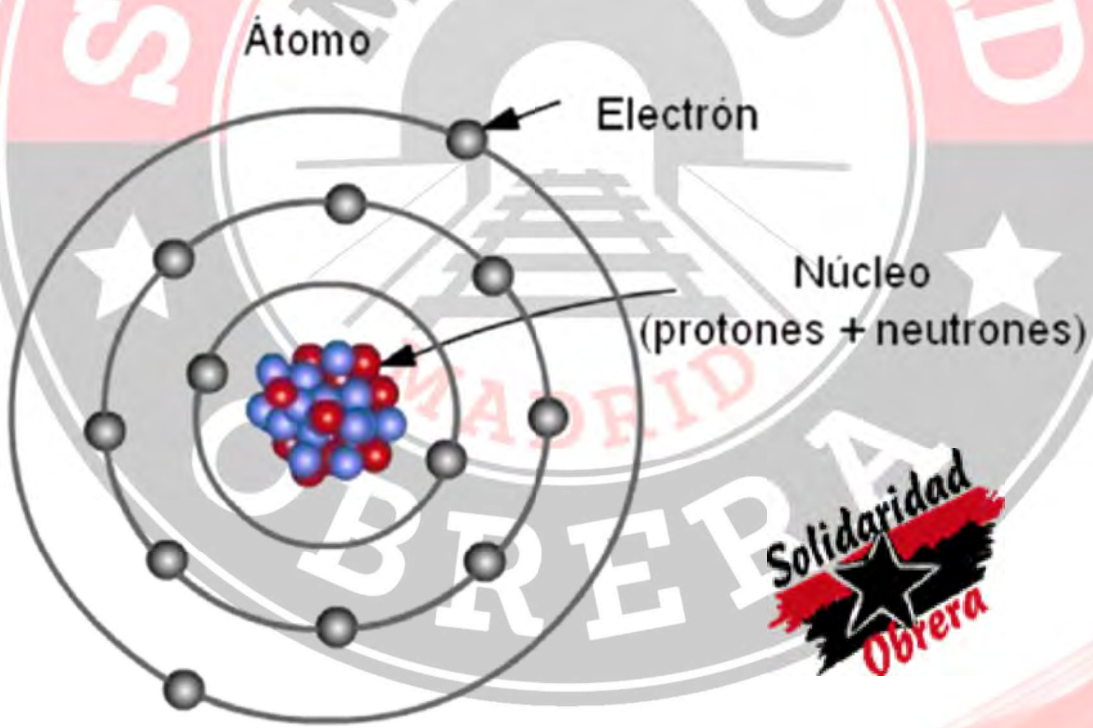
- **Neutrones**, también se encuentran en el núcleo del átomo, y como su nombre lo indica posee carga neutra.

En su estado natural un átomo posee la misma cantidad de electrones que protones, obteniendo un átomo "neutro". Sin embargo, si el mismo poseyera más protones que electrones se lo denominaría Ion positivo, caso contrario sería un Ion negativo.

Teniendo en claro estos conceptos básicos podemos comprender el carácter eléctrico de la materia:

Imaginemos por un instante que poseemos un átomo en un **conductor metálico**, supongamos que ese átomo **A** posee un electrón que se ha movido hacia la órbita exterior del átomo, la atracción producida por los protones a ese electrón es mínima, mediante lo cual, si a este le proporcionamos suficiente energía, este electrón que se encuentra en la órbita o capa exterior (también llamado electrón de valencia) abandonara este átomo, pasando a llamarse electrón libre. Este electrón "libre" luego es adquirido por otro átomo (supongamos **B**), el cual previamente ha perdido un electrón, y así sucesivamente. Este proceso se denomina de "Ionización".

Este movimiento es el causante de la **corriente eléctrica**.

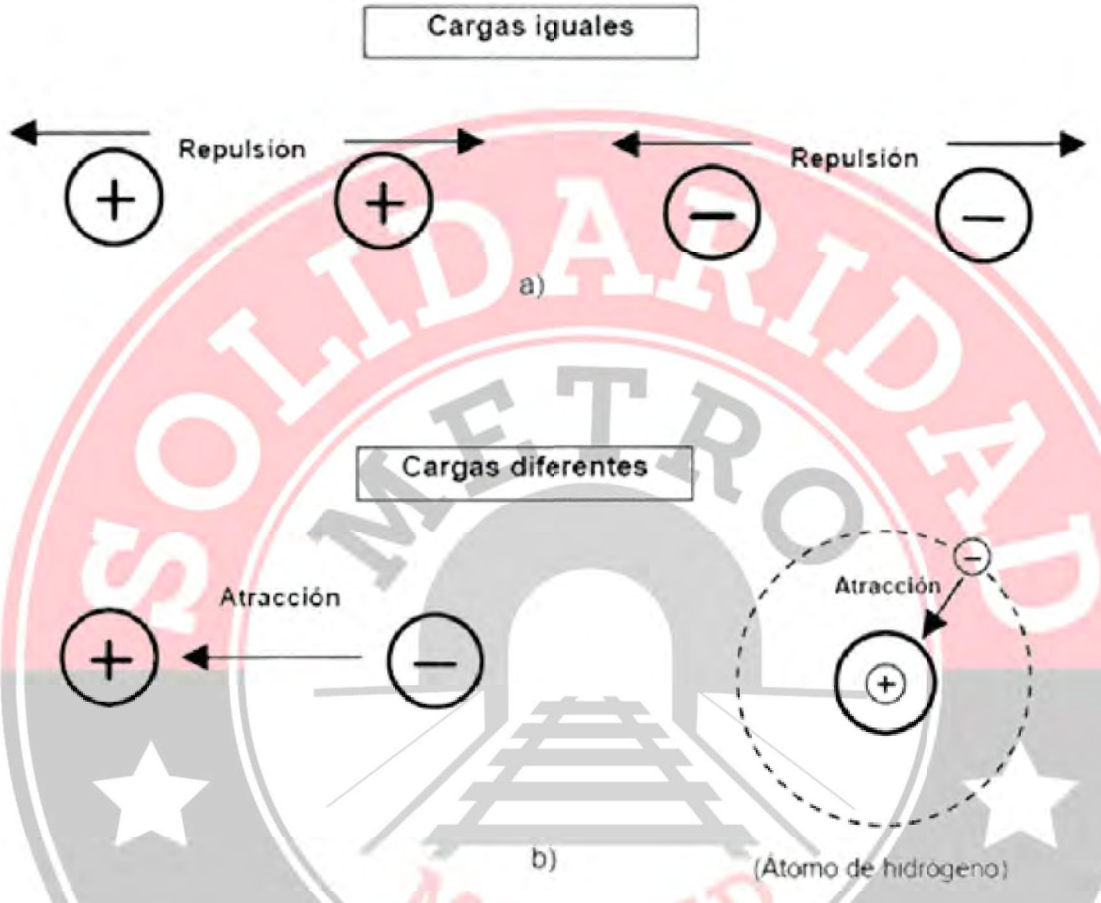


Inicialmente los átomos están equilibrados, es decir tienen una carga neutra, los protones y electrones se configuran de tal manera que se igualan las cargas. Para que los átomos manifiesten carga positiva o negativa se recurrirá a la eliminación de un protón o un electrón, esto da a lugar a dos posibilidades:

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

- **Catión o ión positivo**: Si al átomo le quitamos un electrón, su carga es positiva (+)
- **Anión o ión negativo**: Si al átomo le quitamos un protón, su carga es negativa (-)

El efecto que nos interesa en este artículo es el de **atracción o repulsión** entre átomos (análisis de las cargas) esto es el efecto que desarrolla un átomo sobre otro de igual carga o distinta carga.



Cuando disponemos de dos iones de igual carga (sea esta negativa o positiva), estos se repelerán, mientras que, si los iones son de cargas diferentes, se atraerán. Este efecto se denomina **Ley de Coulomb *.**

Nota*: Definición: **Ley de Coulomb**: Las cargas opuestas se atraen y las cargas iguales se repelen.

1.3. MAGNITUDES ELÉCTRICAS: VOLTAJE, CORRIENTE Y RESISTENCIA

El Sistema Internacional de Unidades (SI) es el sistema de medida más utilizado a nivel mundial en la ciencia, la industria y la tecnología. Dentro del campo de la electricidad, existen diversas magnitudes fundamentales que se utilizan para describir y analizar el comportamiento de los circuitos y dispositivos eléctricos. Las tres principales unidades de medida en electricidad son el **voltio (V), el amperio (A) y el ohmio (Ω)**, que representan respectivamente la tensión eléctrica, la corriente eléctrica y la resistencia

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

eléctrica. A continuación, se explica la definición y el uso de cada una de estas unidades en el contexto de la electricidad.

1.1.1. VOLTAJE (TENSIÓN): CONCEPTO, FUENTES DE VOLTAJE Y SU MEDICIÓN.

El **voltaje** o **tensión eléctrica** es la diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos de un circuito. Representa la energía por unidad de carga eléctrica que impulsa el movimiento de los electrones a través de un conductor. Se mide en **voltios (V)** y su símbolo es V.
Matemáticamente, el voltaje se expresa como:

$$V = \frac{W}{Q}$$

donde:

- V es el voltaje en voltios (V)
- W es el trabajo o energía en julios (J),
- Q es la carga eléctrica en coulombs (C).

El voltaje es un parámetro fundamental en la electricidad y es responsable del flujo de corriente eléctrica en un circuito.

1.1.2. AMPERIO (A) - UNIDAD DE CORRIENTE ELÉCTRICA

El **amperio (A)** es la unidad de medida de la corriente eléctrica en el Sistema Internacional de Unidades. Se define como el flujo de carga eléctrica que pasa por un conductor en un segundo. Específicamente, un amperio equivale al paso de **un culombio (C) de carga por segundo**:

Donde:

$$1\,\mathrm{A} = 1\frac{\mathrm{C}}{\mathrm{s}}$$

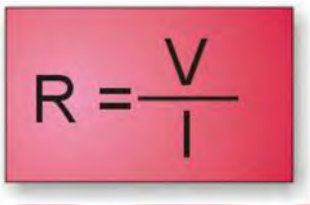
- **A** = Corriente en amperios (A)
- **C** = Carga en culombios (C)
- **s** = Tiempo en segundos (s)

Un culombio corresponde aproximadamente a electrones en movimiento. Esta definición es fundamental en la electricidad, ya que describe el caudal de electrones que fluye en un circuito.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

1.1.3. OHMIO (Ω) - UNIDAD DE RESISTENCIA ELÉCTRICA

El **ohmio (Ω)** es la unidad de medida de la resistencia eléctrica en el Sistema Internacional de Unidades. La resistencia eléctrica se define como la oposición que presenta un material al paso de la corriente eléctrica. Matemáticamente, se expresa mediante la Ley de Ohm:



Donde:

- **R** = Resistencia en ohmios (Ω)
- **V** = Voltaje en voltios (V)
- **I** = Corriente en amperios (A)

Conclusión

Las unidades de medida del Sistema Internacional en electricidad (**voltio, amperio y ohmio**) son esenciales para comprender el comportamiento de los circuitos eléctricos y el funcionamiento de los dispositivos electrónicos. Cada una de estas unidades está interconectada a través de leyes fundamentales como la Ley de Ohm y la definición de potencia eléctrica. Su correcta comprensión permite diseñar, mantener y optimizar sistemas eléctricos en una amplia variedad de aplicaciones, desde pequeños dispositivos electrónicos hasta grandes sistemas de energía eléctrica industrial. Comprender estas unidades es el primer paso para dominar la electrónica y la ingeniería eléctrica.

2. COMPONENTES DE UN CIRCUITO ELÉCTRICO

2.1. COMPONENTES ELÉCTRICOS: RESISTENCIAS, INDUCTORES, CONDENSADORES

2.1.1. 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".**

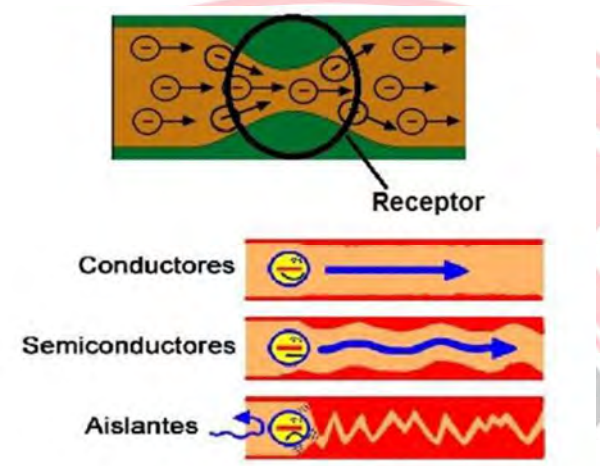
Dependiendo del tipo, material y sección (grosor) de cable o conductor por el que tengan que pasar los electrones les costará más o menos trabajo. Un buen conductor casi no le

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

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.

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



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.

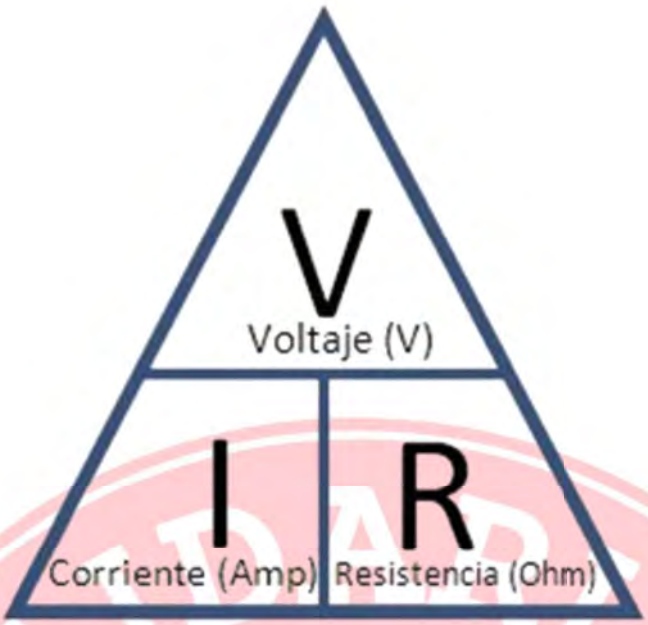
Según esta fórmula en un circuito o en un receptor que esté sometido a una tensión constante (por ejemplo, a la tensión de una pila de 4V) la intensidad que lo recorre será menor cuanto más grande sea su resistencia.

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.

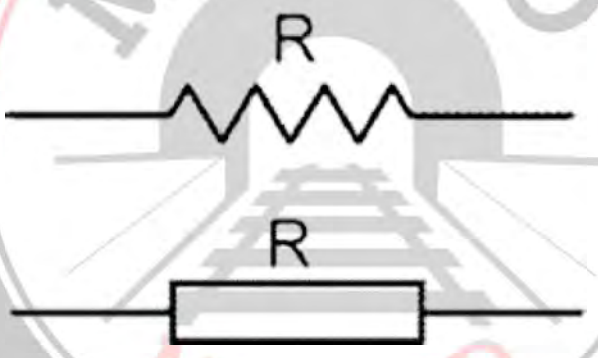
En un circuito de corriente continua podemos calcular la resistencia despejándola de la fórmula de la ley de ohm:

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.



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:



Da igual usar un símbolo u otro.

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 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 como se calcula su valor Y algunas de las más usadas.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

Como se calcula su valor

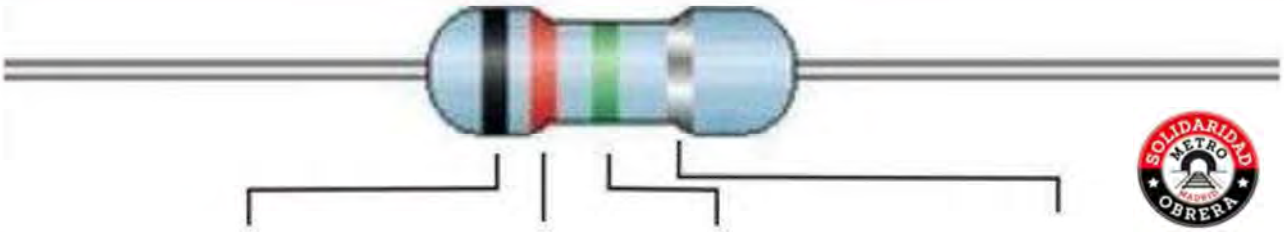


De este tipo de resistencias, las que se usan para limitar la corriente en un circuito o por parte de él, es de las que vamos a hablar a continuación. Hay muchos tipos diferentes y se fabrican de materiales diferentes.

El valor de una resistencia de este tipo viene determinado por su código de colores. Vemos en la figura anterior varias resistencias, y como las resistencias vienen con unas franjas o bandas de colores. Estas franjas, mediante un código, determinan el valor que tiene la resistencia.

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,



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%

Circuitos Básicos

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

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.

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.

Tipos de Resistencias



Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

En función de su funcionamiento tenemos:

- **Resistencias fijas:** Son las que presentan un valor que no podemos modificar.
- **Resistencias variables:** Son las que presentan un valor que nosotros podemos variar codificando la posición de un contacto deslizante. A este tipo de resistencia variables se le llama Potenciómetro.
- **Resistencias especiales:** Son las que varían su valor en función de la estimulación que reciben de un factor externo (luz, temperatura...). Por ejemplo, las LDR son las que varían su valor en función de la luz que incide sobre ellas.



2.1.2. INDUCTORES

Los inductores son componentes eléctricos pasivos que almacenan energía en un campo magnético cuando una corriente eléctrica los atraviesa. Están constituidos por un conductor enrollado en forma de bobina, generalmente alrededor de un núcleo de aire o material ferromagnético, lo que les permite inducir una fuerza electromotriz (fem) en respuesta a cambios en la corriente.

Principio de Funcionamiento

El funcionamiento de un inductor se basa en la Ley de Faraday y la Ley de Lenz:

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

- **Ley de Faraday:** Un cambio en el flujo magnético a través de una bobina genera una fem inducida.
- **Ley de Lenz:** La fem inducida se opone al cambio de corriente que la produce.

Esta propiedad hace que los inductores actúen como filtros de corriente, impidiendo variaciones bruscas en circuitos eléctricos.

Tipos de Inductores

Existen varios tipos de inductores, según su estructura y aplicaciones:

1. **Inductores de núcleo de aire:** No poseen material magnético en su núcleo, lo que reduce la pérdida de energía, pero también su inductancia.
2. **Inductores de núcleo de hierro:** Utilizan un núcleo de hierro para aumentar la inductancia, empleados en circuitos de baja frecuencia.
3. **Inductores de núcleo de ferrita:** Ofrecen una buena relación entre eficiencia y tamaño, utilizados en fuentes de alimentación y radiofrecuencia.
4. **Inductores variables:** Permiten modificar la inductancia ajustando la posición del núcleo.

Características Principales

Las características fundamentales de un inductor incluyen:

- **Inductancia (L):** Se mide en henrios (H) y determina la capacidad del inductor para almacenar energía magnética.
- **Resistencia en corriente continua (DCR):** La resistencia inherente al conductor de la bobina.
- **Frecuencia de trabajo:** Indica la eficiencia del inductor en diferentes rangos de frecuencia.
- **Factor de calidad (Q):** Relación entre reactancia inductiva y resistencia, indicando la eficiencia del inductor.

Aplicaciones de los Inductores

Los inductores tienen múltiples aplicaciones en circuitos electrónicos y eléctricos:

1. **Filtros de señales:** Se utilizan en filtros pasa-bajos y pasa-altos para eliminar ruido o interferencias.
2. **Fuentes de alimentación conmutadas**: Regulan la corriente en convertidores de energía.
3. **Transformadores:** Funcionan como una combinación de inductores acoplados para la transferencia eficiente de energía.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

4. **Almacenamiento de energía:** En fuentes de alimentación y reguladores de voltaje.
5. **Circuitos de radiofrecuencia:** Forman parte de osciladores y sintonizadores de señales en dispositivos de comunicación.

Conclusión

Los inductores son elementos clave en la electrónica moderna, permitiendo la manipulación eficiente de señales y energía en diversos dispositivos. Su correcto diseño y selección son fundamentales para garantizar el rendimiento adecuado de circuitos eléctricos y electrónicos

Ejemplos de aplicación de los inductores:

Son muy numerosas, de hecho, las bobinas forman parte de casi todos los circuitos de uso común. A continuación, ejemplos ilustrativos:

- La inductancia mutua entre dos bobinas es el fundamento del transformador, un dispositivo que transforma corriente alterna en directa, como los cargadores de los teléfonos móviles.



En la figura se muestra un circuito con un transformador, el cual consta de un inductor primario y un inductor secundario. Además, hay una resistencia, una batería y un pulsador. Al activar el pulsador se amplifica el voltaje en el inductor secundario, al cual se ha conectado un voltímetro para verificar la lectura.

- Por su efecto estabilizador de la corriente, los inductores forman parte de los circuitos reguladores en los tubos de luz fluorescentes. Un tubo de luz fluorescente consiste en un gas que al ser ionizado por la corriente emite luz, pero si el voltaje aplicado es lo bastante grande, puede que la corriente aumente de manera desmedida y se dañe el sistema.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

Además, la corriente que se hace pasar por el tubo es alterna, lo cual significa que cambia su sentido continuamente de forma rápida y en este proceso se hace 0, por lo que en principio el tubo también se encendería y se apagaría rápidamente.

Para evitar estos efectos, una solución es conectar una bobina en serie con el tubo, la cual actúa impidiendo que la corriente suba bruscamente, con lo cual el tubo se mantiene encendido todo el tiempo sin que los circuitos se dañen a causa de una corriente muy alta.

- Los inductores sirven para sintonizar la radio, cuando forman parte de un circuito eléctrico oscilante llamado circuito LC serie.
- Para filtrar señales de audio, cuando forman parte de filtros pasabajos (dejan pasar las bajas frecuencias).
- Las inductancias también se usan para medir la presión manométrica. Cuando hay una variación en la presión, existe una fuerza asociada a esta, la cual es capaz de mover un núcleo de hierro (un cilindro de hierro) que está dentro de una bobina, modificando así su inductancia. Esta modificación a su vez produce un cambio en la corriente que es proporcional a la presión detectada, la cual se puede medir y visualizar en una pantalla provista de escala.

2.1.3. CONDENSADORES

Introducción a los Condensadores

Los condensadores son componentes eléctricos pasivos que almacenan energía en un campo eléctrico. Están compuestos por dos placas conductoras separadas por un material dieléctrico, el cual impide el paso directo de corriente, pero permite la acumulación de carga en las placas.

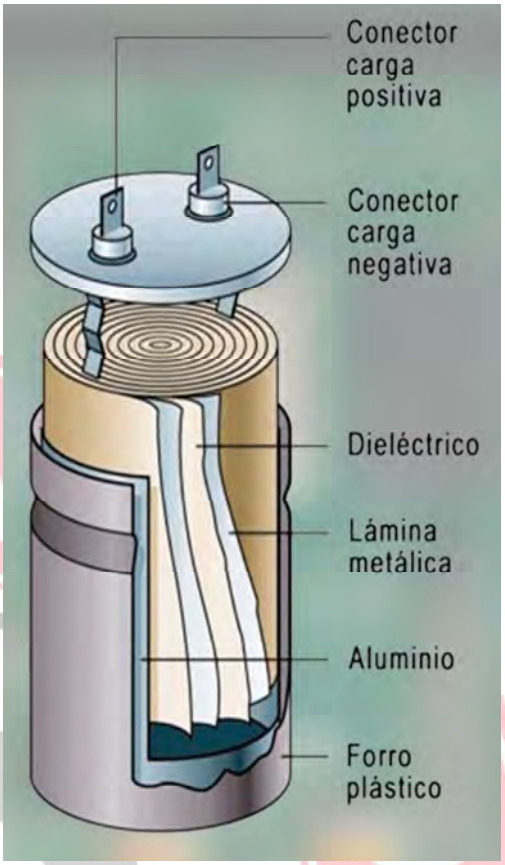


Partes de un Condensador

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

Un condensador está compuesto por los siguientes elementos principales:

1. **Placas Conductoras**: Son las superficies metálicas encargadas de almacenar la carga eléctrica. Estas placas pueden estar hechas de aluminio, cobre u otros metales conductores.
2. **Dieléctrico**: Es el material aislante que separa las placas conductoras. Puede estar compuesto de cerámica, mica, papel, plástico o incluso aire, dependiendo del tipo de condensador.
3. **Terminales**: Son los puntos de conexión eléctrica que permiten integrar el condensador a un circuito. Generalmente, se encuentran soldados a las placas conductoras.
4. **Cubierta o Encapsulado**: En muchos condensadores, especialmente los comerciales, se emplea una cubierta protectora hecha de plástico o metal para proteger los elementos internos de la humedad, el polvo y otros factores ambientales.



Principio de Funcionamiento

El funcionamiento de un condensador se basa en el almacenamiento de carga eléctrica cuando se conecta a una fuente de voltaje. Cuando se aplica una diferencia de potencial entre sus placas, los electrones se acumulan en una de ellas, generando un campo eléctrico que almacena energía.

La cantidad de carga (Q) almacenada en un condensador es proporcional al voltaje (V) aplicado, según la ecuación:

$$Q = C \cdot V$$

Donde C es la capacitancia, medida en faradios (F), y representa la capacidad del condensador para almacenar carga.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

Tipos de Condensadores

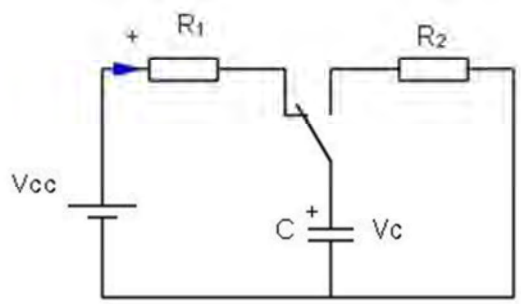
Los condensadores se clasifican en diferentes tipos según su construcción y aplicación:



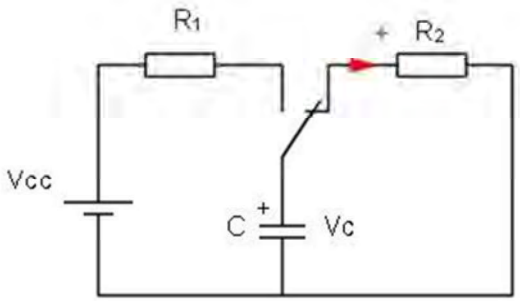
1. **Condensadores de Cerámica**: Son pequeños y utilizados en circuitos de alta frecuencia.
2. **Condensadores Electrolíticos**: Poseen alta capacitancia y se emplean en circuitos de alimentación.
3. **Condensadores de Tántalo**: Ofrecen alta estabilidad y eficiencia en dispositivos electrónicos.
4. **Condensadores de Poliéster y Polipropileno**: Utilizados en aplicaciones de filtrado y acoplamiento de señales.
5. **Condensadores Variables**: Su capacitancia puede ajustarse mecánicamente y se emplean en circuitos de sintonización.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

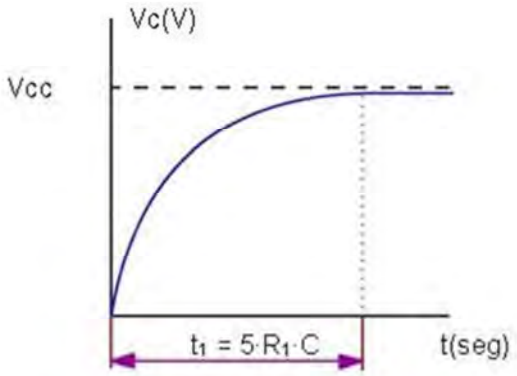
Carga y Descarga de un Condensador

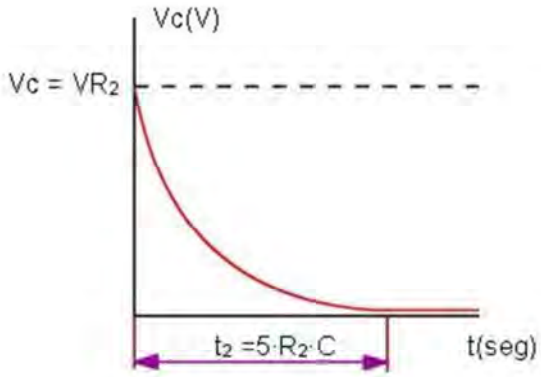


Carga del condensador



Descarga del condensador





Cuando un condensador se conecta a una fuente de voltaje a través de una resistencia, se carga de manera exponencial hasta alcanzar el voltaje de la fuente. Este proceso se describe por la ecuación:

$$V(t) = V_{max}(1 - e^{-t/RC})$$

Donde R es la resistencia en serie y C la capacitancia del condensador. El producto RC se conoce como la constante de tiempo (τ), que determina la velocidad de carga.

En la descarga, el voltaje disminuye exponencialmente según:

$$V(t) = V_{max}e^{-t/RC}$$

Características Principales

Los condensadores presentan varias características fundamentales:

- **Capacitancia (C)**: Capacidad de almacenar carga eléctrica.
- **Tensión de Trabajo**: Voltaje máximo que puede soportar sin dañarse.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

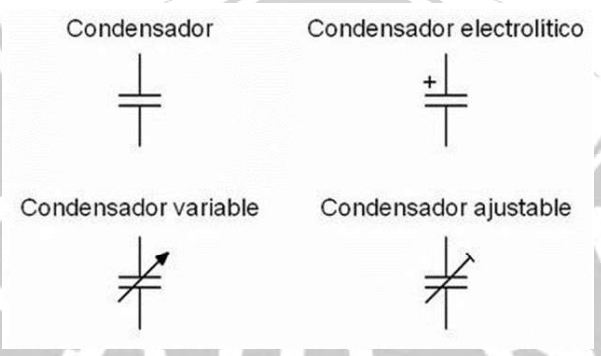
- **Tolerancia**: Variación permitida en la capacitancia nominal.
- **Resistencia Serie Equivalente (ESR)**: Indica las pérdidas internas del condensador.
- **Tiempo de Respuesta**: Determina la velocidad de carga y descarga en circuitos.

Aplicaciones de los Condensadores

Los condensadores tienen múltiples aplicaciones en la electrónica y electricidad:

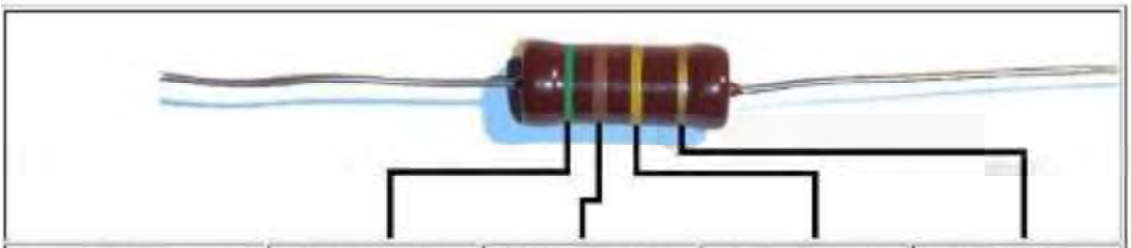
1. **Filtros de señal**: Eliminan ruido en circuitos de audio y comunicación.
2. **Fuentes de alimentación**: Suavizan variaciones de voltaje en circuitos de corriente continua.
3. **Almacenamiento de energía**: Utilizados en cámaras fotográficas y flashes.
4. **Osciladores y resonadores**: Participan en circuitos de radiofrecuencia.
5. **Acoplamiento y desacoplamiento de señales**: Separan componentes de corriente continua en circuitos de amplificación.

Ahora veamos algunos de los símbolos usados en los circuitos en función del tipo de condensador:



Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

Código de los Condensadores



Color	Primer color	Segundo color	Multiplica por	Tolerancia
Negro	-	0	X1	-
Marrón	1	1	X10	+ / 1%
Rojo	2	2	X100	+- / 2%
Naranja	3	3	X1000	-
Amarillo	4	4	X10.000	-
Verde	5	5	X100.000	+ / 0.5%
Azul	6	6	X1.000.000	
Violeta	7	7	X10.000.000	
Gris	8	8	X100.000.000	-
Blanco	9	9	X1.000.000.000	-
Oro	-	-	X0,1	5%
Plata	-	-	X0,01	10%

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.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

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.

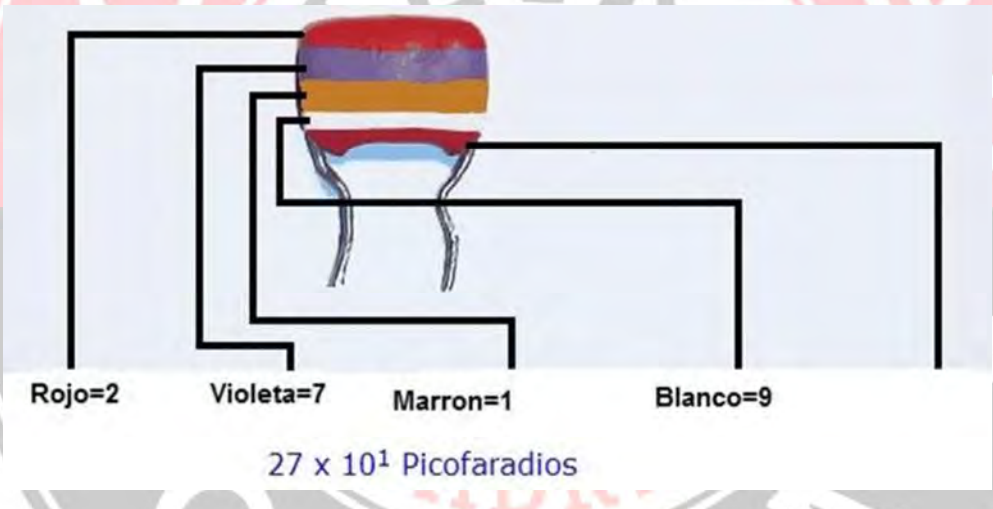
El valor de los colores viene en una tabla, iguales a los de las resistencias, que puedes ver aquí: Código Colores Resistencia.

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.

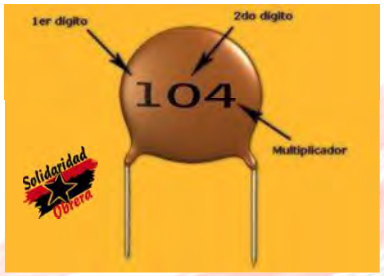
Si te ha quedado alguna duda fíjate en este otro ejemplo:



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:



Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

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.

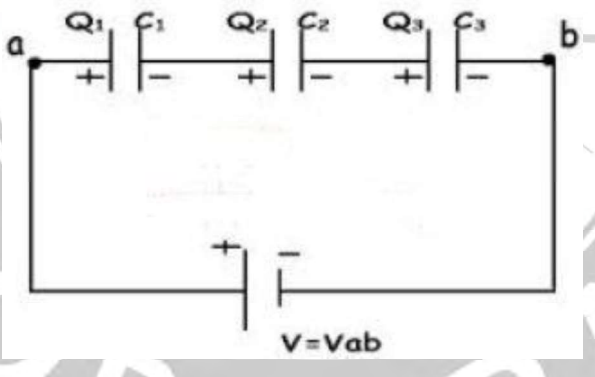
Al final o al principio aparece un número que es el valor de la capacidad o de la tensión.

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.

- 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.

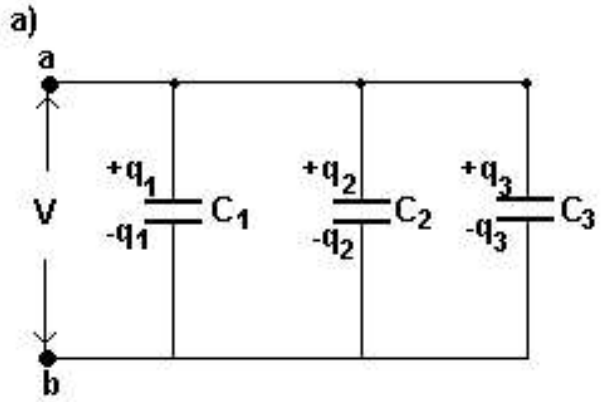
Recuerda que V1= q/C1, con esta fórmula podríamos sustituir las V en la anterior.

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.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

- 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 .....

Conclusión

Los condensadores son esenciales en el diseño de circuitos electrónicos y eléctricos. Su capacidad de almacenamiento de energía y filtrado de señales los hace indispensables en aplicaciones de telecomunicaciones, electrónica de potencia y sistemas de control. La selección adecuada de un condensador depende de su capacitancia, tensión de trabajo y características específicas de la aplicación.

2.2. PROTECCIONES ELÉCTRICAS: FUSIBLES, INTERRRUPTORES AUTOMÁTICOS (DISYUNTORES) Y DIFERENCIALES

Las **protecciones eléctricas** son dispositivos esenciales en cualquier instalación eléctrica, ya que salvaguardan tanto a las personas como a los equipos frente a posibles fallos o anomalías en el sistema. Entre los principales elementos de protección se encuentran los **fusibles**, los **disyuntores** y los **interruptores diferenciales**. A continuación, se detallan sus características, funcionamiento y aplicaciones.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

2.1.4. FUSIBLES

Los **fusibles** son dispositivos de protección que interrumpen el flujo de corriente eléctrica cuando esta supera un valor preestablecido, evitando daños en la instalación o en los equipos conectados. Están compuestos por un conductor metálico diseñado para fundirse ante una sobrecorriente, abriendo así el circuito.

Características principales:

- **Simplicidad y economía:** Son fáciles de instalar y reemplazar, y su costo es relativamente bajo.
- **Tiempo de respuesta rápido:** Ofrecen una protección casi instantánea ante sobrecorrientes.
- **Un solo uso:** Una vez que el fusible se funde, debe ser reemplazado por uno nuevo.

Tipos de fusibles:

- **Fusibles de cartucho:** Utilizados en aplicaciones industriales y residenciales, consisten en un tubo cilíndrico que contiene el elemento fusible.



- Empleados en sistemas de alta corriente, poseen terminales en forma de cuchilla para una conexión segura.



Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

- **Fusibles de vidrio:** Comunes en dispositivos electrónicos, permiten una inspección visual del estado del fusible.



Aplicaciones:

- **Protección de circuitos eléctricos:** En instalaciones residenciales, comerciales e industriales.
- **Protección de equipos electrónicos:** Para evitar daños por sobrecorriente.
- **Automoción:** En vehículos para proteger circuitos específicos.

2.1.5. INTERRRUPTORES AUTOMÁTICOS (DISYUNTORES)

Los **disyuntores**, también conocidos como interruptores automáticos, son dispositivos que interrumpen el flujo de corriente eléctrica en un circuito cuando detectan una sobrecarga o un cortocircuito. A diferencia de los fusibles, los disyuntores pueden ser rearmados y reutilizados tras una desconexión.

Características principales:

- **Reutilizables:** Después de una desconexión, pueden ser rearmados manualmente sin necesidad de reemplazo.
- **Protección contra sobrecargas y cortocircuitos:** Detectan y responden a diferentes tipos de fallos en el circuito.
- **Variedad de tipos y capacidades:** Disponibles en diferentes tamaños y con distintas características de disparo para adaptarse a diversas aplicaciones.

Tipos de interruptores automáticos (disyuntores):

- **Disyuntores magnetotérmicos:** Combinan protección térmica (para sobrecargas) y magnética (para cortocircuitos).

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.



- **Disyuntores de alta capacidad:** Diseñados para aplicaciones industriales con altas corrientes.



Aplicaciones:

- **Protección de circuitos eléctricos en edificaciones:** Tanto residenciales como comerciales e industriales.
- **Protección de maquinaria industrial:** Para evitar daños por sobrecargas o cortocircuitos.
- **Sistemas de distribución eléctrica:** Para garantizar la seguridad y continuidad del suministro.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

2.1.6. INTERRUPTORES DIFERENCIALES

Los **interruptores diferenciales** son dispositivos que protegen a las personas contra descargas eléctricas al detectar diferencias entre la corriente que entra y la que sale de un circuito. Si se produce una fuga de corriente, el interruptor diferencial desconecta el circuito automáticamente.



Características principales:

- **Protección contra contactos directos e indirectos:** Desconectan el circuito si detectan una fuga de corriente que podría ser peligrosa para las personas.
- **Sensibilidad ajustable:** Disponibles con diferentes niveles de sensibilidad para adaptarse a diversas aplicaciones.
- **Compatibilidad con otros dispositivos de protección:** Pueden usarse junto con disyuntores magnetotérmicos para una protección completa.

Tipos de interruptores diferenciales:

- **Tipo AC:** Detectan corrientes residuales alternas sinusoidales.
- **Tipo A:** Detectan corrientes residuales alternas y pulsantes.
- **Tipo B:** Detectan corrientes residuales alternas, pulsantes y continuas.

Aplicaciones:

- **Protección de personas en instalaciones eléctricas:** En viviendas, oficinas e industrias.
- **Protección de equipos sensibles:** Como computadoras y equipos médicos.
- **Sistemas con riesgo de fugas de corriente:** Como áreas húmedas o con presencia de agua.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

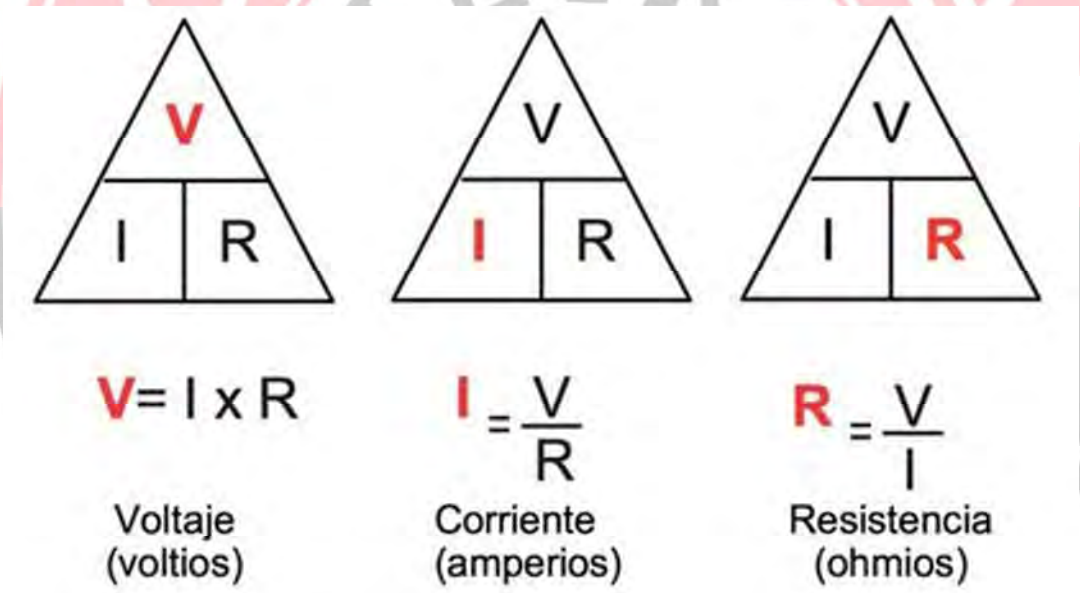
En resumen, los fusibles, disyuntores e interruptores diferenciales son componentes esenciales en las instalaciones eléctricas modernas, cada uno con funciones específicas para garantizar la seguridad y protección tanto de las personas como de los equipos.

3. LEY DE OHM Y SUS APLICACIONES

La **Ley de Ohm** es un principio fundamental en la electricidad y la electrónica que establece la relación entre el voltaje (V), la corriente (I) y la resistencia (R) en un circuito eléctrico. Formulada por el físico alemán Georg Simon Ohm en 1827, esta ley es esencial para el análisis, diseño y comprensión de los circuitos eléctricos.

CONCEPTO Y FÓRMULA DE LA LEY DE OHM

La Ley de Ohm establece que la corriente que fluye a través de un conductor es directamente proporcional a la tensión aplicada sobre él e inversamente proporcional a su resistencia, siempre que la temperatura se mantenga constante. Matemáticamente, se expresa como:



Donde:

- **V**: Voltaje o tensión, medido en voltios (V).
- **I**: Corriente eléctrica, medida en amperios (A).
- **R**: Resistencia eléctrica, medida en ohmios (Ω).

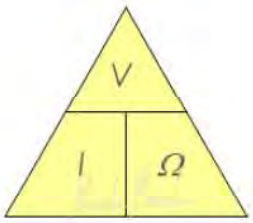
Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

Esta fórmula permite calcular cualquiera de las tres magnitudes si se conocen las otras dos. Por ejemplo, para determinar la corriente, se puede reorganizar la ecuación como:

Ley de Ohm. En un circuito recorrido por una corriente eléctrica, la tensión es igual al producto de la intensidad de corriente por la resistencia total del circuito. $V = I \cdot \Omega$

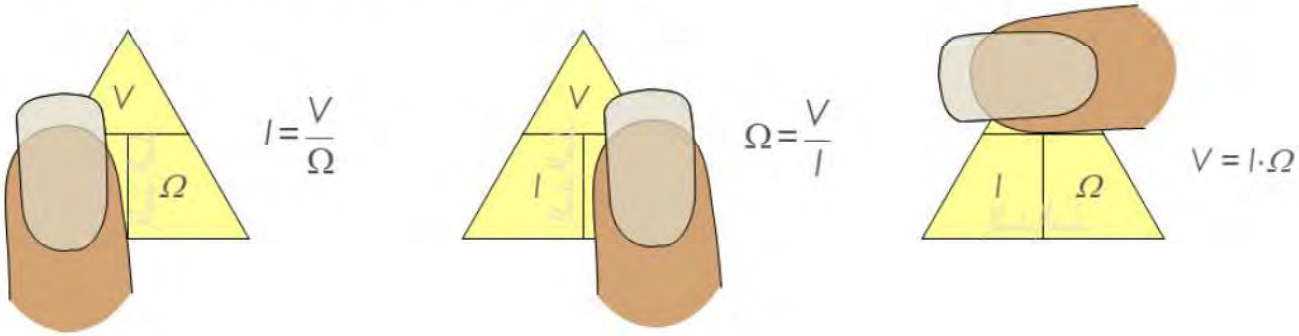
De esta ley podemos deducir dos relaciones más, despejando I o Ω, respectivamente:

$$I = \frac{V}{\Omega} \qquad \Omega = \frac{V}{I}$$



Existe una recurso mnemotécnico (recurso para recordar) presentado como la **regla de la pirámide**, para recordar la fórmula despejada de la intensidad y de la resistencia.

Cuando se desea saber la igualdad de una de las magnitudes se tapa la magnitud deseada y se observa la relación que queda.



CONDUCTORES ÓHMICOS Y NO ÓHMICOS

La Ley de Ohm se aplica a materiales denominados **conductores óhmicos**, que mantienen una resistencia constante independientemente de la tensión o corriente aplicada. Ejemplos comunes incluyen metales como el cobre y el aluminio.
Por otro lado, los **conductores no óhmicos** no siguen esta relación lineal; su resistencia varía con la tensión o la corriente. Dispositivos como diodos, transistores y lámparas de tungsteno exhiben comportamientos no lineales y, por lo tanto, no obedecen la Ley de Ohm en todas las condiciones.

APLICACIONES PRÁCTICAS DE LA LEY DE OHM

La Ley de Ohm tiene numerosas aplicaciones en el campo de la electricidad y la electrónica:

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

1. **Diseño de Circuitos Eléctricos**: Permite calcular las resistencias necesarias para obtener ciertas corrientes y voltajes en los circuitos, asegurando que los componentes funcionen dentro de sus especificaciones.

2. **Análisis de Circuitos**: Es fundamental para determinar cómo se comportará un circuito eléctrico bajo diferentes condiciones, facilitando el cálculo del voltaje, la corriente y la resistencia en diversas partes del circuito.

3. **Dimensionamiento de Componentes**: Ayuda a seleccionar componentes adecuados, como resistencias, para asegurarse de que los dispositivos funcionen correctamente sin dañarse.

4. **Diagnóstico y Reparación de Circuitos**: Al medir voltajes y corrientes en un circuito, los técnicos pueden identificar y localizar problemas como cortocircuitos o componentes defectuosos.

5. **Sistemas de Alimentación Eléctrica**: En la distribución de energía eléctrica, se utiliza para calcular la caída de voltaje a lo largo de líneas de transmisión y para dimensionar cables y transformadores adecuadamente.

6. **Sistemas de Audio**: En el diseño de sistemas de audio, como amplificadores y altavoces, la Ley de Ohm se utiliza para calcular la impedancia de los componentes, asegurando una calidad de sonido óptima.

Ejemplos Prácticos

Ejemplo 1: Calcular la corriente que fluye a través de una resistencia de 50 Ω cuando se aplica una tensión de 10 V.

$$I = \frac{V}{R} = \frac{10\ \text{V}}{50\ \Omega} = 0.2\ \text{A}$$

Ejemplo 2: Determinar la resistencia necesaria para limitar la corriente a 2 A en un circuito con una fuente de 12 V.

$$R = \frac{V}{I} = \frac{12\ \text{V}}{2\ \text{A}} = 6\ \Omega$$

Ejemplo 3: Calcular el voltaje necesario para que una corriente de 0.5 A fluya a través de una resistencia de 8 Ω.

$$V = I \times R = 0.5\ \text{A} \times 8\ \Omega = 4\ \text{V}$$

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

LIMITACIONES DE LA LEY DE OHM

Aunque la Ley de Ohm es fundamental en la ingeniería eléctrica, no es aplicable en todas las situaciones. No se considera una ley universal y no se aplica en casos en los que hay una carga inductiva o donde la resistencia no es constante. Por ejemplo, en materiales semiconductores, la relación entre la corriente y la diferencia de potencial no es lineal, por lo que la Ley de Ohm no se aplica.

IMPORTANCIA DE LA LEY DE OHM

La Ley de Ohm es crucial por varias razones fundamentales:

1. **Base para el Análisis de Circuitos**: Proporciona una herramienta esencial para entender y analizar cómo funcionan los circuitos eléctricos.

2. **Facilita el Diseño de Sistemas Eléctricos**: Con la Ley de Ohm, los ingenieros pueden diseñar circuitos y sistemas eléctricos de manera precisa, asegurando que los componentes funcionen correctamente y de manera segura.

3. **Diagnóstico y Solución de Problemas**: Permite a los técnicos y ingenieros identificar y solucionar problemas en los circuitos eléctricos, como identificar componentes defectuosos o determinar

POTENCIA Y ENERGÍA ELÉCTRICA

La **potencia eléctrica** se define como la tasa a la cual se transfiere o convierte la energía eléctrica en un circuito. Es decir, mide la rapidez con la que se realiza un trabajo eléctrico o se consume energía en un sistema. La unidad de medida en el Sistema Internacional (SI) es el **vatio (W)**, donde un vatio equivale a un julio por segundo (1 W = 1 J/s).

Fórmulas Fundamentales

La potencia eléctrica se puede calcular utilizando diferentes fórmulas, dependiendo de las magnitudes conocidas:

Potencia en términos de voltaje y corriente:

$$P = V \times I$$

Donde:

- P: Potencia en vatios (W)

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

- V: Voltaje en voltios (V)
- I: Corriente en amperios (A)

Utilizando **la Ley de Ohm:**

La Ley de Ohm establece que $V=I\times R$, donde R es la resistencia en ohmios (Ω). Sustituyendo esta relación en la fórmula de potencia, obtenemos:

- **En función de la corriente y la resistencia:**

$$P = I^2 \times R$$

- **En función del voltaje y la resistencia:**

$$P = \frac{V^2}{R}$$

Estas fórmulas son útiles para calcular la potencia cuando se conocen diferentes combinaciones de voltaje, corriente y resistencia en un circuito.

POTENCIA EN CORRIENTE ALTERNA (CA)

En sistemas de corriente alterna, el cálculo de la potencia se complica debido a la variación sinusoidal del voltaje y la corriente, así como a la posible desfasación entre ambas. En este contexto, se definen tres tipos de potencia:

- **Potencia Activa (P):** Es la potencia real que realiza trabajo útil en el circuito, medida en vatios (W).

- **Potencia Reactiva (Q):** Es la potencia que oscila entre la fuente y los elementos reactivos del circuito (inductancias y capacitancias), medida en voltamperios reactivos (VAR).

- **Potencia Aparente (S):** Es la combinación vectorial de la potencia activa y reactiva, representando la potencia total suministrada al circuito, medida en voltamperios (VA).

La relación entre estas potencias se expresa mediante el **triángulo de potencias**, donde el factor de potencia (cos φ) indica la eficiencia del uso de la energía en el sistema:

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

Un factor de potencia cercano a 1 indica un uso eficiente de la energía, mientras que valores menores indican la presencia significativa de potencia reactiva, lo que puede requerir corrección para optimizar el rendimiento del sistema eléctrico.

$$S^2 = P^2 + Q^2$$

$$\cos\phi = \frac{P}{S}$$

Aplicaciones Prácticas

La comprensión de la potencia eléctrica es crucial en diversas aplicaciones prácticas:

- **Diseño de Circuitos Eléctricos:** Permite dimensionar adecuadamente los componentes para asegurar que soporten las potencias involucradas sin sobrecalentarse ni fallar.
- **Selección de Equipos:** Ayuda a elegir dispositivos eléctricos y electrónicos que operen eficientemente dentro de los límites de potencia especificados.
- **Gestión Energética:** Facilita el monitoreo y control del consumo de energía en instalaciones residenciales, comerciales e industriales, promoviendo prácticas de eficiencia energética.
- **Seguridad Eléctrica:** Contribuye a prevenir sobrecargas y posibles incendios eléctricos al asegurar que los sistemas operen dentro de sus capacidades de diseño.

4. LEYES DE KIRCHHOFF: PRIMERA LEY DE KIRCHHOFF Y SEGUNDA LEY DE KIRCHHOFF.

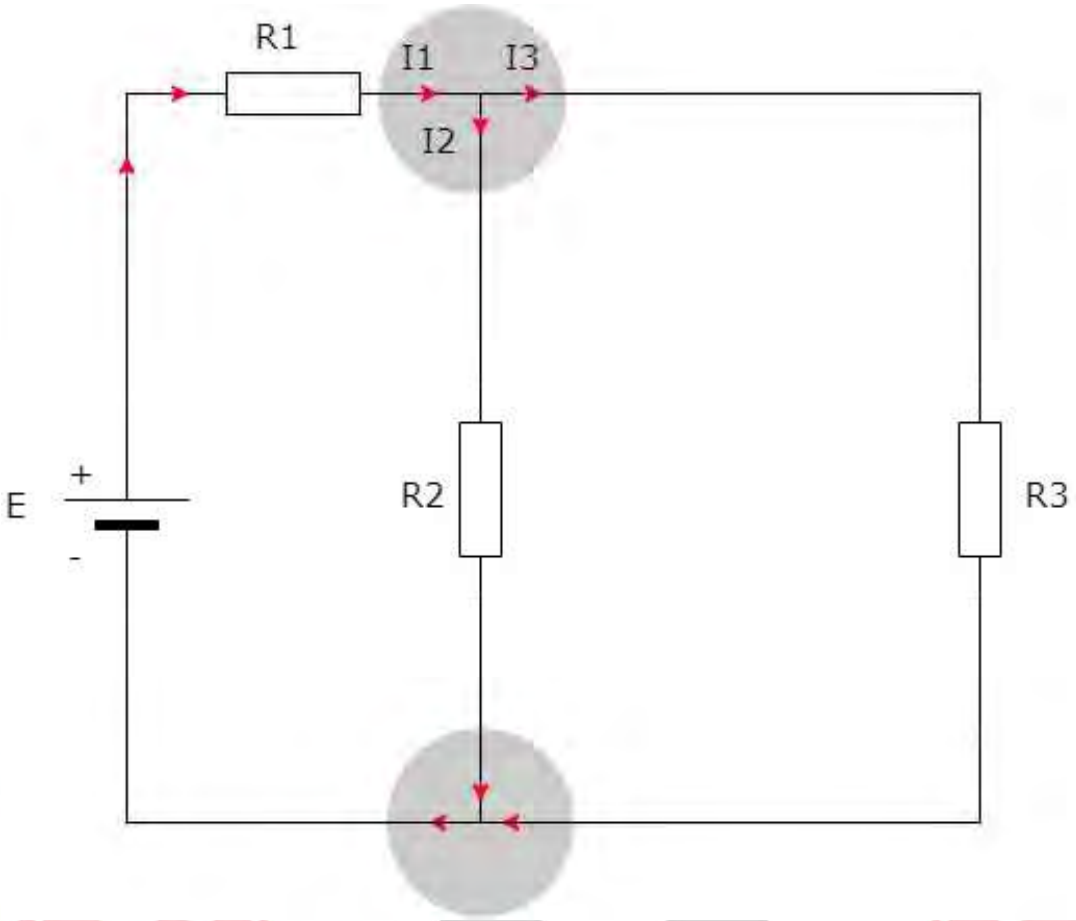
4.1. PRIMERA LEY DE KIRCHHOFF

Empecemos por la primera ley de Kirchhoff y su definición clásica.

La suma de las intensidades de las corrientes que entran en el nodo es igual a la suma de las intensidades de las corrientes que salen del nodo.

Empecemos por explicar qué es el nodo en la definición. La siguiente figura muestra un circuito eléctrico sencillo, a través del cual explicaremos qué es un nodo. El circuito consta de una fuente de tensión, etiquetada como E, y tres resistencias, etiquetadas como R1, R2 y R3, respectivamente.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.



En el circuito mostrado, puede ver dos nodos, que se han marcado con un círculo gris. Por tanto, un nodo no es más que una rama de cables.

Como sabemos, la corriente eléctrica fluye de positivo a negativo. En el esquema del circuito, se han utilizado flechas rojas para marcar las direcciones del flujo de corriente en el circuito. Fijémonos ahora en el círculo gris de la parte superior del circuito. Puede ver que la corriente etiquetada como I1 fluye hacia el nodo y luego se divide en I2 e I3.

Según la primera ley de Kirchhoff**, la suma de las corrientes que entran en este nodo debe ser igual a la suma de las corrientes que salen de él**. La corriente I1 entra en el nodo, mientras que las corrientes I2 e I3 salen de él. Para simplificar, comparemos una corriente con el agua e imaginemos una tubería que, en algún punto, se divide en dos canales separados. Esta tubería tiene forma de Y. Es obvio que la cantidad de agua que entra en la bifurcación debe ser la misma que la que sale por sus dos lados.

Volviendo a los circuitos eléctricos: para el nodo en cuestión, la relación anterior puede escribirse utilizando la ecuación:

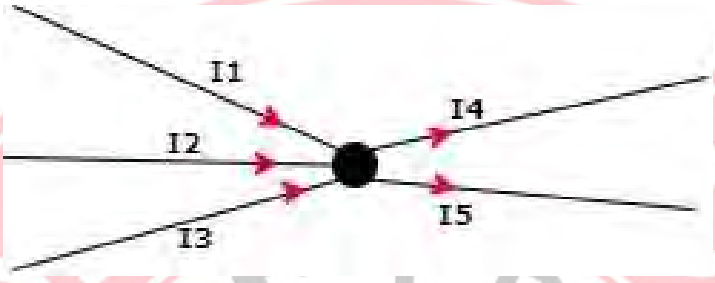
$$I_1 = I_2 + I_3$$

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

Además, puede realizar una sencilla operación matemática trasladando todos los elementos de esta ecuación a su lado izquierdo. Tras la operación, la ecuación adopta la siguiente forma:

$$I_1 - I_2 - I_3 = 0$$

Por supuesto, los nodos pueden ser más complejos, como el de abajo. Siempre es importante recordar que la suma de las corrientes que entran en un nodo debe ser igual a la suma de las corrientes que salen de él.



Así, las corrientes I1, I2 e I3 fluyen hacia el nodo de arriba, mientras que las corrientes I4 e I5 fluyen hacia fuera. Esto puede representarse mediante la ecuación siguiente:

$$I_1 + I_2 + I_3 = I_4 + I_5$$

4.2. SEGUNDA LEY DE KIRCHHOFF

Veamos ahora la segunda ley de Kirchhoff. Una vez más, empecemos por la definición:

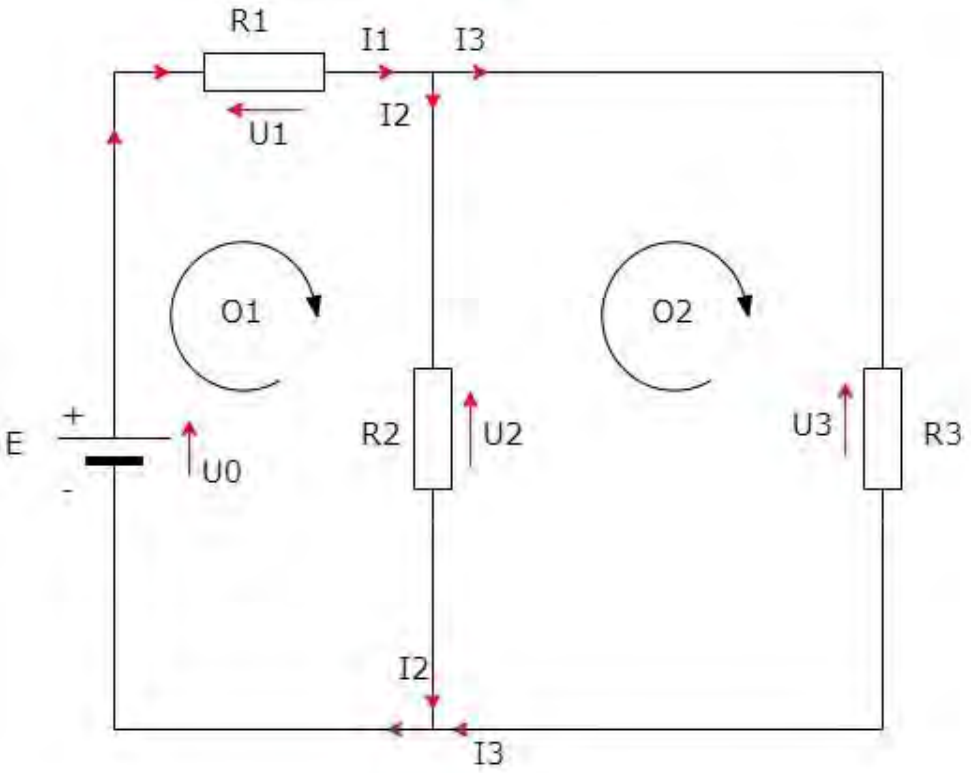
En un circuito cerrado, la suma de las caídas de tensión en todos los circuitos conductores de corriente debe ser igual a la suma de las tensiones en las fuentes de tensión.

Se puede identificar otra formulación de este principio:

La suma de las tensiones en cualquier bucle de un circuito eléctrico debe ser cero.

La definición puede ser un poco complicada, así que empecemos explicando qué son un bucle y una caída de tensión.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.



El flujo de corriente a través de una carga, por ejemplo, a través de la resistencia R1 mostrada en la figura anterior, provoca una caída de tensión a través de la carga en cuestión. La caída puede medirse físicamente utilizando un multímetro. Observe también que la caída de tensión se produce en sentido contrario a la corriente que circula, ya que, por así decirlo, contrarresta la fuerza electromotriz generada por la fuente de alimentación. ¿Qué es un bucle de circuito? Un bucle no es más que una sección de un circuito eléctrico en la que circula una corriente constante. En el dibujo de ejemplo, se han dibujado dos bucles (etiquetados en secuencia O1 y O2). En la primera espira, hay una fuente de tensión (E) y dos caídas de tensión creadas en las resistencias R1 y R2, que se han etiquetado como U1 y U2. En el segundo bucle, hay dos caídas de tensión: U2 y U3 (causadas por las resistencias R2 y R3).

Podemos entonces formular una ecuación para describir la suma de las tensiones presentes en el primer bucle. Esta suma debe ser igual a 0, según la segunda teoría de la ley de Kirchhoff considerada aquí.

$$U_0 - (U_1 + U_2) = 0$$

Tras la ordenación, se obtiene la siguiente ecuación:

$$U_0 = U_1 + U_2$$

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

En el caso de la segunda malla O2, procedemos de la misma manera y obtenemos:

$$U_2 + U_3 = 0$$

Como puede ver, las leyes de Kirchhoff se utilizan para calcular tensiones y corrientes en circuitos ramificados. Estas operaciones se denominan a veces **„resolución de circuitos"**.

5. ENERGÍA ELÉCTRICA

DEFINICIÓN

La **energía eléctrica** es la capacidad de realizar trabajo mediante el movimiento de cargas eléctricas en un circuito. Se mide en **julios (J)** en el Sistema Internacional, aunque en contextos prácticos es común utilizar el **kilovatio-hora (kWh)**, especialmente en la facturación del consumo eléctrico.

RELACIÓN ENTRE ENERGÍA Y POTENCIA

La energía consumida o generada en un sistema eléctrico está directamente relacionada con la potencia y el tiempo durante el cual se mantiene esa potencia. Matemáticamente, esta relación se expresa como:

$$E = P \times t$$

Donde:

- E: Energía en julios (J) o kilovatios-hora (kWh)
- P: Potencia en vatios (W) o kilovatios (kW)
- t: Tiempo en segundos (s) o horas (h)

Esta fórmula indica que la energía es el producto de la potencia por el tiempo durante el cual se aplica dicha potencia. Por ejemplo, un dispositivo que consume 1000 W (1 kW) de potencia durante 1 hora utilizará 1 kWh de energía.

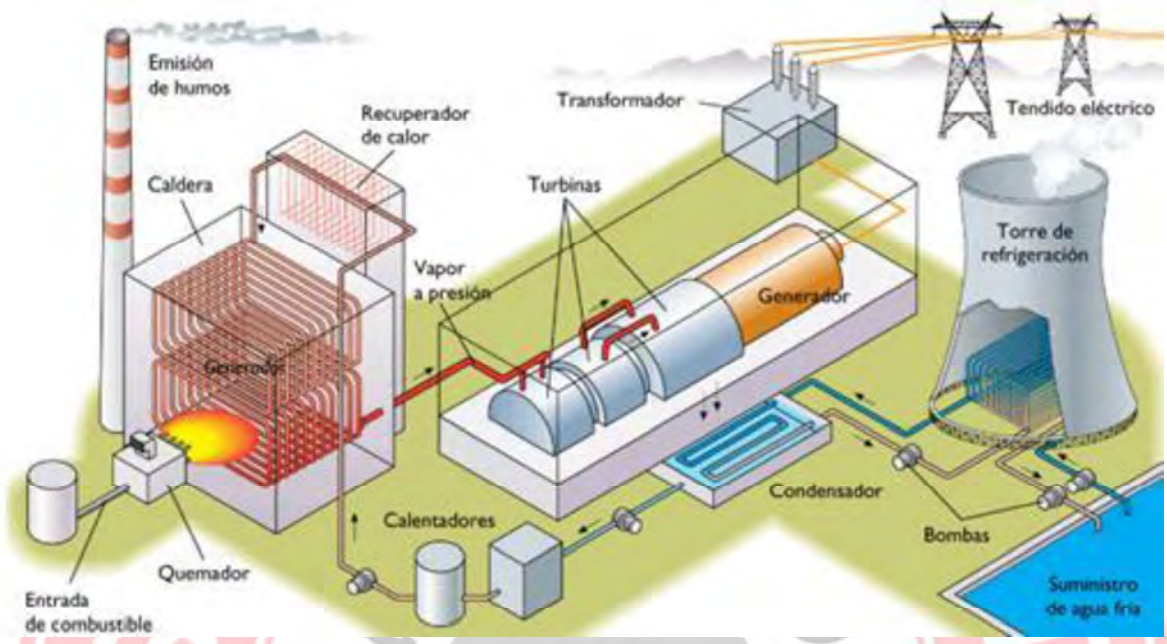
GENERACIÓN Y CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

La energía eléctrica se genera a partir de diversas fuentes y se consume en múltiples aplicaciones que abarcan desde el ámbito doméstico hasta el industrial.

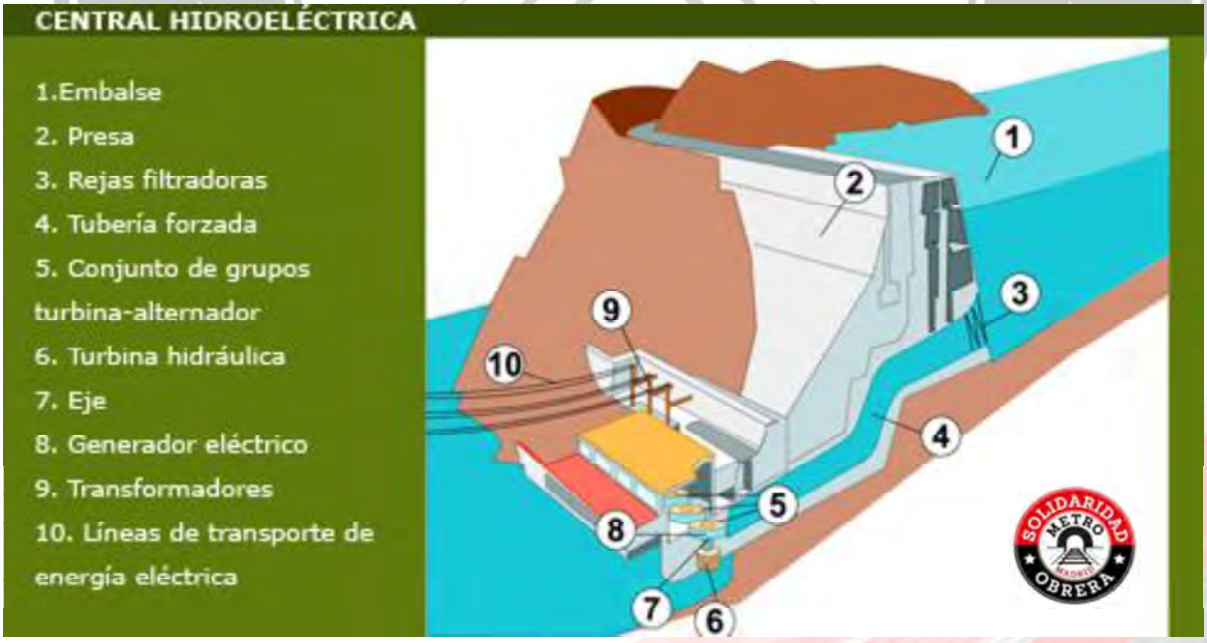
Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

Fuentes de Generación

- **Centrales Térmicas**: Utilizan combustibles fósiles como carbón, petróleo o gas natural para generar electricidad. Estos combustibles se queman para producir vapor que impulsa turbinas conectadas a generadores eléctricos.

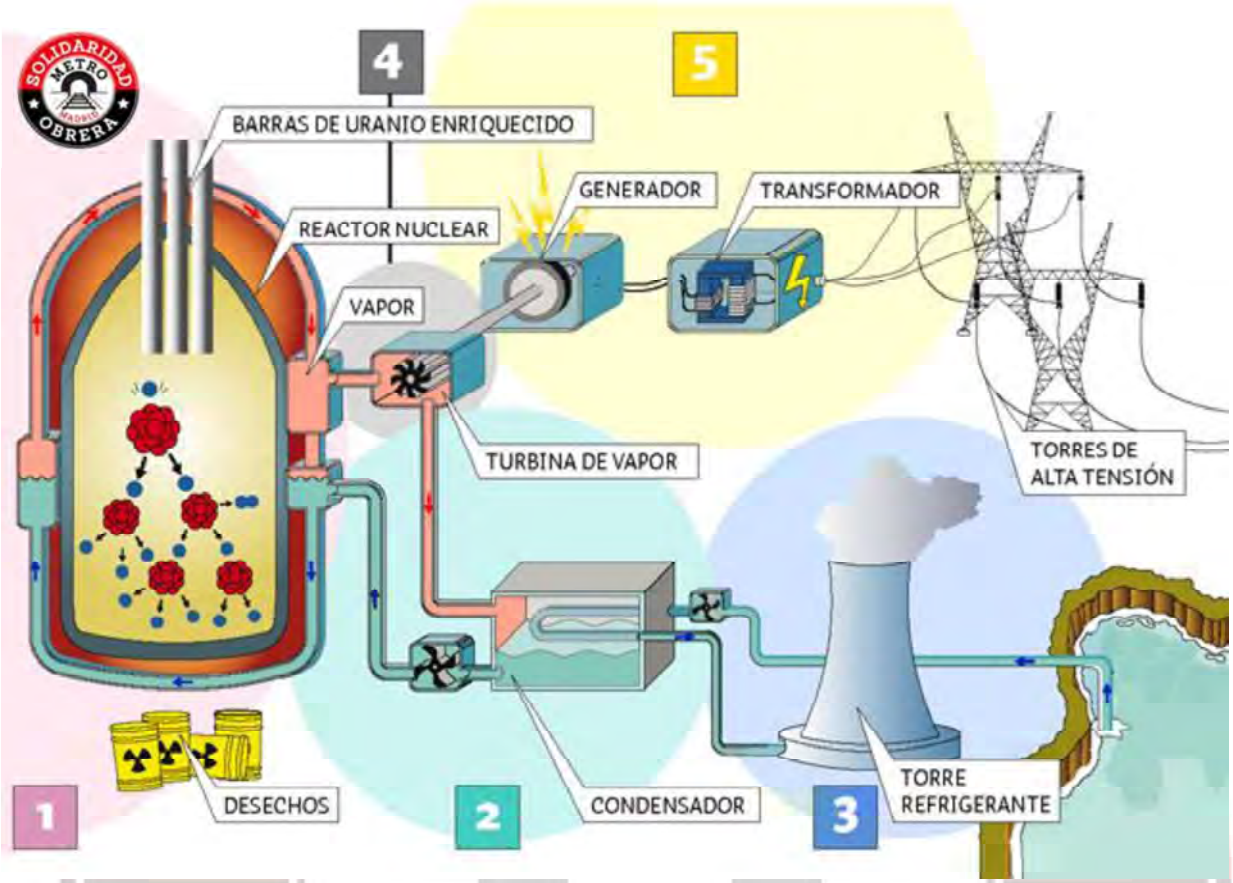


- **Centrales Hidroeléctricas**: Aprovechan la energía potencial del agua almacenada en embalses. Al liberar el agua, esta fluye a través de turbinas, generando electricidad.



Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

- **Centrales Nucleares**: Emplean la fisión de átomos de uranio o plutonio para producir calor, generando vapor que mueve turbinas y produce electricidad.



- **Energías Renovables**: Incluyen fuentes como la solar, eólica, geotérmica y biomasa. Estas fuentes son sostenibles y tienen un menor impacto ambiental.



Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

La energía eléctrica se consume en diversos sectores:

- **Residencial**: Uso de electrodomésticos, iluminación, calefacción y sistemas de entretenimiento en hogares.
- **Comercial**: Operación de oficinas, tiendas y otros establecimientos que requieren iluminación, climatización y equipos electrónicos.
- **Industrial**: Procesos de manufactura, maquinaria pesada y sistemas de control que demandan grandes cantidades de energía.
- **Transporte**: Vehículos eléctricos y sistemas de transporte público electrificados.

MEDICIÓN DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

La energía eléctrica consumida se mide en **kilovatios-hora (kWh)**, que representa la cantidad de energía utilizada durante una hora a una potencia constante de un kilovatio. Los medidores eléctricos registran el consumo de energía en instalaciones residenciales, comerciales e industriales, y son la base para la facturación por parte de las compañías eléctricas.

EFICIENCIA ENERGÉTICA Y AHORRO

La **eficiencia energética** implica utilizar la energía de manera óptima para realizar una tarea específica, minimizando las pérdidas y reduciendo el consumo innecesario. Algunas estrategias para mejorar la eficiencia energética incluyen:

- **Uso de Equipos Eficientes**: Optar por electrodomésticos y dispositivos con alta eficiencia energética, identificados por etiquetas de eficiencia.
- **Mantenimiento Regular**: Realizar mantenimiento periódico de equipos para asegurar su funcionamiento óptimo.
- **Iluminación Eficiente**: Sustituir bombillas incandescentes por LED, que consumen menos energía y tienen una vida útil más larga.
- **Aislamiento Térmico**: Mejorar el aislamiento en edificaciones para reducir la necesidad de calefacción y refrigeración.
- **Gestión de la Demanda**: Implementar sistemas de control que optimicen el uso de energía según las necesidades reales.

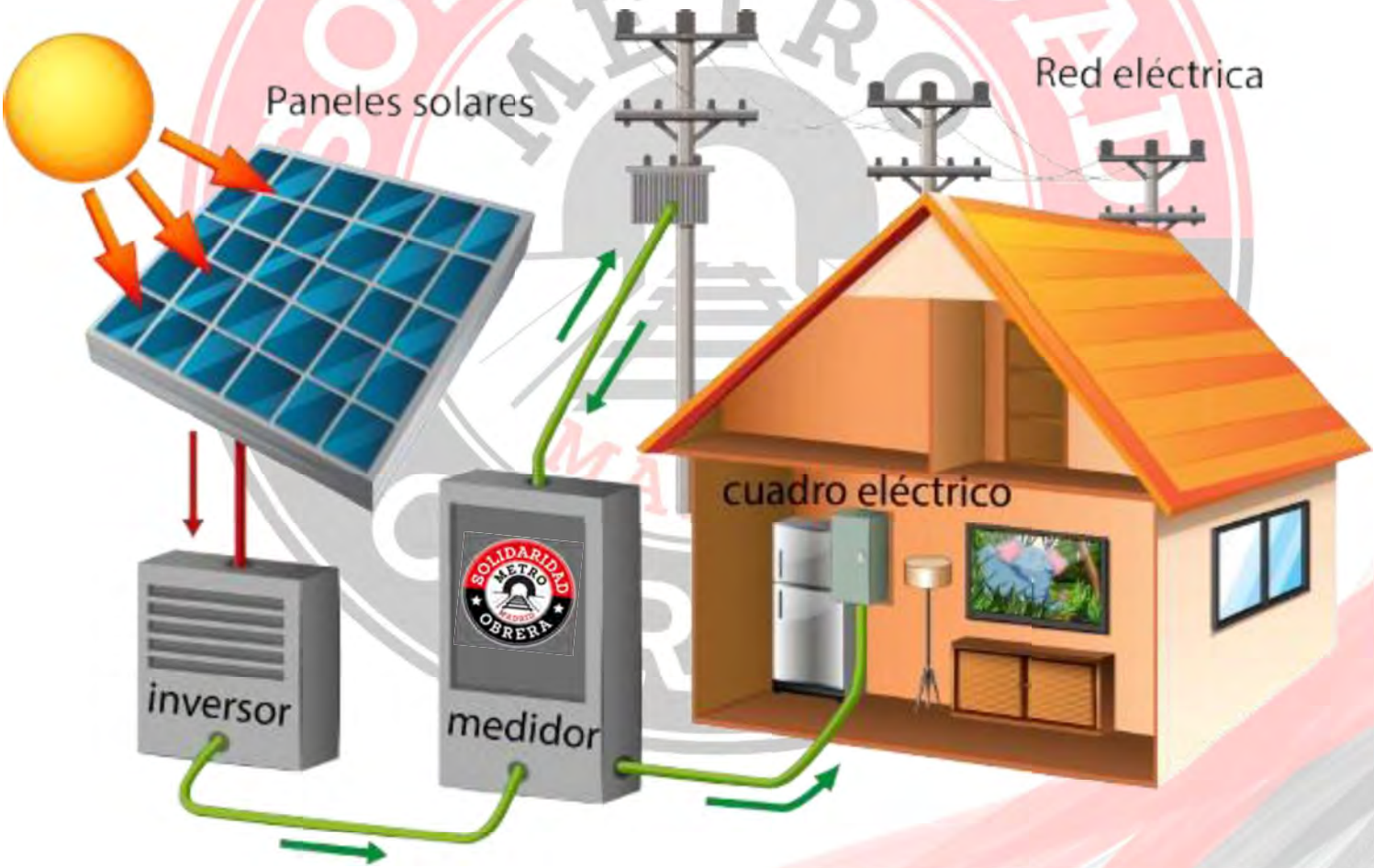
Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

La adopción de prácticas de eficiencia energética no solo reduce los costos operativos, sino que también contribuye a la sostenibilidad ambiental al disminuir la demanda de recursos naturales y las emisiones de gases de efecto invernadero.

ENERGÍAS RENOVABLES Y SOSTENIBILIDAD

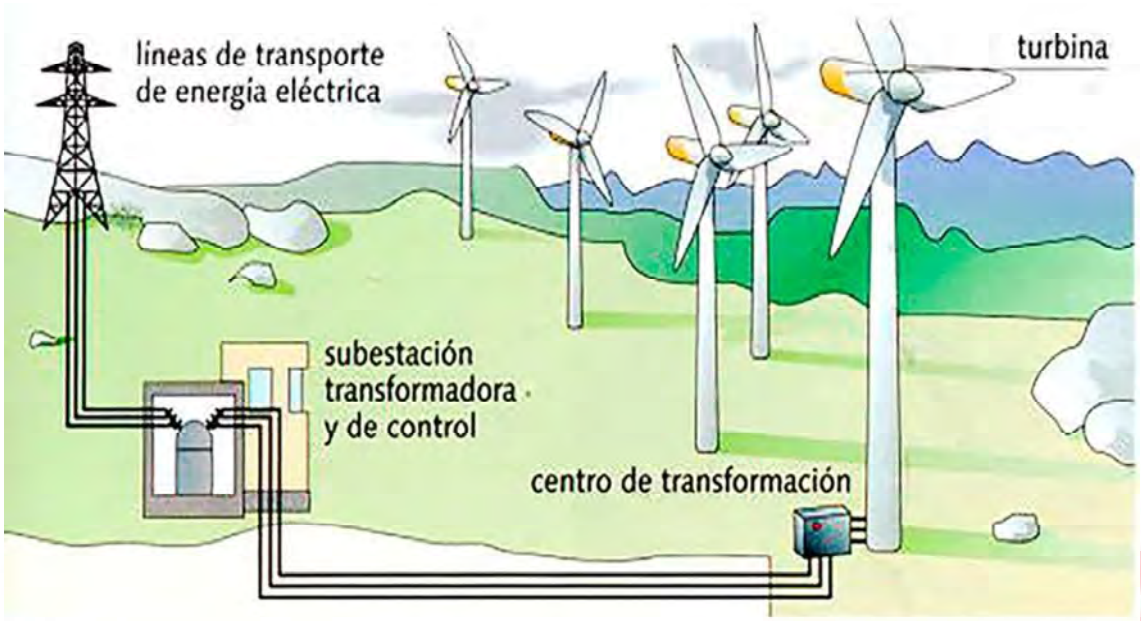
La transición hacia fuentes de energía renovable es esencial para lograr un suministro energético sostenible y reducir el impacto ambiental. Las principales fuentes de energía renovable incluyen:

- **Energía Solar**: La energía solar es aquella que se obtiene a partir del sol en forma de radiación electromagnética (luz, calor y rayos ultravioleta). Mediante la instalación de paneles solares o colectores, se puede utilizar para obtener energía térmica (sistema fototérmico) o para generar electricidad (sistema fotovoltaico).

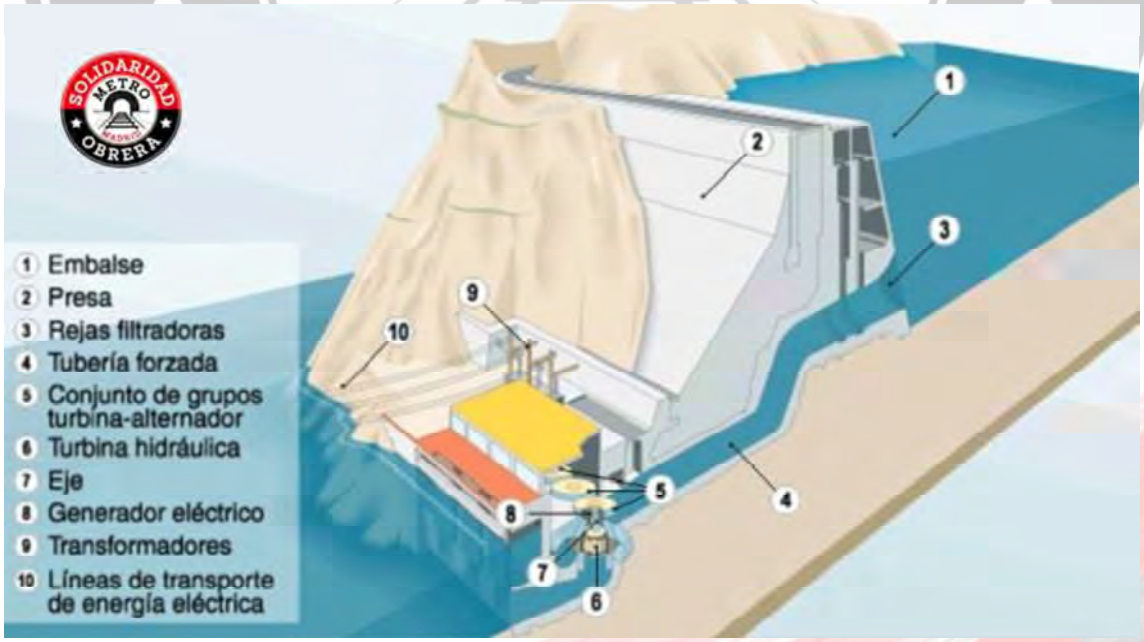


Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

- **Energía Eólica**: Generación de electricidad a partir del viento utilizando aerogeneradores.

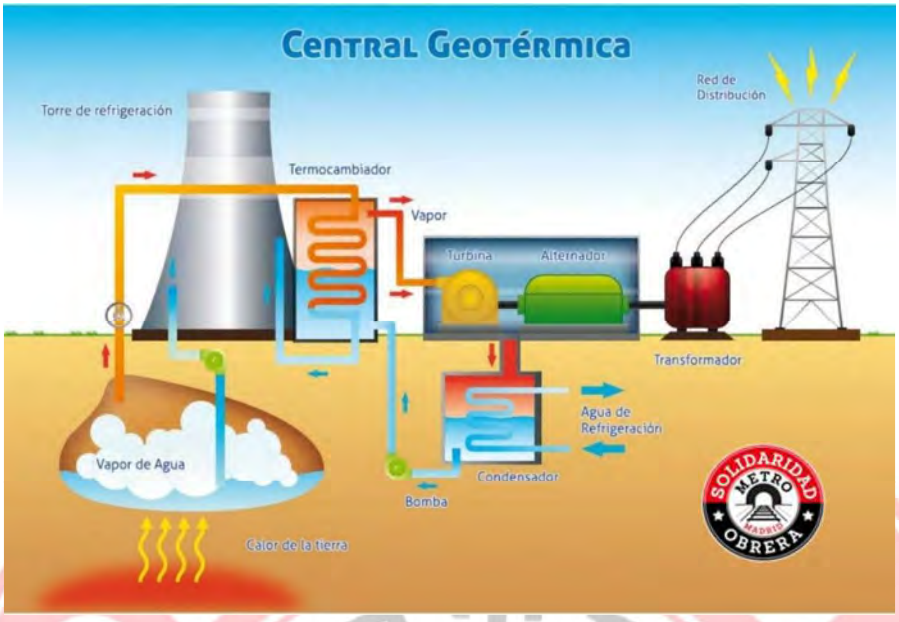


- **Energía Hidroeléctrica**: Producción de electricidad mediante el aprovechamiento de la energía cinética y potencial del agua en movimiento.

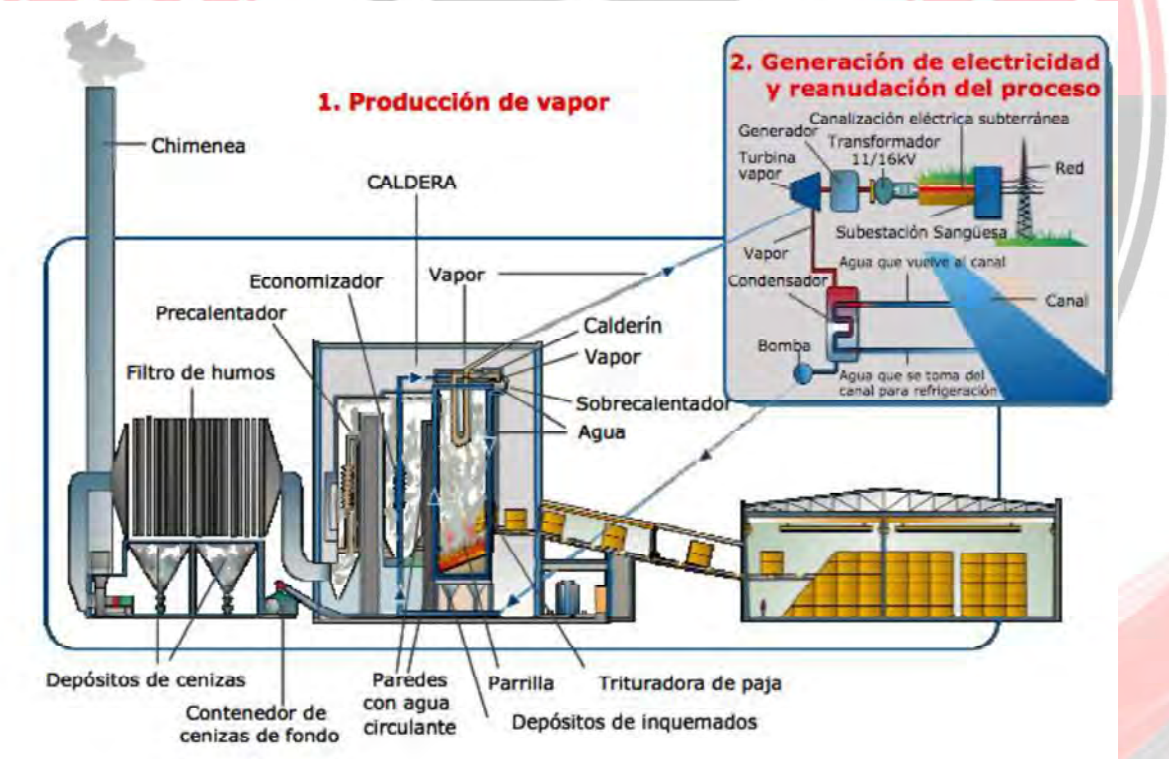


Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

- **Energía Geotérmica**: Uso del calor interno de la Tierra para generar electricidad o calefacción.



- **Biomasa**: Obtención de energía a partir de materia orgánica, ya sea para generar electricidad, calor o biocombustibles.



La integración de estas fuentes en la matriz energética contribuye a la diversificación del suministro, la reducción de emisiones contaminantes y la mitigación del cambio climático.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

IMPACTO AMBIENTAL DE LA GENERACIÓN Y CONSUMO DE ENERGÍA

La generación y el consumo de energía tienen implicaciones ambientales significativas:

- **Emisiones de Gases de Efecto Invernadero**: La quema de combustibles fósiles libera dióxido de carbono (CO_2) y otros gases que contribuyen al calentamiento global.
- **Contaminación del Aire y Agua**: Las actividades de extracción y combustión pueden liberar contaminantes que afectan la calidad del aire y los cuerpos de agua.
- **Alteración de Ecosistemas**: La construcción de infraestructuras energéticas, como presas hidroeléctricas o parques eólicos, puede impactar hábitats naturales.
- **Generación de Residuos**: Algunas tecnologías, como la nuclear, producen residuos que requieren una gestión y almacenamiento seguros.

Es fundamental implementar prácticas de **gestión ambiental** y **tecnologías limpias** para minimizar estos impactos y promover un desarrollo energético sostenible.

EFECTOS DE LA ELECTRICIDAD

La electricidad es una forma de energía fundamental en nuestra vida diaria, y su interacción con diversos materiales y sistemas produce una variedad de efectos que son aprovechados en múltiples aplicaciones tecnológicas. A continuación, se detallan los principales efectos de la electricidad:

Efecto Térmico o Calorífico

Cuando una corriente eléctrica circula por un conductor, los electrones en movimiento chocan con los átomos del material, generando calor debido a la resistencia que ofrece el conductor al paso de la corriente. Este fenómeno, conocido como **efecto Joule**, es la base de funcionamiento de dispositivos como estufas, planchas y hornos eléctricos. La cantidad de calor generado depende de la intensidad de la corriente, la resistencia del material y el tiempo de circulación de la corriente.

Efecto Luminoso

El efecto luminoso se manifiesta cuando la energía eléctrica se transforma en luz. Esto ocurre, por ejemplo, en las lámparas incandescentes, donde un filamento se calienta

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

hasta ponerse incandescente y emitir luz. En las lámparas fluorescentes y los LED, la electricidad provoca reacciones que producen luz sin generar tanto calor, lo que las hace más eficientes energéticamente.

Efecto Magnético

La corriente eléctrica que circula por un conductor genera un campo magnético a su alrededor. Este principio es fundamental en el funcionamiento de motores eléctricos, transformadores y electroimanes. Por ejemplo, en un motor eléctrico, la interacción entre el campo magnético generado por la corriente y un imán permanente produce movimiento rotatorio, convirtiendo la energía eléctrica en energía mecánica.

Efecto Químico

La electricidad puede inducir cambios químicos en ciertas sustancias, un proceso conocido como **electrólisis**. Este efecto se utiliza en aplicaciones como la galvanoplastia, donde se recubren objetos metálicos con una capa de otro metal para mejorar su resistencia a la corrosión o para fines estéticos. También es esencial en el funcionamiento de baterías y acumuladores, donde las reacciones químicas permiten el almacenamiento y liberación de energía eléctrica.

Efecto Fisiológico

El paso de corriente eléctrica a través del cuerpo humano puede tener efectos fisiológicos que varían según la intensidad de la corriente, la duración de la exposición y el recorrido de la corriente. Estos efectos pueden ir desde una sensación de cosquilleo hasta contracciones musculares, quemaduras, fibrilación ventricular o incluso la muerte por electrocución. Es crucial tomar medidas de seguridad adecuadas al trabajar con electricidad para prevenir accidentes.

Efecto Mecánico

La electricidad puede transformarse en energía mecánica mediante dispositivos que aprovechan el efecto magnético. Por ejemplo, en los motores eléctricos, la interacción entre campos magnéticos genera movimiento rotatorio, lo que permite su uso en una amplia gama de aplicaciones, desde electrodomésticos hasta maquinaria industrial.

En resumen, los diversos efectos de la electricidad son fundamentales para el desarrollo y funcionamiento de innumerables tecnologías que facilitan y mejoran nuestra vida cotidiana. Comprender estos efectos nos permite innovar y utilizar la energía eléctrica de manera más eficiente y segura.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

MÓDULO 2: CIRCUITOS ELÉCTRICOS.

6. TIPOS DE **CIRCUITOS** ELÉCTRICOS

Un **circuito eléctrico** es una interconexión de componentes eléctricos que permite el flujo de corriente eléctrica para realizar una función específica. Estos circuitos son fundamentales en una amplia gama de aplicaciones, desde dispositivos electrónicos simples hasta complejos sistemas industriales.

Los circuitos eléctricos se pueden clasificar según la configuración de sus componentes en los siguientes tipos principales:

1. **Circuito en Serie**,
2. **Circuito en Paralelo**.
3. **Circuito Mixto**.

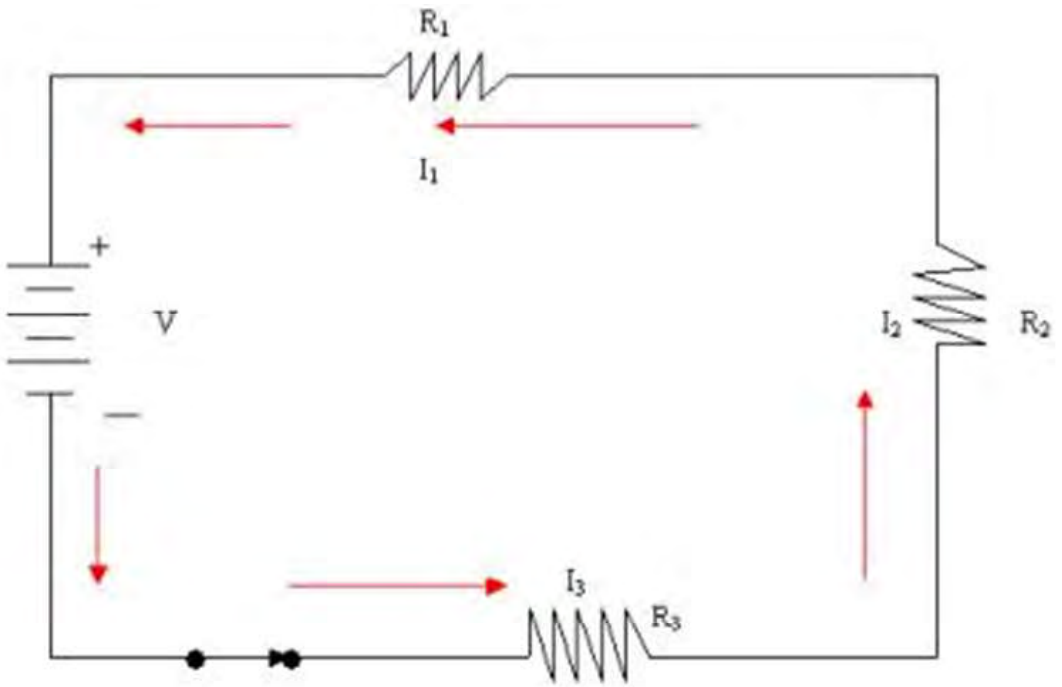
Comprender estos tipos de circuitos es esencial para el diseño y análisis de sistemas eléctricos y electrónicos, ya que cada configuración tiene características únicas que afectan el rendimiento y la funcionalidad del sistema.

6.1. CIRCUITOS EN SERIE

En este tipo de circuito, los componentes están conectados secuencialmente, uno tras otro, formando una única trayectoria para la corriente eléctrica. La corriente que fluye es la misma a través de todos los componentes, pero el voltaje se divide entre ellos. Una desventaja es que, si un componente falla o se desconecta, la corriente se interrumpe y todos los demás componentes dejan de funcionar.

En el caso concreto de solo arreglos de resistencias la corriente eléctrica es la misma en todos los puntos del circuito. Ver la siguiente imagen.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.



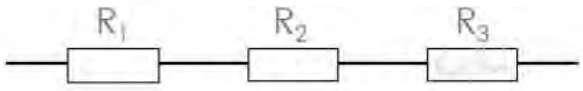
$$I_1 = I_2 = I_3 = \cdots = I$$
$$V = V_1 + V_2 + V_3 + \cdots + V_n$$
$$R = R_1 + R_2 + R_3 + \cdots + R_n$$

donde I la corriente de la fuente
V el voltaje de la fuente
R es la resistenci a total
R_i la resistenci a i
V_i de la resistenci a R_i

Circuitos en serie

La resistencia total es la suma de las resistencias.

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3$$

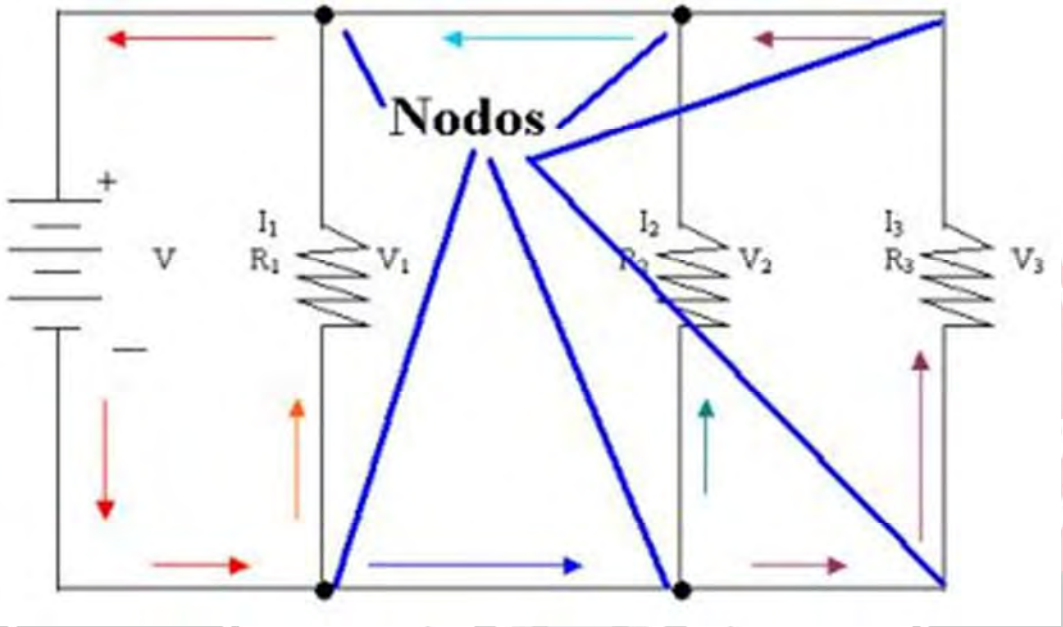


Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

6.2. CIRCUITOS EN PARALELO.

En este circuito, los componentes están conectados de manera que cada uno tiene su propia ruta independiente hacia la fuente de energía. El voltaje a través de cada componente es el mismo, pero la corriente se divide entre las diferentes ramas. Una ventaja es que, si un componente falla, los demás pueden seguir funcionando sin interrupción.

Su característica más importante es el hecho de que el potencial en cada elemento del circuito tiene la misma diferencia de potencia



Donde, en general:

$$V_1 = V_2 = V_3 = \cdots = V$$

$$I = I_1 + I_2 + I_3 + \cdots + I_n$$

$$R = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \ldots + \frac{1}{R_n}}$$

donde I la corriente de la fuente

V el voltaje de la fuente

R es la resistenci a total

R_i la resistenci a i

V_i de la resistenci a R_i

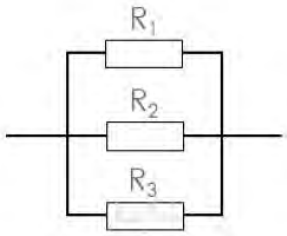
I_i la corriente i de la resistenci a R_i

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

Circuitos en paralelo

El inverso de la resistencia total es la suma de los inversos de las resistencias.

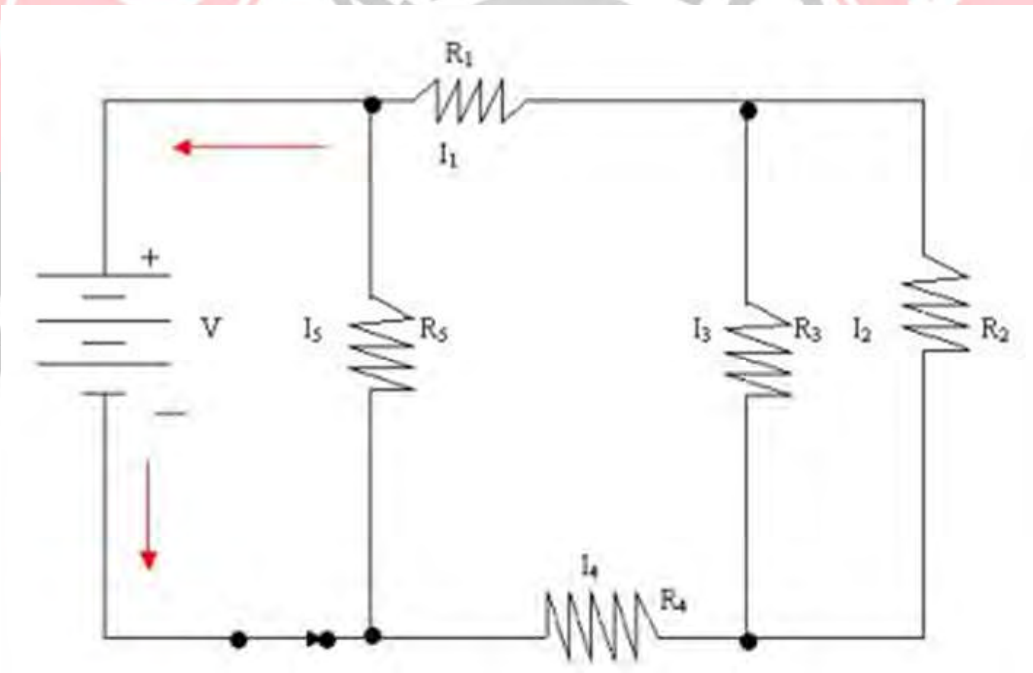
$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$



6.3. CIRCUITOS EN MIXTO.

Este tipo de circuito combina elementos de circuitos en serie y en paralelo. Es común en aplicaciones donde se requiere una configuración más compleja para cumplir con requisitos específicos de funcionamiento. El análisis de estos circuitos implica descomponerlos en sus partes serie y paralelo para comprender su comportamiento.

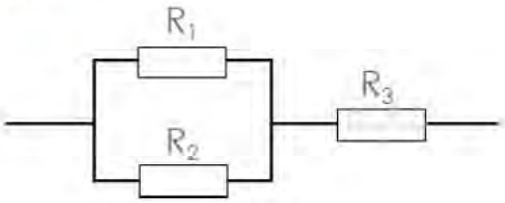
Para la solución de estos problemas se trata de resolver primero todos los elementos que se encuentran en serie y en paralelo para finalmente reducir a un circuito puro, bien sea en serie o en paralelo.



Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

Circuitos mixto

Caso 1



Sistema de resistencias en paralelo conectadas en serie con otras.

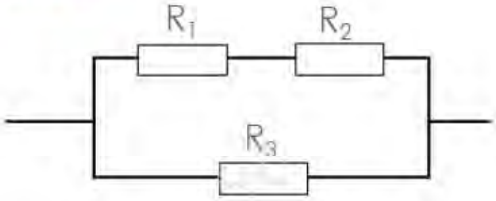
1. Se halla la resistencia equivalente en paralelo.

$$\frac{1}{R_A}=\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2} \Rightarrow R_A$$

2. Se halla la resistencia equivalente en serie.

$$R_T = R_A + R_3$$

Caso 2



Sistema de resistencias en serie conectadas en paralelo con otras.

1. Se halla la resistencia equivalente en serie.

$$R_A = R_1 + R_2 \Rightarrow R_A$$

2. Se halla la resistencia equivalente en serie.

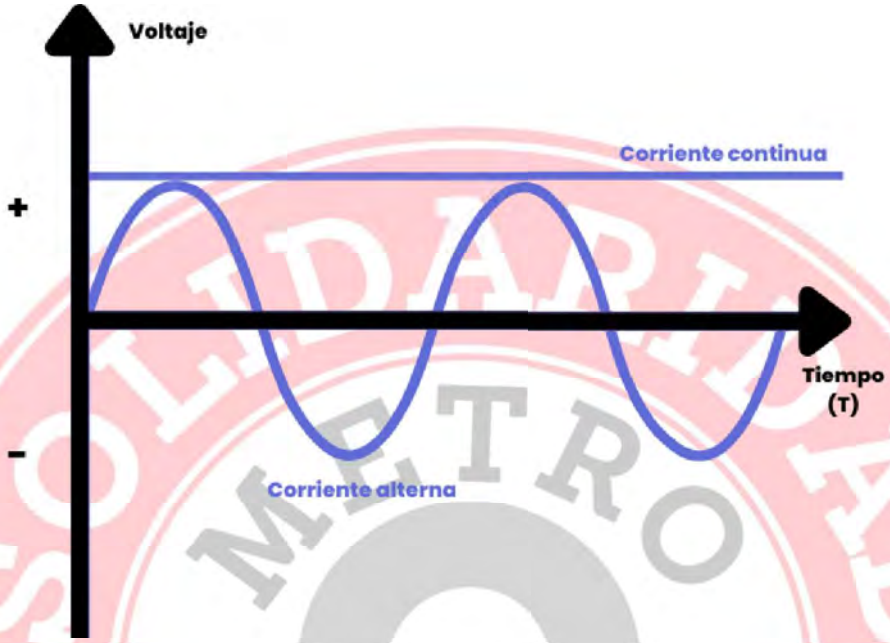
$$\frac{1}{R_T}=\frac{1}{R_A}+\frac{1}{R_3}$$

ç

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

MÓDULO 3: CORRIENTE CONTINUA Y ALTERNA

7. CORRIENTE CONTINUA (CC) Y CORRIENTE ALTERNA (CA)



La **corriente eléctrica** es el flujo de cargas eléctricas a través de un material conductor, impulsado por una diferencia de potencial eléctrico. Este fenómeno es fundamental en la física y la ingeniería eléctrica, ya que es la base del funcionamiento de innumerables dispositivos y sistemas que utilizamos diariamente. La corriente eléctrica se clasifica principalmente en dos tipos: **corriente continua (CC)** y **corriente alterna (CA)**. Además, la **intensidad de corriente** es una magnitud clave que describe la cantidad de carga que atraviesa una sección del conductor por unidad de tiempo.



Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

La corriente eléctrica se clasifica en dos tipos principales:

7.1. CORRIENTE CONTINUA (CC):

La **corriente continua** es aquella en la que el flujo de cargas eléctricas se mantiene constante en una única dirección a lo largo del tiempo. Esto significa que los electrones se desplazan siempre desde el polo negativo hacia el polo positivo del circuito, sin invertir su sentido de movimiento. La tensión o voltaje en un circuito de corriente continua también permanece constante, sin variaciones periódicas.

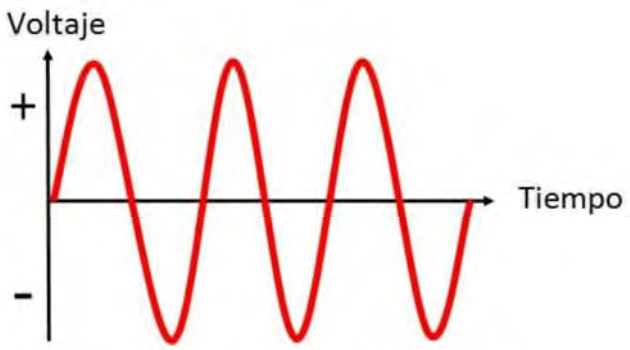


- Mantiene una dirección constante.
- Su voltaje es estable o varía uniformemente.
- Se encuentra en baterías, celdas solares y sistemas electrónicos.
- Es utilizada en dispositivos electrónicos sensibles y circuitos de baja potencia.
- Se transporta en distancias cortas debido a la caída de voltaje con la distancia.

7.2. CORRIENTE ALTERNA (CA):

La **corriente alterna** se caracteriza por un flujo de cargas eléctricas que cambia de dirección periódicamente. Esto significa que los electrones oscilan hacia adelante y hacia atrás dentro del conductor, debido a que la tensión alterna invierte su polaridad en intervalos regulares. La forma de onda más común de la corriente alterna es la senoidal, aunque existen otras formas como la triangular o cuadrada.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.



- Cambia de dirección periódicamente.
- Su voltaje sigue un patrón senoidal con una frecuencia definida.
- Se usa en la distribución eléctrica doméstica e industrial.
- Es más eficiente para el transporte de electricidad a largas distancias debido a la facilidad con la que se puede transformar su voltaje mediante transformadores.

7.3. GENERACIÓN DE LA CORRIENTE CONTINUA Y ALTERNA

7.3.1. GENERACIÓN DE CORRIENTE CONTINUA

Existen diversas fuentes que generan corriente continua:

- **Baterías y Pilas**: Mediante reacciones químicas internas, convierten energía química en energía eléctrica, proporcionando una tensión constante entre sus terminales.

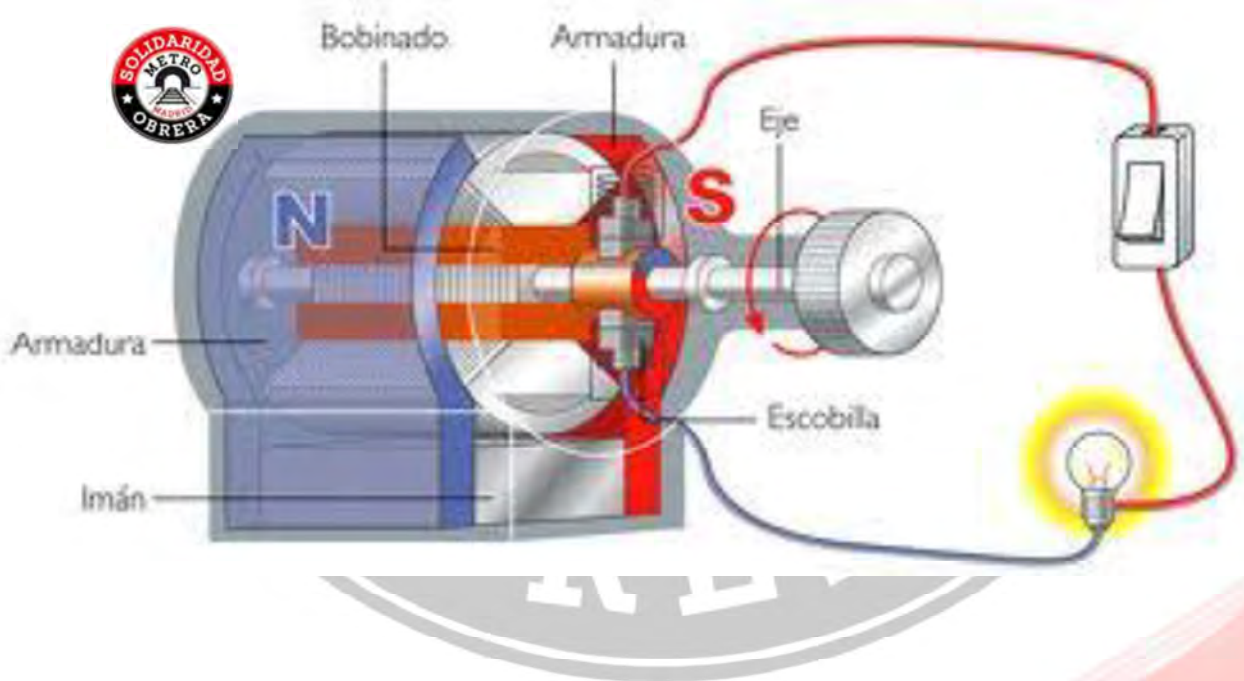


Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

- **Paneles Solares (Celdas Fotovoltaicas)**: Transforman la energía luminosa del sol en energía eléctrica continua, gracias al efecto fotovoltaico que ocurre en los materiales semiconductores de las celdas.



- **Dinamos**: Son generadores que convierten energía mecánica en energía eléctrica continua, comúnmente utilizados en aplicaciones como bicicletas para alimentar luces.



7.3.2. GENERACIÓN DE CORRIENTE ALTERNA

- Se produce mediante alternadores o generadores eléctricos.
- Un campo magnético en movimiento induce corriente en un conductor.
- En una central eléctrica, una turbina hace girar un rotor dentro de un estator con bobinas de alambre, generando corriente alterna.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

- Esta corriente es distribuida a través de la red eléctrica y posteriormente transformada para su uso en distintos dispositivos.

Funcionamiento de un Alternador

El funcionamiento básico de un generador de corriente alterna se describe en los siguientes pasos:

1. Se aplica una energía mecánica al rotor, que gira dentro del estator.
2. Al girar, el rotor genera un campo magnético variable dentro del estator.
3. Este campo magnético induce una corriente eléctrica en las bobinas del estator debido a la ley de Faraday.
4. La corriente inducida cambia de dirección periódicamente, lo que da lugar a la corriente alterna.

La forma de onda de la corriente alterna generada es generalmente senoidal, lo que facilita su transporte y conversión a diferentes niveles de tensión.

Ventajas de la Corriente Alterna

La corriente alterna presenta varias ventajas que han propiciado su adopción generalizada en la distribución de energía eléctrica:

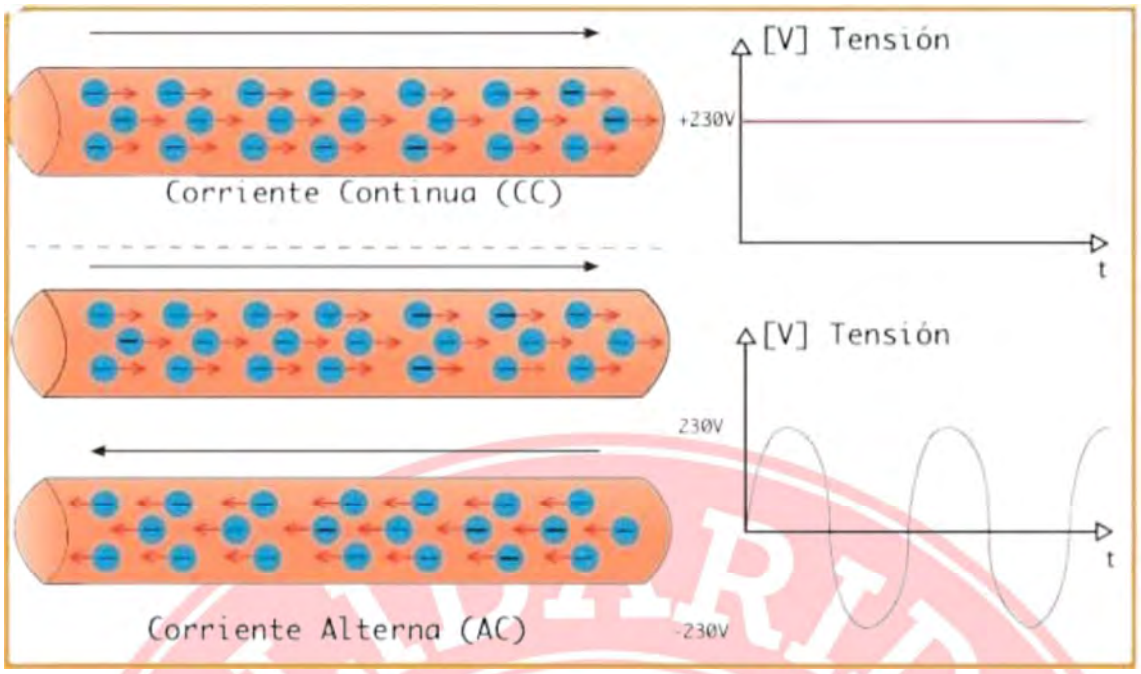
- **Facilidad de Transformación**: Mediante transformadores, es sencillo elevar o reducir la tensión de la corriente alterna, lo que permite transmitir energía a altas tensiones (reduciendo las pérdidas por efecto Joule) y luego disminuirla para su uso seguro en hogares e industrias.
- **Eficiencia en la Transmisión**: La capacidad de transformar la tensión facilita la transmisión de electricidad a largas distancias con menores pérdidas de energía.
- **Iluminación**: La mayoría de los sistemas de iluminación, incluyendo bombillas incandescentes, fluorescentes y LED, están diseñados para operar con corriente alterna.

7.4. DIFERENCIAS ENTRE CORRIENTE CONTINUA Y CORRIENTE ALTERNA

Aunque ambas formas de corriente implican el movimiento de cargas eléctricas, presentan diferencias fundamentales:

- **Dirección del Flujo de Electrones**: En la corriente continua, los electrones fluyen en una única dirección constante, mientras que en la corriente alterna, el flujo de electrones invierte su dirección periódicamente.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.



- **Generación y Distribución**: La corriente continua se genera principalmente mediante fuentes químicas como baterías, mientras que la corriente alterna se genera en centrales eléctricas y se distribuye eficientemente a través de redes de transmisión.
- **Transformación de Tensión**: La corriente alterna puede ser transformada fácilmente a diferentes niveles de tensión utilizando transformadores, lo que facilita su transmisión y distribución. La corriente continua requiere convertidores electrónicos para cambiar sus niveles de tensión, lo que puede

7.5. Parámetros de la CA: frecuencia, amplitud, fase

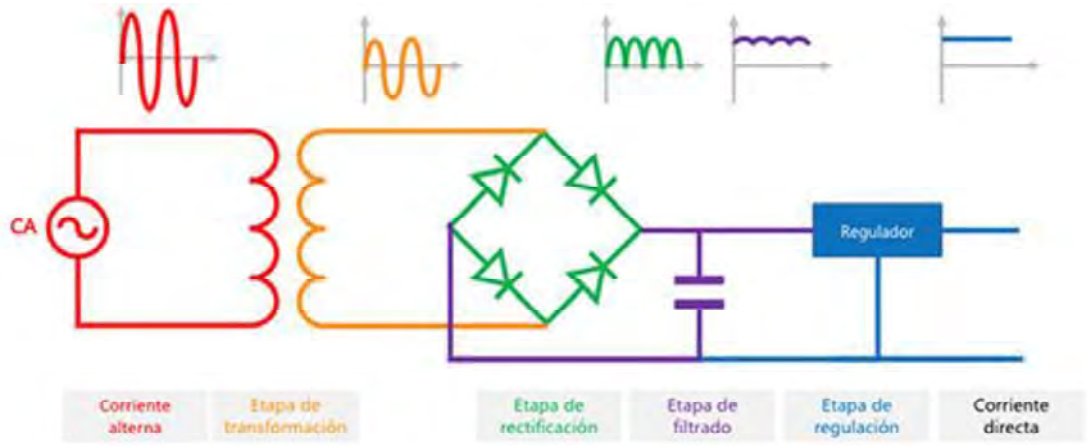
- **Frecuencia**: Indica el número de ciclos completos que la corriente alterna realiza por segundo y se mide en hercios (Hz). En Europa, la frecuencia estándar de la red eléctrica es de 50 Hz, mientras que en Estados Unidos es de 60 Hz.
- **Amplitud**: Representa el valor máximo de la tensión o corriente en cada ciclo.
- **Fase**: Describe la posición de la forma de onda en un instante dado, y es relevante en sistemas polifásicos como la corriente trifásica.

7.6. Transformación de corriente: rectificadores y convertidores

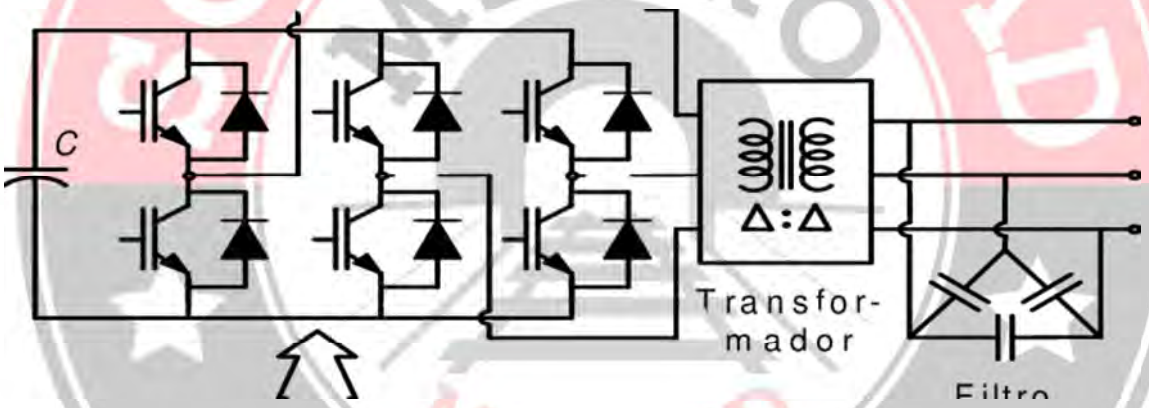
Para la conversión entre CA y CC se utilizan:

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

- **Rectificadores:** Transforman CA en CC (media onda, onda completa, puente de diodos). Se utilizan en fuentes de alimentación para dispositivos electrónicos.



- **Convertidores:** Modifican el voltaje de CC o alteran la frecuencia de la CA. Existen convertidores elevadores y reductores que permiten adaptar la energía a diferentes dispositivos.



- **Transformadores:** Son dispositivos que permiten modificar los niveles de voltaje en sistemas de corriente alterna, facilitando su distribución eficiente.

7.7. APLICACIONES DE LA CC Y LA CA

7.1.1. APLICACIONES DE LA CORRIENTE ALTERNA

La corriente alterna es predominante en numerosas aplicaciones:

- **Suministro Eléctrico Doméstico e Industrial**: La electricidad que llega a hogares, oficinas e industrias es en forma de corriente alterna, utilizada para alimentar desde electrodomésticos hasta maquinaria pesada.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

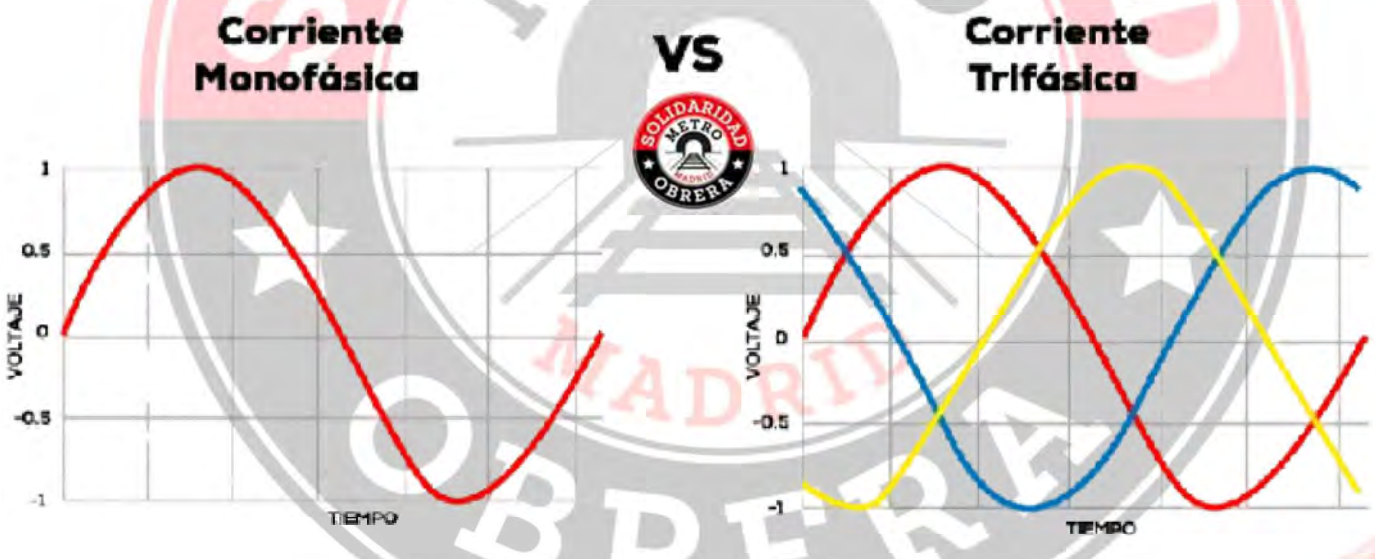
- **Motores Eléctricos**: Muchos motores industriales y domésticos funcionan con corriente alterna debido a su eficiencia y facilidad de control.

7.1.2. APLICACIONES DE LA CORRIENTE CONTINUA

La corriente continua es esencial en numerosas aplicaciones:

- **Dispositivos Electrónicos Portátiles**: Teléfonos móviles, laptops, linternas y otros aparatos que funcionan con baterías dependen de la corriente continua para su operación.
- **Vehículos Eléctricos**: Utilizan baterías de alta capacidad que suministran corriente continua a los motores eléctricos y otros sistemas del vehículo.
- **Sistemas de Energía Renovable**: La energía generada por paneles solares es en forma de corriente continua, la cual puede ser almacenada en baterías o convertida a corriente alterna para su uso en la red eléctrica.

MÓDULO 4: CORRIENTE MONOFÁSICA Y TRIFÁSICA



La energía eléctrica es fundamental en nuestra vida diaria, y su distribución se realiza principalmente a través de dos tipos de sistemas: **monofásico** y **trifásico**. Comprender las diferencias entre estos sistemas es esencial para determinar cuál es el más adecuado según las necesidades específicas de cada usuario o instalación.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

8. CORRIENTE MONOFÁSICA

La **corriente monofásica** es la forma más común de suministro eléctrico en entornos residenciales y comerciales ligeros. Se caracteriza por la transmisión de energía eléctrica a través de una sola fase de corriente alterna, utilizando dos conductores: fase y neutro.

CARACTERÍSTICAS DE LA CORRIENTE MONOFÁSICA:

- **Simplicidad:** La instalación y el diseño de sistemas monofásicos son más sencillos en comparación con los trifásicos, lo que se traduce en menores costos de instalación y mantenimiento.
- **Tensión Estándar:** En muchos países, incluida España, la tensión estándar para sistemas monofásicos es de 230 voltios a 50 Hz.
- **Distribución de Energía:** La energía se distribuye de manera uniforme a lo largo del ciclo de la onda sinusoidal, aunque presenta un punto de cero voltios en cada ciclo, lo que puede generar fluctuaciones en la entrega de potencia.

8.1.1. VENTAJAS DE LA CORRIENTE MONOFÁSICA:

- **Costo:** Las instalaciones monofásicas son generalmente más económicas debido a su simplicidad y menor requerimiento de materiales.
- **Compatibilidad:** La mayoría de los electrodomésticos y equipos de uso doméstico están diseñados para operar con corriente monofásica.
- **Facilidad de Instalación:** La configuración de dos conductores (fase y neutro) simplifica el proceso de instalación eléctrica.

8.1.2. LIMITACIONES DE LA CORRIENTE MONOFÁSICA:

- **Capacidad de Potencia:** Es menos adecuada para aplicaciones que requieren alta potencia, ya que la entrega de energía no es tan constante como en sistemas trifásicos.
- **Eficiencia en Motores:** Los motores que operan con corriente monofásica son menos eficientes y pueden requerir dispositivos adicionales para el arranque.

8.1.3. APLICACIONES COMUNES:

- **Residenciales:** Iluminación, calefacción, refrigeración y la mayoría de los electrodomésticos.
- **Comerciales Ligeros:** Oficinas pequeñas, tiendas y establecimientos que no demandan alta potencia eléctrica.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

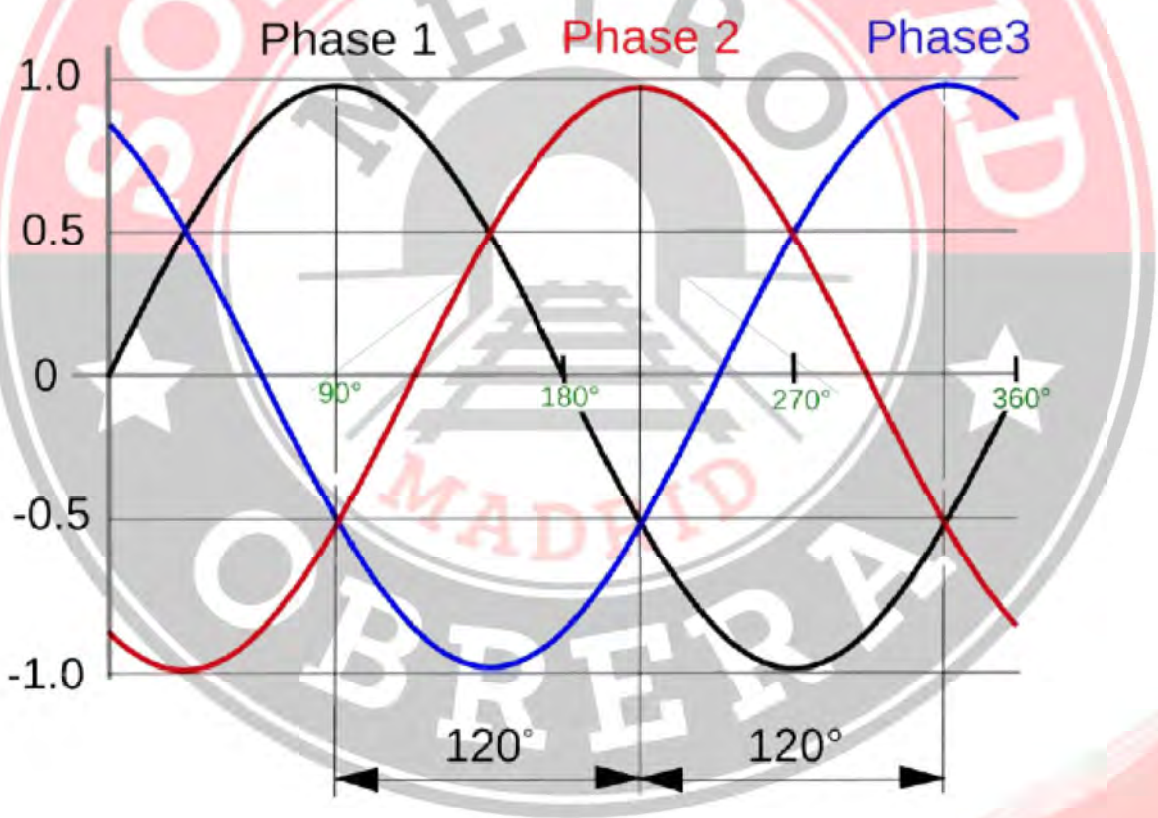
- **Pequeñas Industrias:** Talleres y pequeñas fábricas con maquinaria de baja potencia.

Conclusión

La corriente monofásica es adecuada para la mayoría de las aplicaciones residenciales y comerciales ligeras debido a su simplicidad y compatibilidad con equipos comunes. Sin embargo, para aplicaciones que requieren mayor potencia y eficiencia, especialmente en entornos industriales, el sistema trifásico es más apropiado debido a su capacidad para suministrar energía de manera más constante y equilibrada.

9. CORRIENTE TRIFÁSICA

La corriente trifásica es un tipo de suministro eléctrico que utiliza tres ondas sinusoidales de corriente alterna (CA) desfasadas 120 grados entre sí. Es el sistema de generación y distribución de energía más utilizado a nivel industrial debido a su eficiencia y estabilidad.



9.1.1. CONCEPTO DE CORRIENTE TRIFÁSICA

El sistema trifásico se basa en la producción simultánea de tres corrientes alternas que están desfasadas entre sí en un tercio de ciclo (120°). Estas corrientes se generan a partir de un generador trifásico y se transmiten a través de tres conductores, más un conductor neutro en algunos casos.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

- Cada una de las fases transporta una onda de tensión sinusoidal.
- El desfase de 120° entre cada fase permite que la potencia suministrada sea más constante que en un sistema monofásico.
- Este sistema se usa ampliamente en la industria y en la transmisión de energía eléctrica a largas distancias.

9.1.2. CARACTERÍSTICAS DE LA CORRIENTE TRIFÁSICA

La corriente trifásica presenta varias características que la hacen superior a la corriente monofásica:

- **Mayor eficiencia energética:** La potencia entregada es constante y sin fluctuaciones significativas.
- **Reducción en el tamaño y peso de los equipos eléctricos:** Los motores trifásicos son más compactos y ligeros que sus equivalentes monofásicos.
- **Menores pérdidas de energía:** En la transmisión de energía, la corriente trifásica permite el uso de conductores de menor sección para transportar la misma cantidad de energía que un sistema monofásico.
- **Posibilidad de conexión en estrella o triángulo:** Estas configuraciones permiten adaptar el sistema a diferentes necesidades de voltaje y corriente.
- **Compatibilidad con motores industriales:** La mayoría de los motores de gran potencia operan con corriente trifásica debido a su estabilidad y eficiencia.

9.1.3. COMPARACIÓN ENTRE CORRIENTE TRIFÁSICA Y MONOFÁSICA

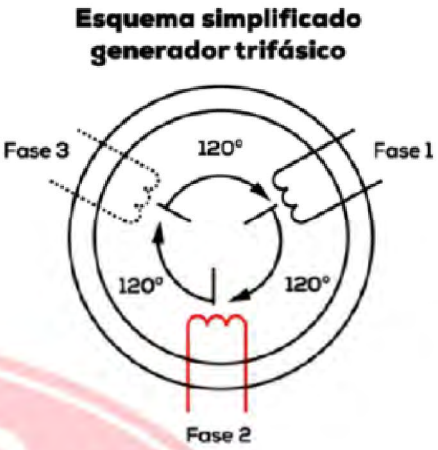
Característica	Corriente Monofásica	Corriente Trifásica
Número de fases	1	3
Desfase entre fases	No aplica	120°
Potencia entregada	Fluctuante	Constante
Aplicaciones	Residencial, pequeña industria	Industria pesada, transmisión de energía
Motores eléctricos	Requieren dispositivos adicionales para arranque	Arranque y operación más eficiente

La corriente trifásica es la elección ideal para industrias y sistemas eléctricos que requieren un suministro constante de energía con menores pérdidas y mayor eficiencia.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

9.1.4. SISTEMAS DE GENERACIÓN TRIFÁSICA

La generación de corriente trifásica se realiza mediante alternadores trifásicos, que convierten la energía mecánica en energía eléctrica de forma eficiente. La generación de corriente trifásica es fundamental para el suministro de energía a nivel industrial y en la transmisión a largas distancias.



9.1.5. PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

La generación de corriente trifásica se basa en la rotación de un campo magnético dentro de un estator con tres devanados colocados a 120° entre sí. A medida que el rotor gira, se inducen tres voltajes alternos en cada devanado, cada uno con un desfase de 120°.



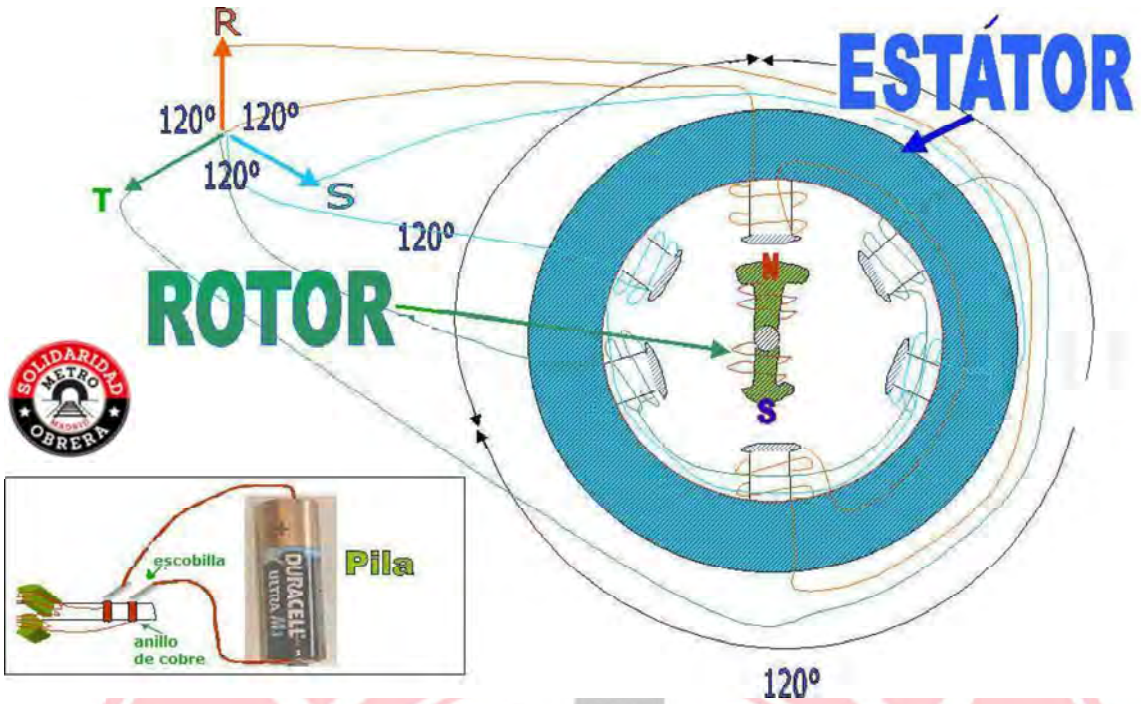
Componentes Principales de un Generador Trifásico

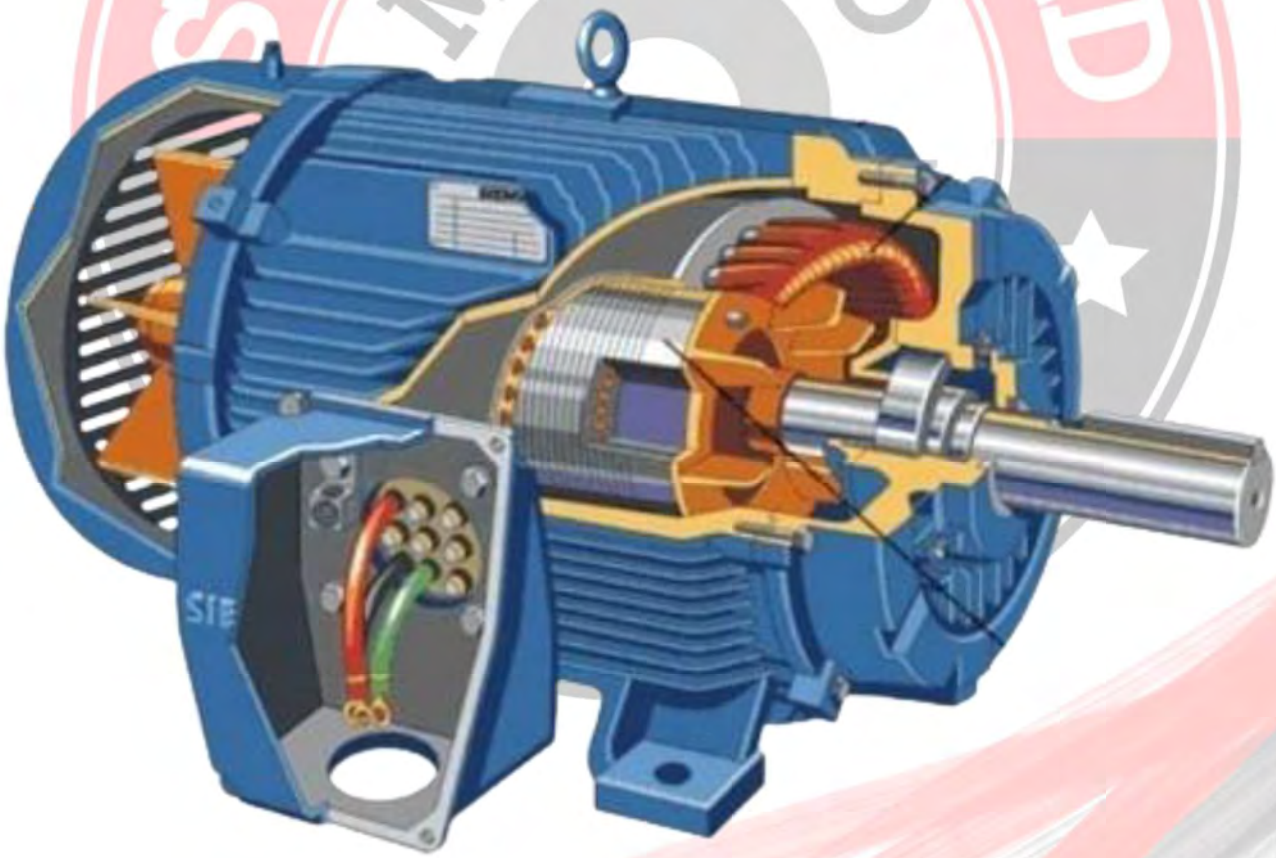
Un **generador trifásico** es una máquina eléctrica rotativa que convierte energía mecánica en energía eléctrica de corriente alterna trifásica. Sus componentes principales son:

1. **Estator**: Es la parte fija del generador y está compuesto por un núcleo de hierro laminado con ranuras donde se alojan las bobinas o devanados trifásicos. Cuando el rotor gira, el campo magnético generado induce una corriente eléctrica en estas bobinas, produciendo así la energía eléctrica trifásica.

2. **Rotor**: Es la parte móvil que gira dentro del estator. Puede estar compuesto por imanes permanentes o electroimanes que, al girar, generan un campo magnético que interactúa con las bobinas del estator, induciendo la corriente eléctrica

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.





Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

9.1.6. PROCESO DE GENERACIÓN

El proceso de generación de corriente trifásica se da en varias etapas:

1. Conversión de energía mecánica en rotación del rotor.
2. Inducción electromagnética en los devanados del estator.
3. Generación de tres voltajes alternos desfasados 120° entre sí.
4. Distribución de la corriente generada a los sistemas de transmisión eléctrica.

Ciclo de Generación

- Cada vuelta completa del rotor genera un ciclo completo de voltaje.
- La frecuencia de la corriente generada depende de la velocidad de rotación del rotor y del número de polos del generador.
- En la mayoría de los países, la frecuencia estándar de la red eléctrica es de 50 Hz o 60 Hz.

9.1.7. VENTAJAS DE LA GENERACIÓN TRIFÁSICA

- Mayor estabilidad en la entrega de potencia.
- Reducción en la cantidad de material conductor necesario.
- Menores pérdidas de energía en la transmisión a largas distancias.
- Capacidad de alimentar cargas más grandes y eficientes.
- Permite el uso de motores eléctricos más potentes y de mejor rendimiento.

9.1.8. APLICACIONES DE LA GENERACIÓN TRIFÁSICA

- **Plantas de generación de electricidad** basadas en carbón, gas, energía nuclear y energías renovables como hidroeléctrica, solar y eólica.
- **Redes de transmisión de alta tensión** para transportar electricidad desde plantas generadoras a ciudades y zonas industriales.
- **Grandes industrias** que requieren suministro de alta potencia para maquinaria pesada.
- **Sistemas de transporte eléctrico** como trenes y tranvías alimentados por corriente trifásica.

9.1.9. EQUILIBRIO DE CARGAS Y DESFASE ENTRE FASES

El equilibrio de cargas en un sistema trifásico es fundamental para garantizar un funcionamiento eficiente y seguro de los equipos eléctricos. Un sistema equilibrado presenta la misma magnitud de corriente en cada una de sus fases, evitando sobrecargas

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

y pérdidas de energía innecesarias. Además, el desfase entre fases juega un papel clave en la transmisión continua de energía.

- **Carga balanceada:**
    - Todas las fases llevan la misma cantidad de corriente.
    - Se evita la sobrecarga en una fase específica.
- **Desfase entre fases:**
    - Cada fase tiene un desfase de 120° respecto a las demás.
    - Este desfase garantiza una entrega continua de energía sin interrupciones.
    - En sistemas desequilibrados pueden aparecer problemas como armónicos y sobrecalentamientos en los equipos.

9.1.10. IMPORTANCIA DEL EQUILIBRIO DE CARGAS

En un sistema trifásico equilibrado, cada fase suministra la misma cantidad de corriente a la carga conectada, lo que genera estabilidad en la red y reduce las pérdidas de potencia. Cuando una fase está sobrecargada en comparación con las otras, el sistema se vuelve desequilibrado, lo que puede provocar:

- Calentamiento excesivo en conductores y equipos.
- Mayor consumo de energía debido a pérdidas por efecto Joule.
- Desgaste prematuro de los motores eléctricos y otros dispositivos.
- Aumento de armónicos y distorsión de la señal eléctrica.

Para evitar estos problemas, es importante que las cargas estén distribuidas de manera uniforme entre las tres fases. En instalaciones industriales y comerciales, se realizan cálculos específicos para asegurar la correcta distribución de las cargas y evitar desequilibrios significativos.

9.1.11. DESFASE ENTRE FASES EN SISTEMAS TRIFÁSICOS

El sistema trifásico se basa en tres señales de corriente alterna que están desfasadas entre sí en 120°. Este desfase garantiza una entrega de potencia constante a lo largo del tiempo, evitando fluctuaciones bruscas y permitiendo el uso eficiente de la energía.

Características del Desfase en un Sistema Trifásico:

1. **Fases desfasadas 120°:** La diferencia de fase de 120° entre cada señal es esencial para la transmisión continua de energía sin interrupciones.
2. **Cálculo del desfase:** La relación entre voltajes y corrientes en cada fase se puede expresar matemáticamente usando fasores y diagramas vectoriales.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

3. **Evita fluctuaciones de potencia:** En comparación con un sistema monofásico, donde la entrega de potencia varía significativamente a lo largo del ciclo, la corriente trifásica mantiene una entrega uniforme de energía.
4. **Facilita el arranque y operación de motores eléctricos:** Los motores trifásicos aprovechan el desfase para generar un campo magnético giratorio uniforme, lo que los hace más eficientes y duraderos.

Consecuencias de un sistema desequilibrado

Cuando las cargas no están bien distribuidas en un sistema trifásico, pueden ocurrir problemas como:

- **Desviaciones de tensión:** Afectan la eficiencia de motores y otros dispositivos sensibles.
- **Corrientes de retorno en el neutro:** En sistemas con conexión en estrella, un desequilibrio puede generar una corriente excesiva en el conductor neutro, causando sobrecalentamiento.
- **Pérdida de eficiencia en motores:** Los motores trifásicos están diseñados para operar en condiciones equilibradas. Un desequilibrio puede causar vibraciones excesivas y daños mecánicos.
- **Aumento en las pérdidas por calor:** Debido a las corrientes circulantes adicionales en los devanados de transformadores y generadores.

Métodos para corregir el desequilibrio de cargas

Para evitar o corregir el desequilibrio de cargas, se pueden implementar las siguientes soluciones:

1. **Redistribución de las cargas:** Se pueden reorganizar los equipos eléctricos para equilibrar la demanda en cada fase.
2. **Uso de transformadores con devanados equilibradores:** Ayudan a corregir las diferencias de tensión y minimizar el impacto de cargas desiguales.
3. **Instalación de bancos de capacitores:** Mejoran el factor de potencia y reducen la carga reactiva, disminuyendo la distorsión en la red.
4. **Uso de analizadores de red:** Permiten monitorear en tiempo real el estado del sistema y detectar problemas de desequilibrio antes de que causen daños.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

MÓDULO 5: AUTOMATISMOS ELÉCTRICOS Y NEUMÁTICOS

10. AUTOMATISMOS ELÉCTRICOS

Los automatismos eléctricos son sistemas diseñados para controlar procesos industriales y domésticos sin la intervención directa del operador. Su aplicación permite mejorar la eficiencia, la seguridad y la repetitividad en distintos procesos. Estos sistemas se basan en el uso de circuitos eléctricos y electrónicos que responden a diferentes condiciones y entradas para activar o desactivar equipos eléctricos.

Historia y evolución de los automatismos eléctricos

El desarrollo de los automatismos eléctricos se remonta al siglo XIX con la invención del telégrafo y el teléfono, que marcaron el inicio de la transmisión eléctrica de señales. Sin embargo, su evolución tomó un rumbo significativo con la aparición de los primeros relés electromagnéticos a principios del siglo XX, utilizados para conmutar circuitos sin necesidad de intervención manual.

En la década de 1960, con la llegada de la electrónica y los primeros controladores programables (PLC), los automatismos adquirieron mayor flexibilidad y capacidad de procesamiento. Actualmente, los sistemas automatizados integran tecnologías avanzadas como la inteligencia artificial y el Internet de las cosas (IoT), lo que permite un control más preciso y eficiente de los procesos industriales y comerciales.

Principios Fundamentales de los Automatismos Eléctricos

Para comprender el funcionamiento de los automatismos eléctricos, es esencial conocer algunos principios fundamentales:

- **Lógica de control:** Los automatismos siguen una secuencia lógica predefinida basada en condiciones específicas para activar o desactivar dispositivos.
- **Interacción entre componentes:** Los sistemas de automatización eléctrica combinan sensores, actuadores y elementos de control para lograr una respuesta eficiente.
- **Seguridad y fiabilidad:** Se diseñan para operar de manera continua sin intervención humana, minimizando riesgos y errores.

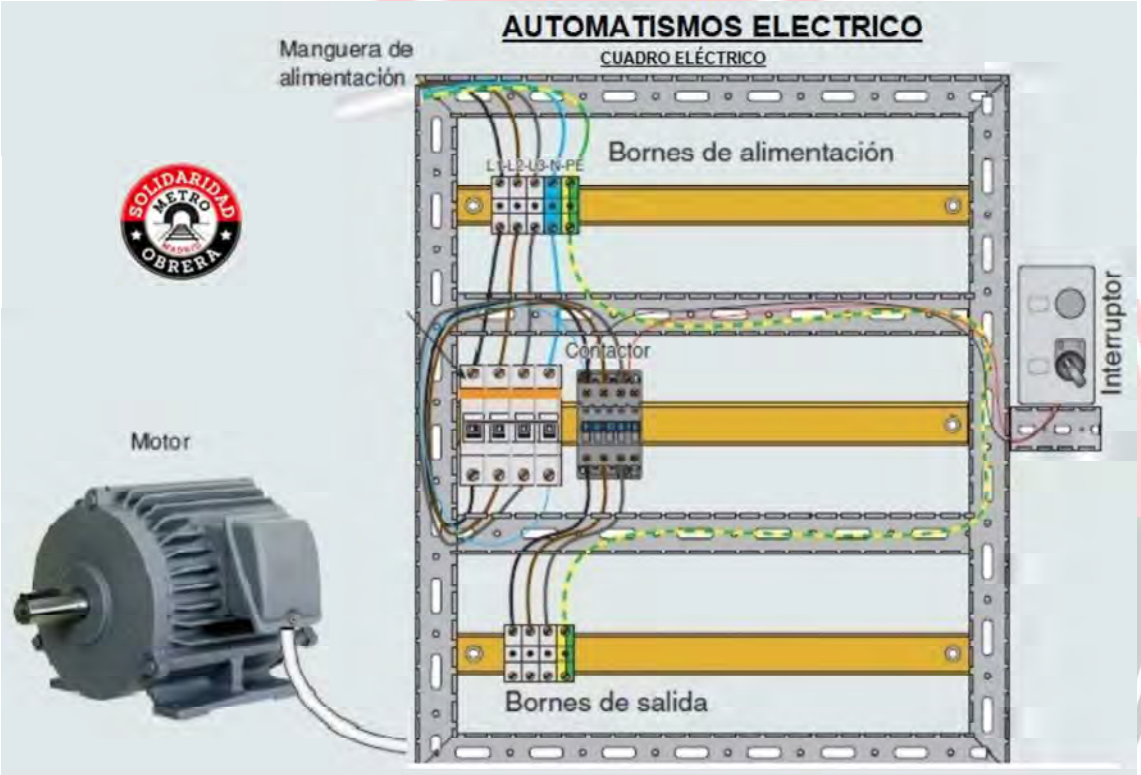
Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

Clasificación de los Automatismos Eléctricos

Los automatismos eléctricos pueden clasificarse en diferentes categorías según su aplicación y nivel de complejidad:

Según su nivel de automatización:

- **Automatismos básicos:** Operan mediante relés, interruptores y temporizadores para realizar funciones simples.

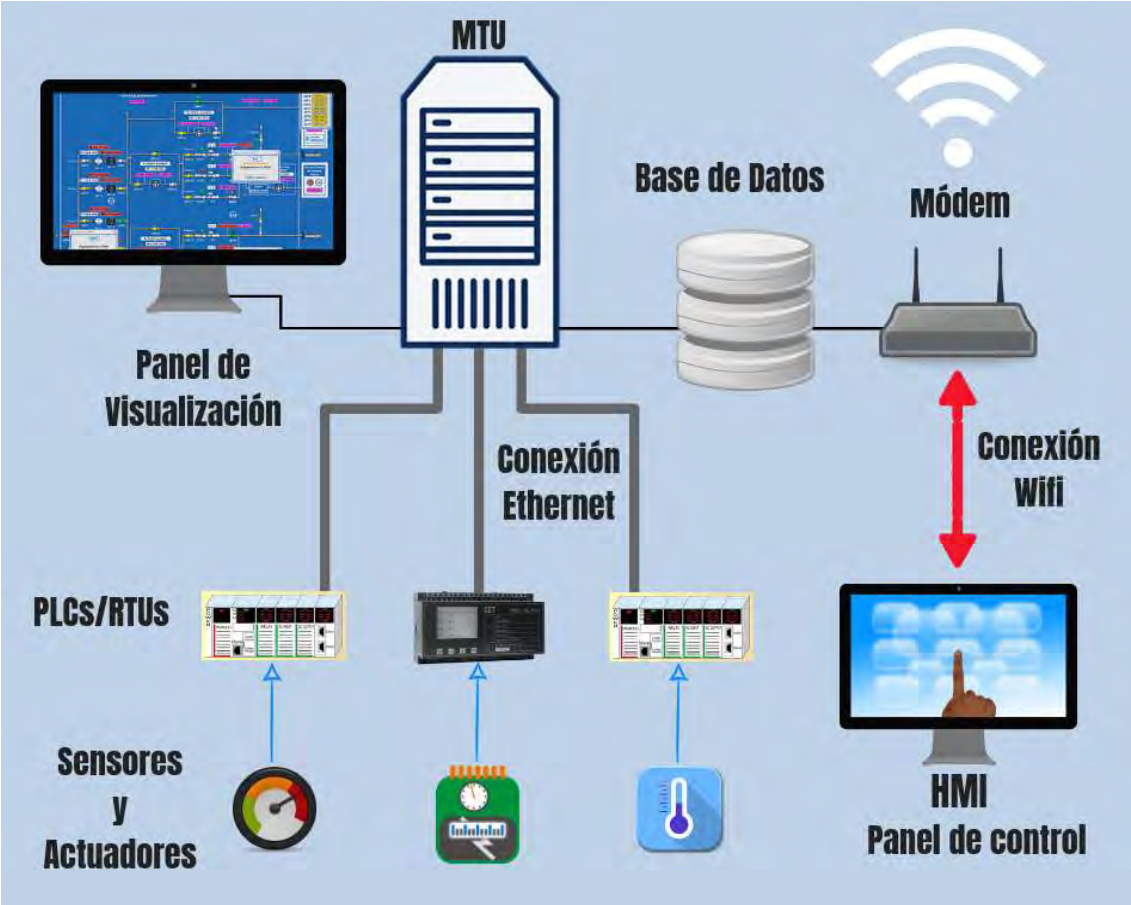


- **Automatismos programables:** Emplean controladores lógicos programables (PLC) para realizar tareas más complejas y flexibles.



Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

- **Automatismos avanzados:** Integran sistemas de supervisión y control remoto, como SCADA, para una gestión más eficiente de procesos industriales.



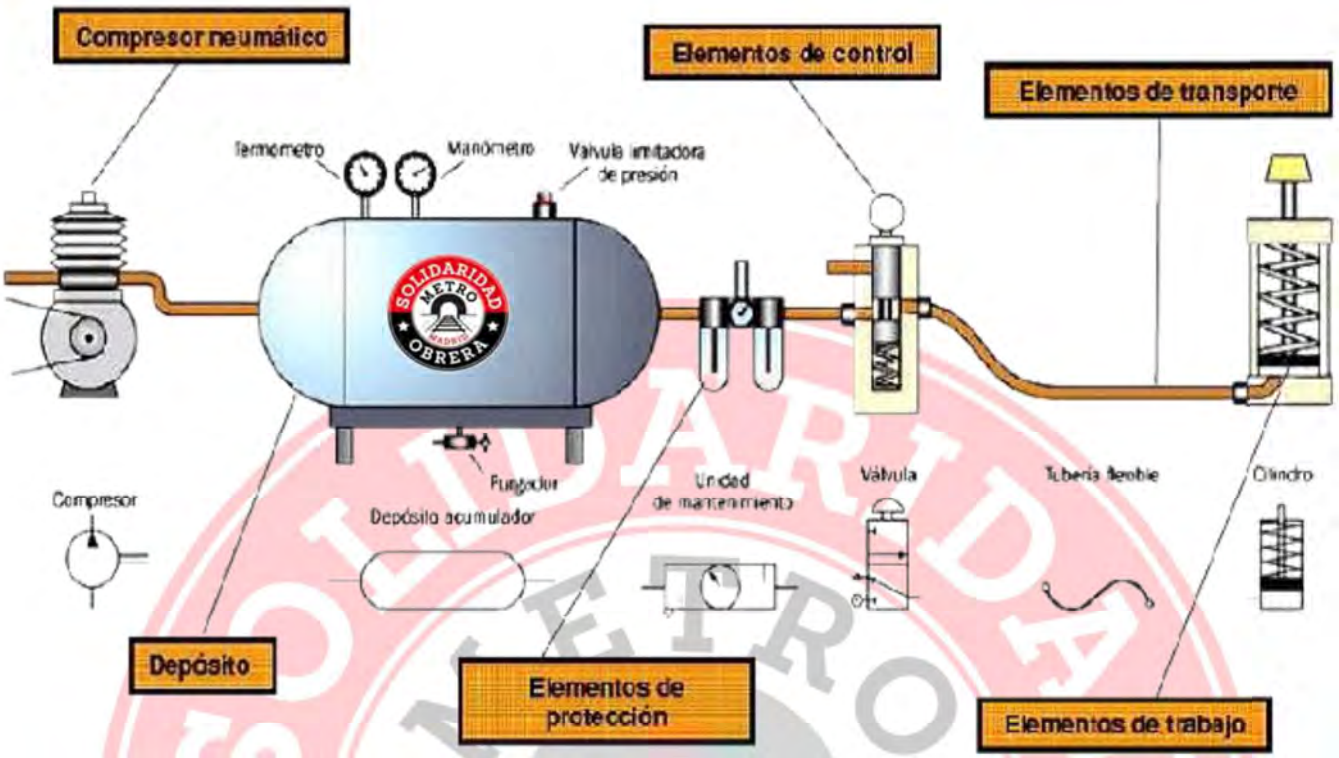
Según el tipo de energía utilizada:

- **Automatismos eléctricos:** Utilizan energía eléctrica para el control y activación de dispositivos.

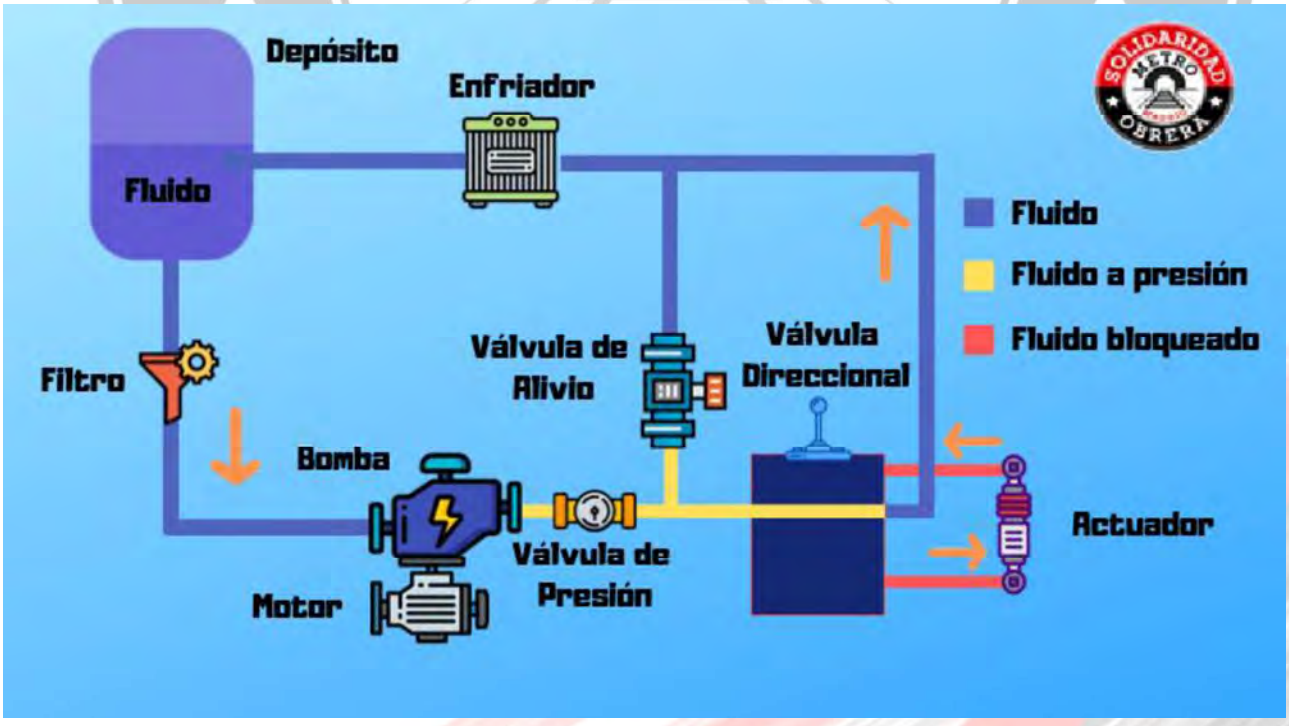


Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

- **Automatismos neumáticos:** Funcionan con aire comprimido y se usan en procesos industriales donde se requiere movimiento mecánico rápido.



- **Automatismos hidráulicos:** Utilizan fluidos a presión para accionar mecanismos de gran fuerza y precisión.



Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

Según su aplicación en la industria:

- **Automatización industrial:** Se aplica en fábricas y líneas de producción para mejorar la eficiencia y reducir costos.
- **Automatización en el hogar (domótica):** Permite el control de iluminación, climatización y seguridad en viviendas y edificios inteligentes.
- **Automatización en el transporte:** Control de sistemas ferroviarios, semáforos y aeropuertos.

10.1. COMPONENTES DE UN SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN ELÉCTRICA

Los automatismos eléctricos están compuestos por varios elementos clave que permiten su correcto funcionamiento:

- **SENSORES:**

Dispositivos que detectan cambios en el entorno y envían señales eléctricas para activar o desactivar un circuito. Algunos tipos comunes incluyen:

  - Sensores de temperatura.
  - Sensores de proximidad.
  - Sensores fotoeléctricos.
  - Sensores de presión.

- **ACTUADORES:**

Elementos encargados de ejecutar una acción mecánica a partir de una señal eléctrica. Ejemplos de actuadores son:

  - Motores eléctricos.
  - Válvulas electroneumáticas.
  - Cilindros hidráulicos.

- **ELEMENTOS DE CONTROL:**

Regulan el funcionamiento del sistema automatizado y pueden incluir:

  - Relés y contactores.
  - Temporizadores y contadores.
  - Controladores programables (PLC).

- **FUENTES DE ALIMENTACIÓN:**

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

Proveen la energía necesaria para el funcionamiento de los componentes eléctricos del sistema. Pueden ser:

- Corriente alterna (CA).
- Corriente continua (CC).

10.1.1. SENSORES EN AUTOMATIZACIÓN

Los sensores y actuadores son elementos esenciales en los sistemas de automatización industrial y doméstica. Los sensores se encargan de detectar variables físicas y convertirlas en señales eléctricas, mientras que los actuadores reciben estas señales y ejecutan acciones sobre el entorno.

Los sensores permiten la recolección de datos en tiempo real, lo que facilita la toma de decisiones en los sistemas automatizados.

Clasificación de los Sensores

Los sensores pueden clasificarse según el tipo de variable que detectan:

- **Sensores de proximidad:** Detectan la presencia de objetos sin contacto físico. Se utilizan en procesos de ensamblaje y control de accesos.



Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

- **Sensores de temperatura:** Miden la temperatura del ambiente o de un equipo para evitar sobrecalentamientos y mejorar la eficiencia térmica.



- **Sensores de presión:** Controlan la presión en sistemas hidráulicos y neumáticos, esenciales en la industria automotriz y aeroespacial.

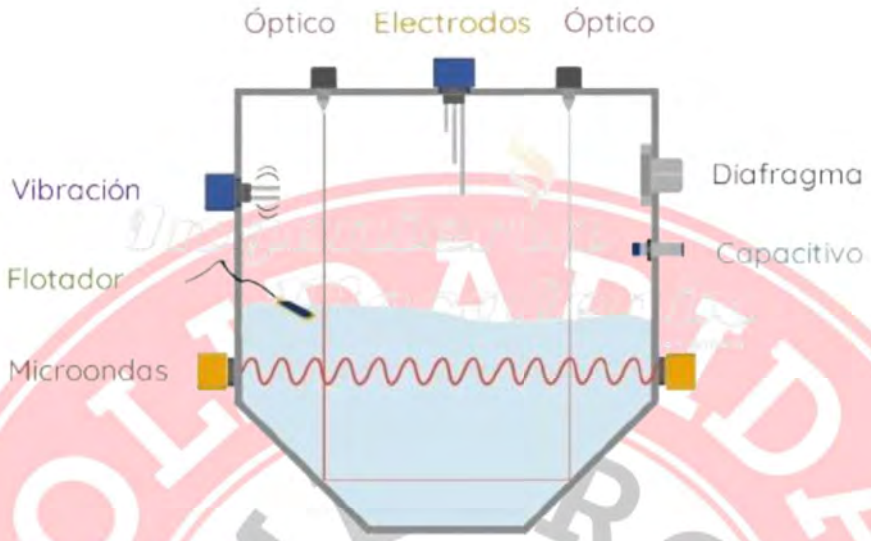


- **Sensores fotoeléctricos:** Funcionan con un haz de luz y detectan la interrupción del mismo para contar o posicionar objetos.



Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

- **Sensores de nivel:** Se utilizan en tanques y depósitos para medir el nivel de líquidos o materiales granulados.

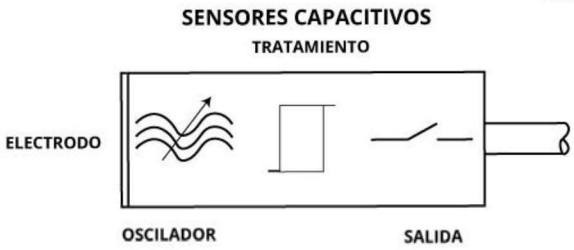


Funcionamiento de los Sensores

El principio de funcionamiento de un sensor varía dependiendo del tipo:







Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

- **Sensores inductivos:**

Los sensores de proximidad inductivos permiten detectar sin contacto objetos a una distancia de 0-60mm

PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO: Se basa en la variación de un campo magnético en función de que haya o no delante de un objeto metálico.

VENTAJAS: Muy buena adaptación de entornos industriales, su vida útil no depende maniobrarlo, detección sin contacto físico y mediciones rápidas.

INCONVENIENTES: Detección solo de objetos metálicos y un alcance débil.

- **Sensores capacitivos:**

  Se basa en un oscilador cuyo condensador está formado por 2 electrodos situados en la parte delantera del aparato. Para que pueda ser detectado depende la naturaleza dieléctrica del material, cualquiera que sea mayor que 2 será detectado, considerando que densidad dieléctrica del aire es 1.

PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO: El detector crea un campo elétrico y si hay algún objeto delante de él que altere el campo, este provocará su detección.

VENTAJAS: Detección sin contacto físico, muy buena adaptación a entornos industriales y no depende del número de maniobras a diferencia de un final de carrera.

INCONVENIENTES: Son más tediosos a la hora de instalar y calibrar, alcance débil y la detección depende de la cantidad de masa que tiene el objeto a detectar.

- **Sensores ultrasónicos:**

Emiten una onda sonora y esperar el tiempo que se tarda en recibir el rebote.

PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO: Se basa en la medida del tiempo transcurrido entre la emisión de una onda ultrasónica y la recepción de su eco. El transductor genera una onda (de 200-500Khz según el producto) que se desplaza en el aire a la velocidad del sonido. En el momento en el que la onda encuentra un objeto, una onda reflejada (eco) vuelve hacia el transductor y un microcontrolador analiza la señal recibida y mide el intervalo de tiempo entre la señal emitida y el eco.

VENTAJAS: Sin contacto físico con el objeto, detección de cualquier material y buena resistencia a entornos industriales.

INCONVENIENTES: Zona ciega y algunas dan falsas alarmas.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

Aplicaciones de los Sensores

Los sensores son ampliamente utilizados en la automatización industrial y cotidiana:

- **Automoción:** Control de temperatura del motor, presión de neumáticos y detección de obstáculos en vehículos autónomos.
- **Electrodomésticos inteligentes:** Sensores de temperatura en aires acondicionados y refrigeradores.
- **Procesos industriales:** Monitorización de variables críticas como presión, nivel y temperatura en fábricas.
- **Seguridad:** Sensores de movimiento en sistemas de alarmas y cámaras de vigilancia.

10.1.2. ACTUADORES EN AUTOMATIZACIÓN

Los actuadores son dispositivos que convierten señales eléctricas en movimientos mecánicos o acciones físicas sobre un sistema.

Tipos de Actuadores y Funcionamiento

Los actuadores funcionan transformando la energía recibida en un movimiento útil:

Los actuadores pueden clasificarse en diferentes categorías:

- **Actuadores eléctricos:** Motores eléctricos y servomotores que convierten la electricidad en movimiento rotativo o lineal.

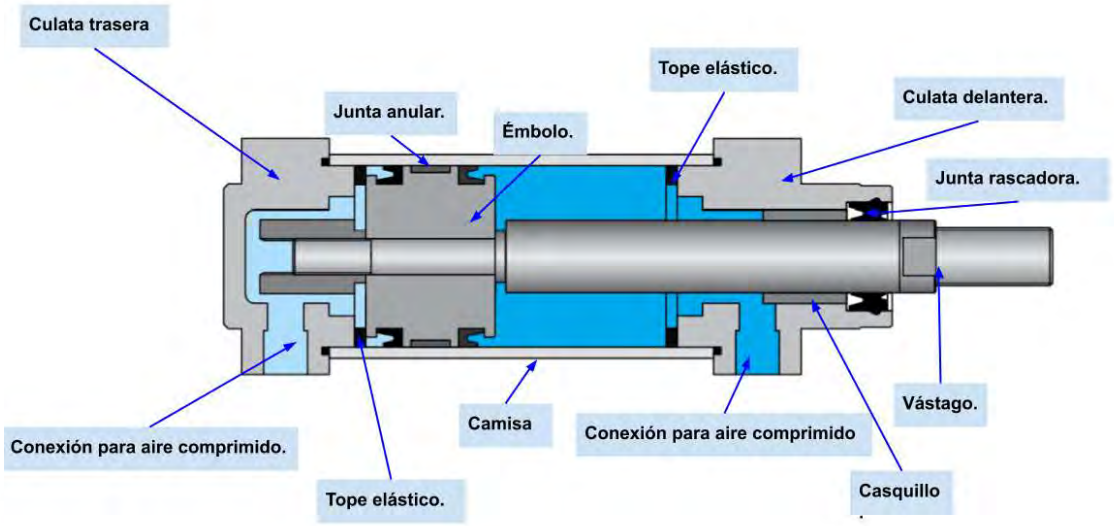
  Reciben corriente eléctrica y generan un campo magnético que provoca el movimiento de un rotor.



Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

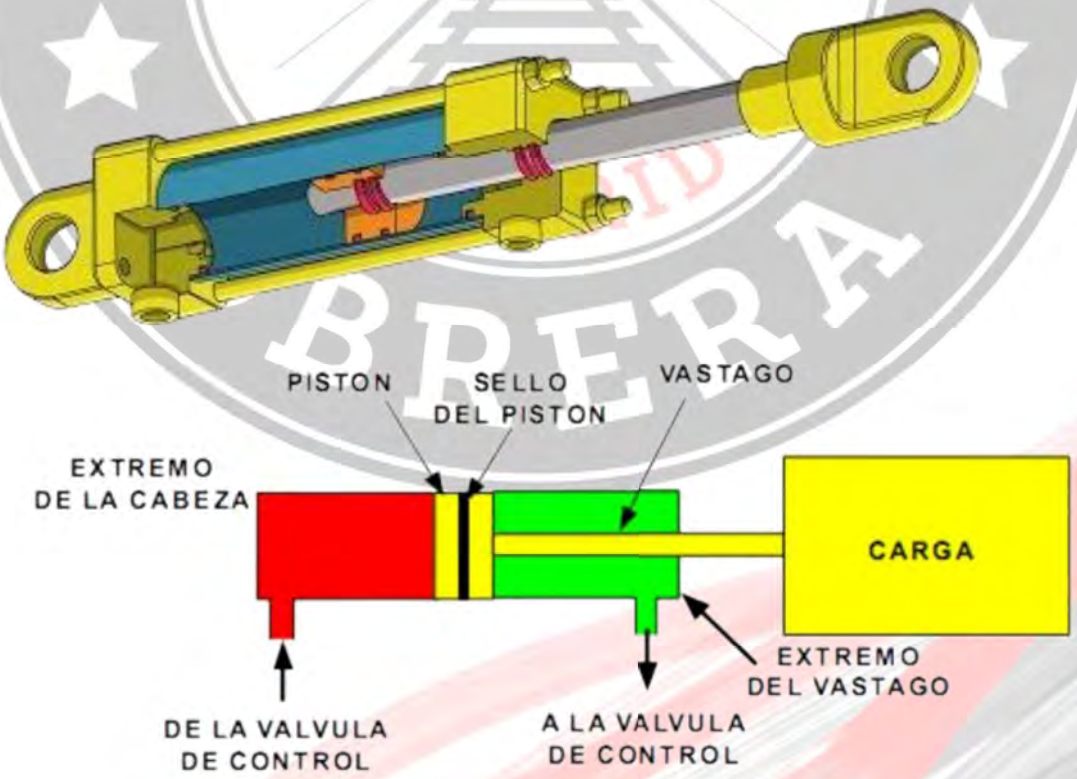
- **Actuadores neumáticos:** Cilindros de aire comprimido que generan movimiento lineal con rapidez y precisión.

  Reciben aire comprimido que desplaza un pistón dentro de un cilindro.



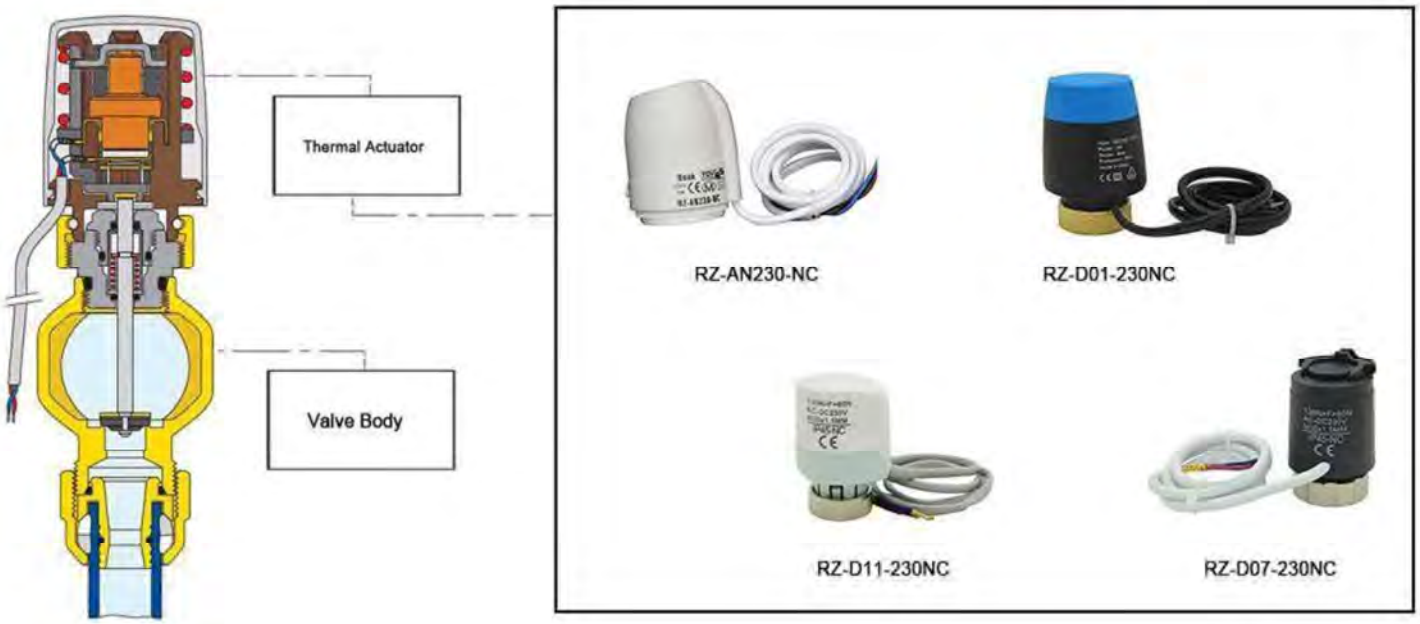
- **Actuadores hidráulicos:** Utilizan fluidos a presión para mover pistones y generar grandes fuerzas mecánicas.

  Funcionan con aceite presurizado para mover un pistón de gran potencia.



Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

- **Actuadores térmicos:** Se activan mediante el calor y se utilizan en válvulas termostáticas y sistemas de protección contra incendios.



Aplicaciones de los Actuadores

Los actuadores se encuentran en una gran variedad de aplicaciones industriales y comerciales:

- **Automatización industrial:** Control de máquinas, sistemas de ensamblaje y robots industriales.
- **Sistemas de transporte:** Apertura y cierre de puertas en trenes y autobuses.
- **Medicina:** Actuadores en dispositivos médicos como sillas de ruedas eléctricas y prótesis robóticas.
- **Domótica:** Control de persianas, puertas automáticas y sistemas de climatización.

RELACIÓN ENTRE SENSORES Y ACTUADORES

Los sensores y actuadores trabajan en conjunto dentro de un sistema automatizado:

- Los sensores detectan cambios en el entorno y envían señales a un controlador.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

- El controlador procesa la información y decide una acción.
- Los actuadores ejecutan la acción correspondiente según las instrucciones del controlador.

VENTAJAS DEL USO DE SENSORES Y ACTUADORES EN LA AUTOMATIZACIÓN

El uso de sensores y actuadores ofrece múltiples beneficios en los procesos industriales y cotidianos:

- **Mayor precisión:** Permiten realizar mediciones y acciones con exactitud.
- **Reducción de costos operativos:** Disminuyen la necesidad de intervención humana.
- **Mayor seguridad:** Minimizan riesgos en entornos peligrosos.
- **Ahorro de energía:** Los sistemas automatizados optimizan el consumo energético.

Conclusión

Los sensores y actuadores son piezas clave en los sistemas automatizados, ya que permiten la interacción entre el entorno y los dispositivos electrónicos. Su correcta integración en la industria, el hogar y el transporte garantiza procesos más eficientes, seguros y precisos. Dominar su funcionamiento es esencial para los técnicos en automatización y control industrial.

Los elementos de control son dispositivos fundamentales en los automatismos eléctricos, ya que permiten gestionar el encendido, apagado y regulación de circuitos eléctricos de manera automática. Estos dispositivos desempeñan un papel crucial en la automatización industrial y doméstica, garantizando seguridad, eficiencia y confiabilidad en el funcionamiento de los sistemas eléctricos.

10.2. ELEMENTOS DE CONTROL: RELÉS, CONTACTORES, TEMPORIZADORES

10.2.1. RELÉS

Definición y Funcionamiento

Un relé es un interruptor electromagnético que permite abrir o cerrar un circuito eléctrico en función de una señal de control. Su principio de funcionamiento se basa en la activación de una bobina electromagnética que genera un campo magnético capaz de accionar contactos mecánicos.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

Tipos de Relés

Los relés pueden clasificarse según su funcionamiento y características en:

- **Relés electromagnéticos:** Funcionan mediante un electroimán que acciona los contactos.



- **Relés de estado sólido:** No tienen partes móviles y operan mediante semiconductores, lo que les proporciona mayor velocidad y durabilidad.



- **Relés temporizados:** Incorporan un retardo en la activación o desactivación de los contactos.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.



- **Relés de seguridad:** Diseñados para aplicaciones donde es fundamental la protección de personas y equipos.



Aplicaciones de los Relés

- Control de circuitos eléctricos de baja y media potencia.
- Activación y desactivación de motores eléctricos.
- Protección de sistemas eléctricos contra sobrecargas.
- Automatización de procesos en la industria manufacturera.

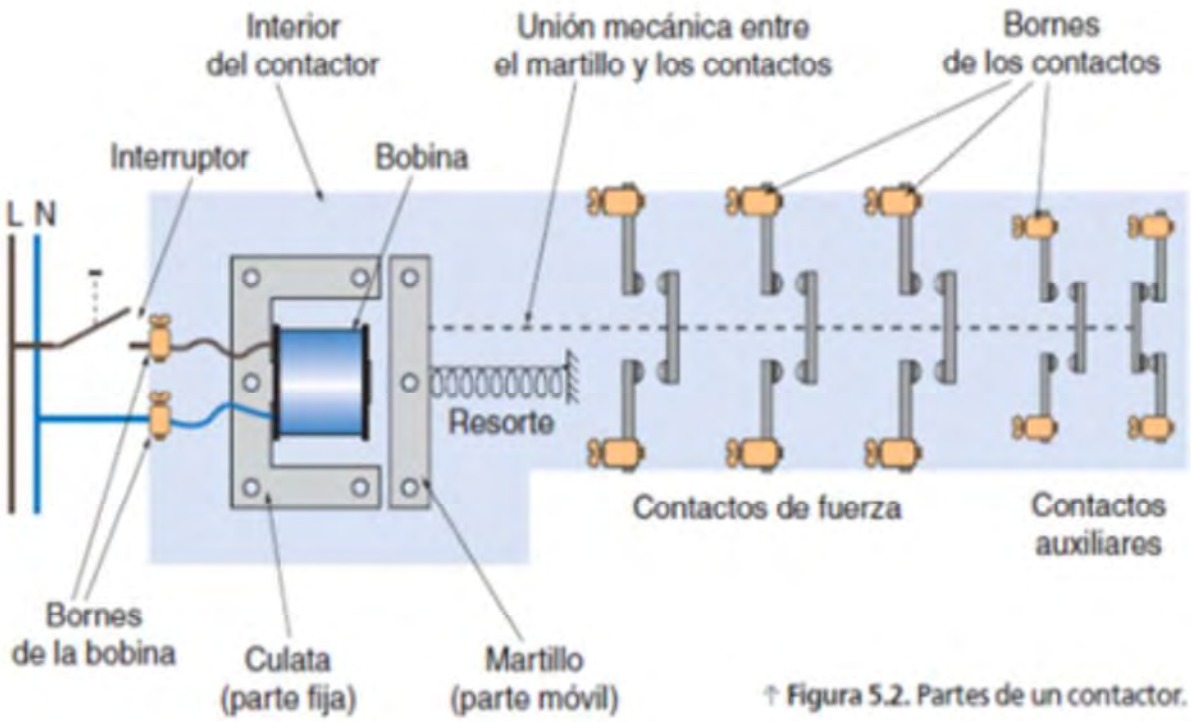
10.2.2. CONTACTORES

Definición y Funcionamiento

Los contactores son dispositivos electromecánicos diseñados para controlar circuitos de alta potencia. Su funcionamiento es similar al de los relés, pero están preparados para manejar mayores corrientes y voltajes.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

Estructura de un Contactor



↑ Figura 5.2. Partes de un contactor.

Un contactor típico consta de:

- **Bobina electromagnética:** Genera el campo magnético necesario para cerrar los contactos.
- **Contactos principales:** Permiten el paso de corriente eléctrica a los dispositivos controlados.
- **Contactos auxiliares:** Se utilizan para funciones de señalización y control.

Tipos de Contactores

- **Contactores de corriente alterna (CA):** Diseñados para sistemas de distribución de energía eléctrica y motores.



Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

- **Contactores de corriente continua (CC):** Usados en aplicaciones de baja tensión y circuitos electrónicos.



- **Contactores con enclavamiento mecánico:** Garantizan que dos circuitos no puedan activarse simultáneamente.



Aplicaciones de los Contactores

- Arranque y paro de motores eléctricos.
- Control de iluminación en grandes instalaciones.
- Automatización de procesos industriales.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

- Protección de equipos eléctricos contra sobrecargas.

10.2.3. TEMPORIZADORES

Definición y Funcionamiento

Los temporizadores son dispositivos que permiten la activación o desactivación de circuitos después de un tiempo determinado. Funcionan a través de mecanismos electromecánicos o electrónicos que controlan el retardo en la apertura o cierre de los contactos eléctricos.



Tipos de Temporizadores

- **Temporizadores a la conexión:** Activan el circuito después de un período de tiempo establecido.
- **Temporizadores a la desconexión:** Permiten que el circuito permanezca activo durante un tiempo determinado antes de apagarse.
- **Temporizadores cíclicos:** Alternan entre estados de encendido y apagado de manera repetitiva.

Aplicaciones de los Temporizadores

- Control de encendido y apagado de iluminación.
- Regulación de procesos industriales automatizados.
- Sistemas de climatización y ventilación.
- Protección de maquinaria contra sobrecargas y sobrecalentamiento.

COMPARACIÓN ENTRE RELÉS, CONTACTORES Y TEMPORIZADORES

Característica	Relés	Contactores	Temporizadores
Capacidad de corriente	Baja	Alta	Baja a media
Aplicación	Control de circuitos de baja potencia	Manejo de motores y circuitos de alta potencia	Retardo en activación y desactivación
Vida útil	Media	Alta	Media
Operación	Electromagnética o electrónica	Electromagnética	Electrónica o mecánica

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

IMPORTANCIA DE LOS ELEMENTOS DE CONTROL EN LOS AUTOMATISMOS ELÉCTRICOS

El correcto uso de relés, contactores y temporizadores permite mejorar la eficiencia de los sistemas eléctricos, garantizando una operación segura y confiable. Algunas ventajas clave son:

- **Optimización del consumo energético:** Evitan el funcionamiento innecesario de equipos eléctricos.
- **Reducción de fallos eléctricos:** Protegen circuitos contra sobrecargas y cortocircuitos.
- **Automatización de tareas repetitivas:** Permiten que máquinas y sistemas operen sin intervención humana constante.
- **Incremento de la seguridad:** Disminuyen el riesgo de accidentes eléctricos en entornos industriales y domésticos.

Conclusión

Los elementos de control en los automatismos eléctricos son esenciales para el correcto funcionamiento de sistemas eléctricos industriales y domésticos. Su correcta selección y configuración permiten una operación segura, eficiente y confiable de los procesos eléctricos automatizados. Comprender sus diferencias y aplicaciones es clave para su implementación en distintos sectores.

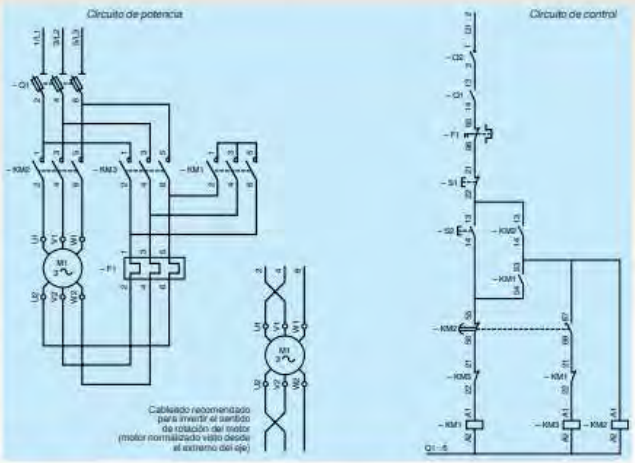
10.3. ESQUEMAS DE MANDO Y POTENCIA

Los esquemas eléctricos son representaciones gráficas de los circuitos utilizados en automatismos eléctricos. Son fundamentales para comprender y diseñar sistemas de control y potencia, permitiendo a los técnicos y operarios interpretar correctamente el funcionamiento de un sistema automatizado.

La descripción estructural/procesal de un automatismo eléctrico se realiza con dos esquemas:

- Esquema de mando. Representa la parte de control del automatismo. En él figuran los elementos de mando, medida, señalización y regulación.
- Esquema de potencia. Representa los elementos que transportan la energía para alimentar los receptores de gran consumo (fundamentalmente motores).

Ej. arrancador estrella-triángulo con seccionador portafusibles:



Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

10.3.1. ESQUEMA DE MANDO

Es el encargado de realizar las funciones de conexión/desconexión de los elementos del circuito de potencia, temporización, enclavamiento, etc. que nos permitan un control del proceso o dispositivo eléctrico. Son esquemas habitualmente representados con dos conductores (monofásico).

El esquema de mando representa el circuito de control encargado de activar y desactivar los distintos elementos de un automatismo. Contiene dispositivos como:

- **Botones pulsadores:** Activan o desactivan el sistema.
- **Relés de control:** Permiten la conmutación automática de los circuitos.
- **Temporizadores:** Regulan la activación con retardo.
- **Finales de carrera:** Detectan el fin del recorrido de un mecanismo.

El esquema de mando se representa con símbolos normalizados y facilita la identificación de conexiones y dispositivos dentro del sistema de automatización.



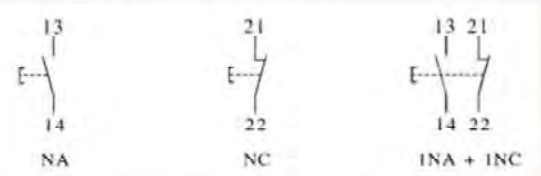
Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

Pulsadores

Pulsador

Elemento electromecánico de conexión y desconexión. Para activarlo hay que actuar sobre él, pero al eliminar la actuación, el pulsador se desactiva por sí mismo.



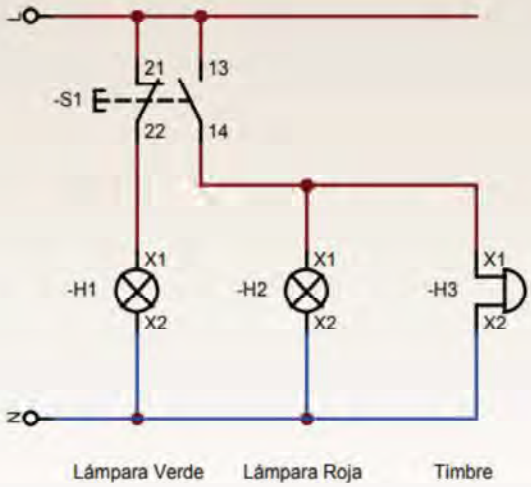


Ejemplos de pulsadores



- NA = NO = Contacto normalmente abierto.
- NC = Contacto normalmente cerrado.

Ejemplo de circuito con pulsador



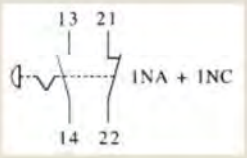
Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

Interruptores

- Elemento electromecánico de conexión y desconexión al que hay que accionar para activarlo y también para desactivarlo.
- Su nombre, atendiendo a las normas, es pulsador con enclavamiento.

Ej. Interruptor con mando mecánico manual «de seta»



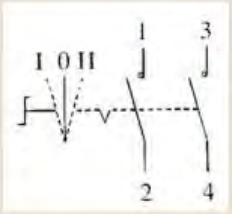


Conmutadores

Elemento electromecánico de conexión y desconexión, que tiene una posición de reposo y varias de accionamiento, pudiendo comportarse estas como interruptor o como pulsador.

Ej. conmutador de tres posiciones con enclavamiento y mando mecánico manual rotatorio





	I	0	II
1-2	X		
3-4			X

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

Accionadores de dispositivos

Mandos mecánicos:

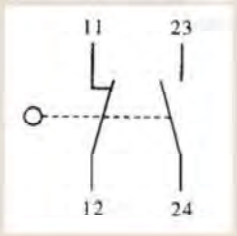
manual de pulsador	-S1
manual de tirador	-S1
manual rotativo	-S1
manual «de seta»	-S1
manual de palanca	-S1
manual de llave	-S1
desenganche automático	-S1
de roldana	-S1
de leva	-S1

Mandos eléctricos

por efecto de proximidad	-S1
por roce	-S1

Ej.: pulsador con mando de roldana (final de carrera)

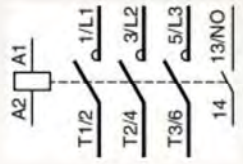




Contactor (relé)

- Elemento mecánico de conexión con una sola posición de reposo y accionado generalmente mediante electroimán.
- Debe ser capaz de establecer, soportar e interrumpir la corriente que circula por el circuito en condiciones normales de funcionamiento.
- Debe soportar las condiciones de sobrecarga de servicio (arranque de motores), pero no otras (cortocircuitos).

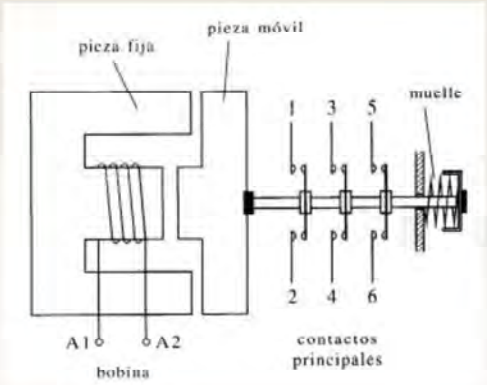




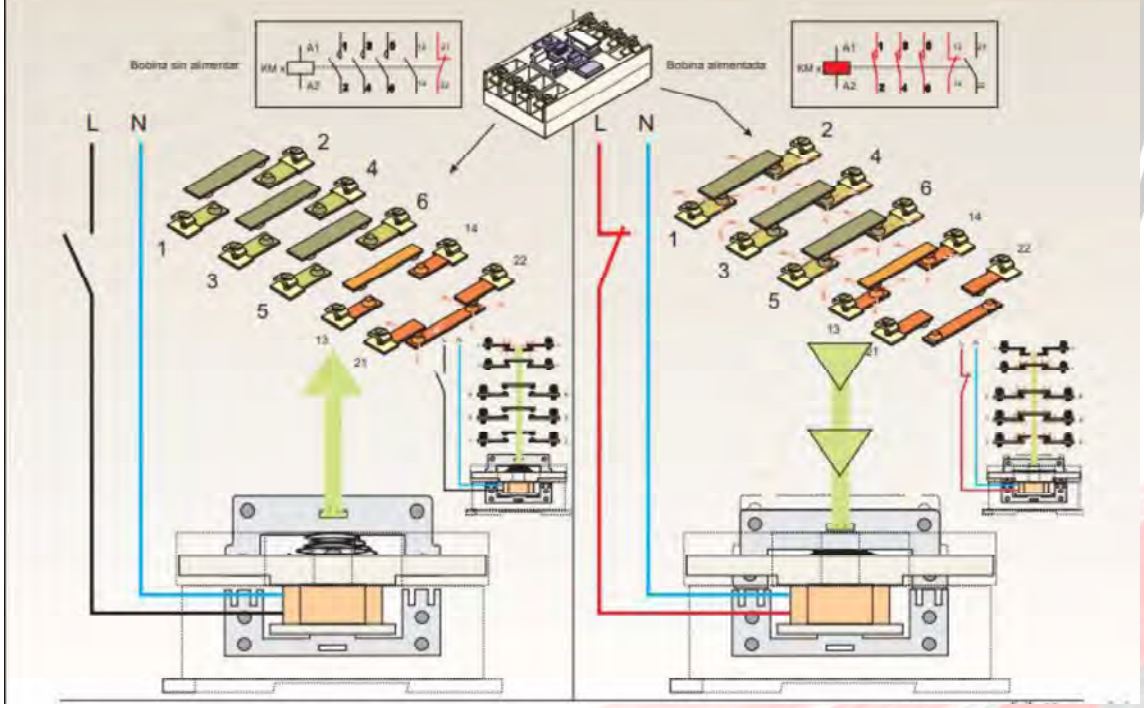
Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

Constitución de un contactor

- Electroimán: elemento motor del contactor. Partes:
  - Circuito magnético: parte móvil + fija.
  - Bobina.
- Contactos principales (polos): elementos encargados de establecer e interrumpir la corriente del circuito de potencia. Según su número pueden ser bipolar, tripolar o tetrapolar.
- Contactos auxiliares: se utilizan en el circuito de mando.
  - Instantáneos: NC, NA o una combinación de ambos.
  - Temporizados.



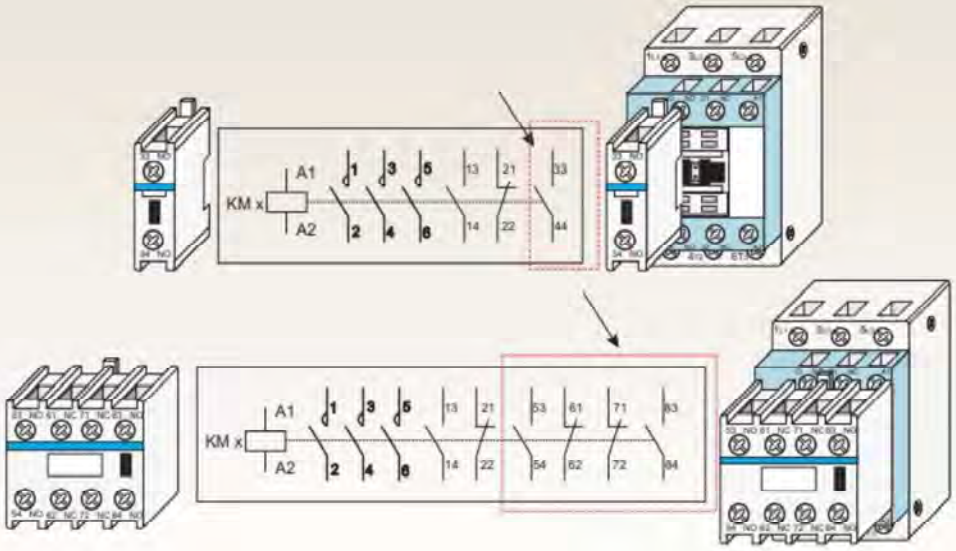
Funcionamiento de un contactor



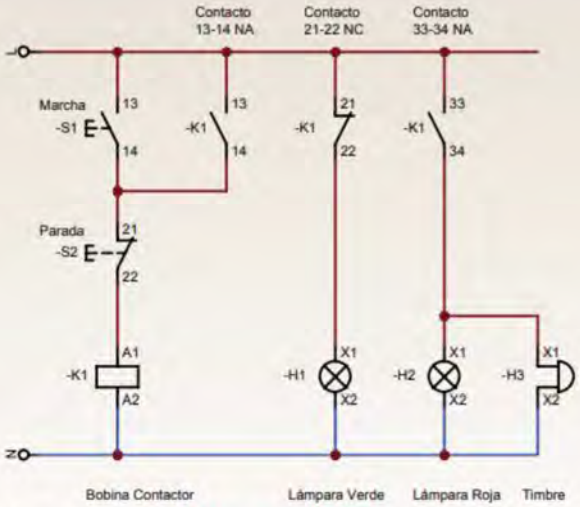
Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

Bloques de contactores auxiliares

Puede aumentarse el número de contactos auxiliares de un contactor, mediante el acoplamiento de bloques de contactos auxiliares. Sus contactos cambian simultáneamente con los del propio contactor.



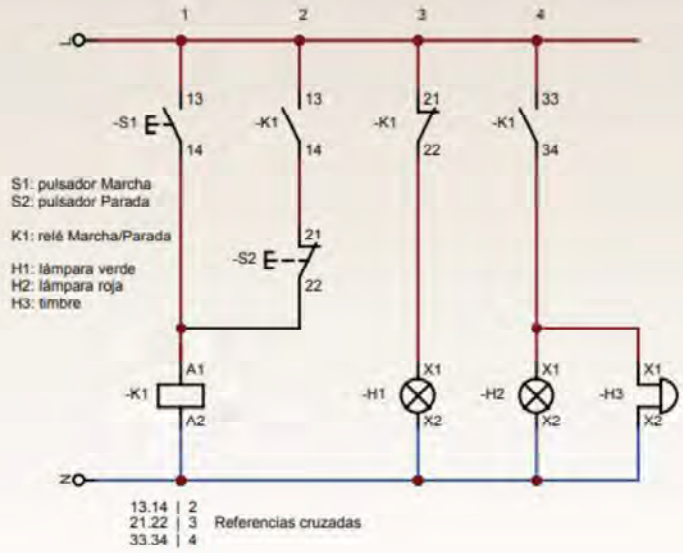
Ej. circuito de enclavamiento (prioridad a la parada)



Si se pulsan Marcha y Parada a la vez, la Parada tiene prioridad.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

Ej. circuito de enclavamiento (prioridad a la marcha)

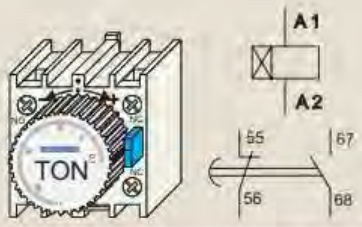


Relé temporizador (con retardo)

Los contactos asociados se abren o se cierran un tiempo después del cambio de estado de su órgano de mando.

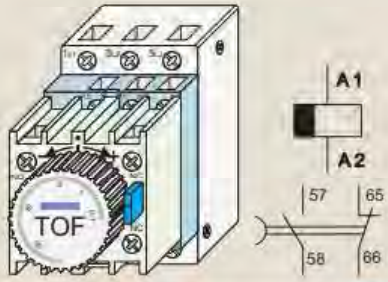
Retardo a la conexión

- Activación: los contactos basculan después del tiempo regulado.
- Desactivación: los contactos vuelven instantáneamente a la posición de reposo.

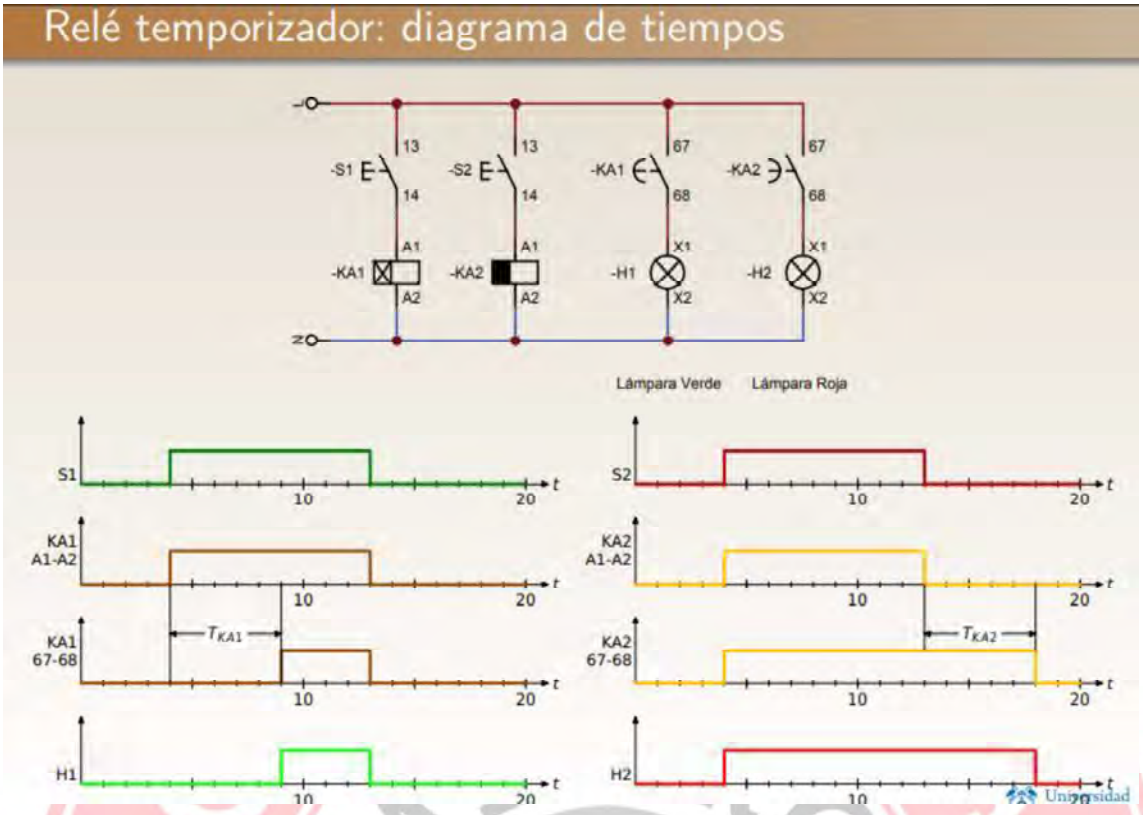


Retardo a la desconexión

- Activación: los contactos basculan instantáneamente.
- Desactivación: los contactos vuelven a la posición de reposo tras el tiempo regulado.



Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.



10.3.2. ESQUEMA DE POTENCIA

El esquema de potencia es el encargado de representar la transmisión de potencia eléctrica al elemento accionado. Constará de varios conductores (en función de si es monofásico o trifásico, con o sin neutro y con o sin conductor de protección) que partirán del sistema de alimentación eléctrica del automatismo hasta la alimentación de los receptores. En medio de estos elementos se encontrarán aquellos otros encargados de realizar la conexión y/o desconexión de los receptores en función de las señales proporcionadas desde el esquema de mando.

El esquema de potencia muestra la parte del circuito donde circula la corriente principal que alimenta los dispositivos del sistema automatizado. Incluye elementos como:

- **Contactores:** Conmutan la alimentación de los motores eléctricos.
- **Protecciones térmicas:** Evitan el sobrecalentamiento de los circuitos.
- **Motores eléctricos:** Ejecutan el trabajo mecánico deseado.
- **Transformadores:** Ajustan la tensión del sistema.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

Esquema de potencia

- Representa el circuito encargado de alimentar los receptores de gran consumo.
- Lo integran los siguientes elementos:
  - Elemento para abrir o cerrar el circuito de potencia.
  - Elementos de protección.
  - Receptores.
- Todo circuito de potencia está siempre gobernado por su circuito de mando correspondiente.

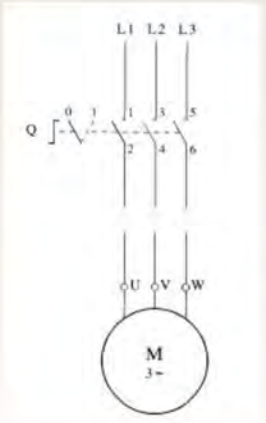
Los componentes que encontramos en el circuito de potencia son:

- Interruptores
- Seccionadores
- Fusibles
- Interruptores automáticos de protección:
  - Relé térmico
  - Relé electromagnético
  - Relé diferencial
- Contactores principales
- Receptores de gran consumo (motores, resistencias,...)

Interruptor

Elemento mecánico de conexión capaz de establecer, soportar e interrumpir la corriente del circuito en condiciones normales de servicio e incluso las de sobrecarga.





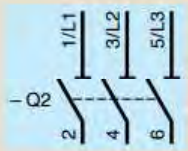
Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

Seccionador

Seccionador

Elemento mecánico de conexión que, en la posición de abierto y por razones de seguridad, asegura una distancia específica, denominada de seccionamiento.

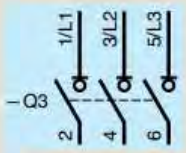
- Soporta intensidades de empleo y breves intensidades de sobrecarga.
- Solo puede abrir o cerrar el circuito en vacío (es un aparato de ruptura lenta Ver vídeo).



Interruptor-seccionador

Combina las características del interruptor con las del seccionador:

- Puede abrir, soportar y cerrar el circuito en carga.
- Mantiene una distancia de seguridad en su posición de abierto.



Elementos de protección

Todo circuito debe estar protegido contra sobreintensidades ($I > I_n$)

- Cortocircuito: contacto directo de dos puntos con tensiones distintas.
- Sobrecarga: aumento momentáneo de intensidad en un circuito sin defectos.

Protección contra cortocircuitos:

- Fusibles calibrados rápidos.
- Interruptores automáticos de corte electromagnético.

Protección contra sobrecargas :

- Fusibles calibrados lentos.
- Interruptores automáticos de corte térmico.

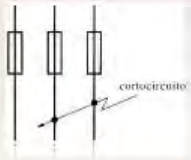
Las combinaciones usadas son:

- Fusible: protege contra cortocircuitos y sobrecargas de larga duración.
- Fusible+Relé Térmico: protege contra cortocircuitos y contra sobrecargas.
  Se utiliza para la protección de motores.
- Interruptor automático Magnetotérmico: protege contra cortocircuitos y contra sobrecargas.
  - La parte magnética protege contra cortocircuitos.
  - La parte térmica protege contra sobrecargas.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

Fusible

- Elemento de protección contra sobrecargas y/o cortocircuitos.
- En caso de intensidad excesiva, se funde la parte conductora del fusible, abre el circuito e impide el paso de la corriente.



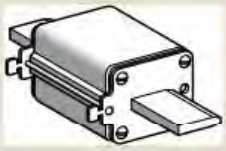
Una segunda letra indica la aplicación:

- L: líneas.
- M: motores.
- G: uso general.

Forma de los fusibles:

- Cilíndricos: hasta $\approx 100A$.
- De cuchillas: hasta $\approx 1000A$.





Tipos de fusible (UNE):

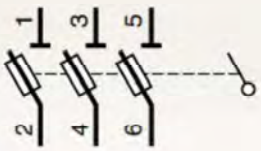
- g: pueden cortar todas las sobreintensidades. Rápidos.
- a: pueden cortar una parte de las sobreintensidades. Lentos.

Seccionador fusible

- A veces los fusibles se montan sobre la parte móvil de un seccionador.
- Los propios fusibles abren o cierran los contactos.





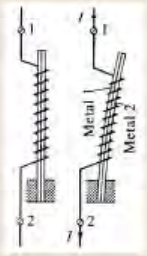


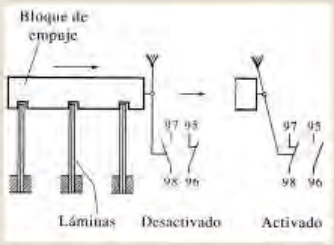
Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

Relés de protección I

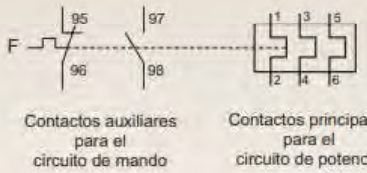
Relé térmico

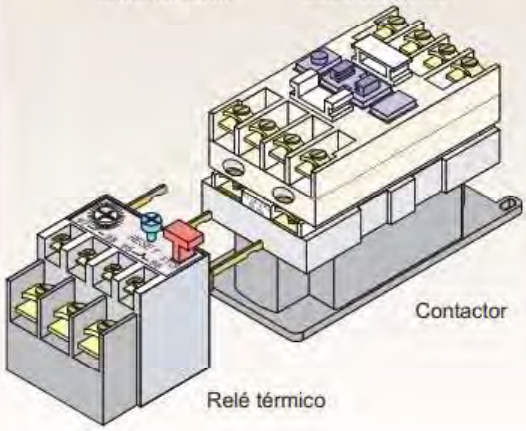
Detecta una sobreintensidad debido al aumento de temperatura que hará que unas láminas bimetálicas se curven y se active el disparador del contacto asociado.





- Protege contra: sobrecargas, arranques demasiado lentos, ciclos arranque-paro frecuentes.
- Reposición (rearme) manual.



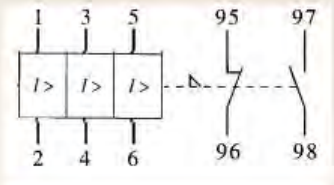


Relés de protección II

Relé electromagnético

Detecta una sobreintensidad debido al aumento del campo magnético inducido por dicha corriente, haciendo que se dispare el contacto asociado.

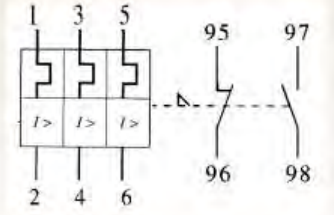
- Protege contra cortocircuitos.
- Si se utiliza para proteger motores, debe soportar el pico de corriente en el arranque.
- Se suele utilizar en conjunción con un relé térmico.



Relé magnetotérmico

Combina las acciones de los relés térmicos y electromagnéticos.

- Protege contra sobrecargas y contra cortocircuitos.



Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

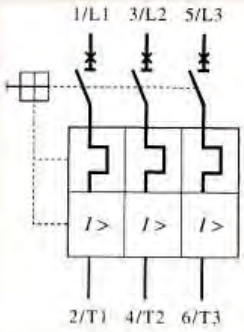
Relés de protección III

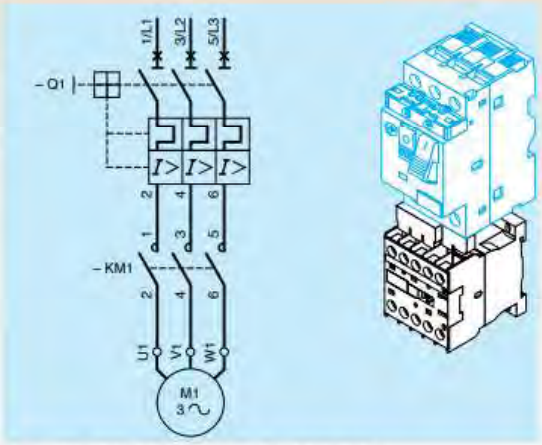
Disyuntor

Se trata de un relé magnetotérmico con un interruptor.

- Se utiliza para la protección de motores de pequeña potencia (guardamotores).







Disyuntor motor magnetotérmico + contactor

Motores eléctricos

Receptores que transforman energía eléctrica en energía mecánica de rotación.

Tipos:

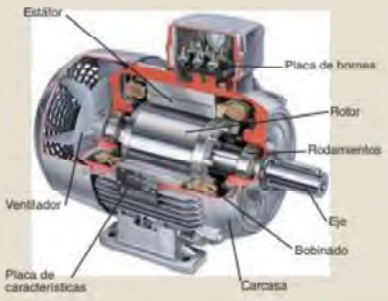
- De corriente continua.
- De corriente alterna:
  - Síncronos.
  - Asíncronos (de inducción):
    - Monofásicos.
    - Trifásicos: de rotor bobinado, de rotor en cortocircuito (jaula de ardilla).



Motores asíncronos

Son los más empleados en la industria gracias a:

- Su facilidad de utilización,
- poco mantenimiento y
- bajo coste de fabricación.



Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

Modelo funcional del motor asíncrono

Principio de funcionamiento

El giro del rotor se produce por la interacción entre el campo magnético giratorio del estátor y el inducido en los bobinados del rotor.

- La velocidad de sincronismo (n_s) es la velocidad angular del campo magnético giratorio:

$$n_s = \frac{50f}{p}(rpm) \begin{cases} f \text{ frec. de la red} \\ p \text{ nº pares de polos} \end{cases}$$

- La velocidad angular del rotor (n) no alcanza nunca la velocidad de sincronismo: $n < n_s$

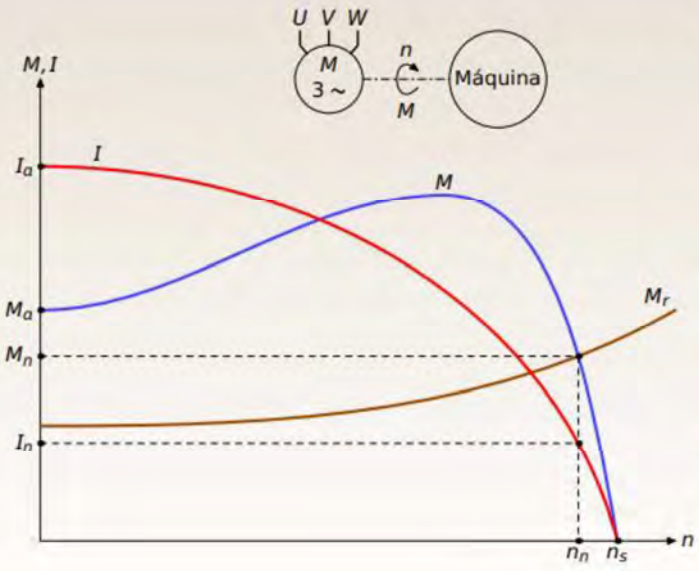
$$s = \frac{n_s - n}{n_s} \text{ (deslizamiento)}$$

Par motor/par resistente

- El motor ofrece un par M en función de su velocidad.
- Toda carga conectada al motor le ofrece un par resistente M_r
- Al igualarse el par del motor (M) y el par resitente, la velocidad n se mantiene constante:

$$M = M_r \Rightarrow n = cte$$

Curvas: par motor, par resistente e intensidad vs. velocidad.



M – par motor
M_r – par resistente

I – intensidad
I_a – intensidad de arranque
I_n – intensidad nominal

M_a – par de arranque
M_n – par nominal

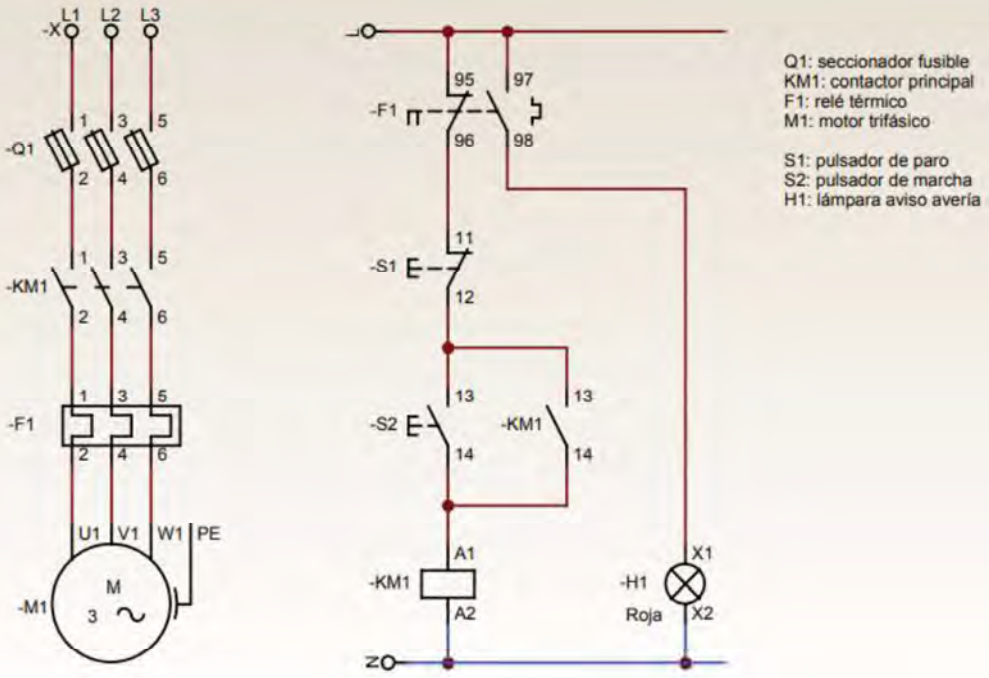
n – velocidad angular
n_s – velocidad de sincronismo
n_n – velocidad nominal

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

Arranque directo

- Se realiza en un solo tiempo.
- El estátor se acopla directamente a la red.
- La corriente inicial es de 4 a 8 veces la nominal. En los cálculos se considera $I_a = 6 I_n$.
- Solo se utiliza con motores de pequeña y mediana potencia y si la red lo permite.
- El par de arranque $M_a \approx 1{,}5 M_n$.
- El par máximo se alcanza aproximadamente al 80 % de la velocidad nominal.
- No se recomienda en montacargas ni en cintas transportadoras por el par de arranque.
- El motor solo necesita tres bornes U–V–W. La conexión interna dependerá de la tensión de la línea.
- Para el giro a derechas se conectan: L1–U, L2–V, L3–W. Para el cambio de giro, se intercambian dos.

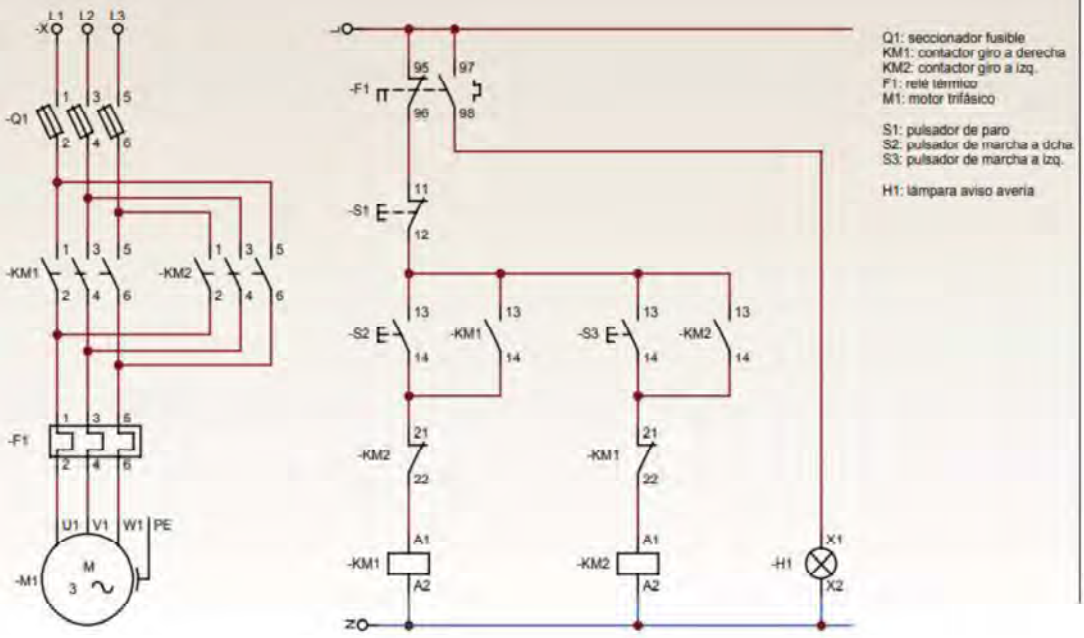
Arranque directo



Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

Arranque directo con *inversión de giro*

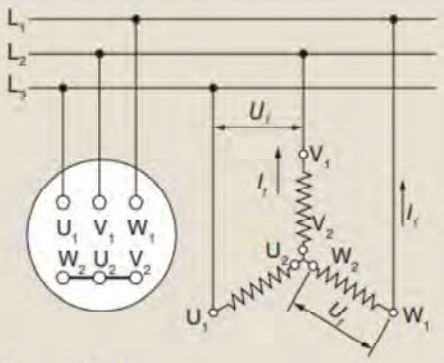
Nota: para invertir el giro es necesario parar primero el motor con S_1.



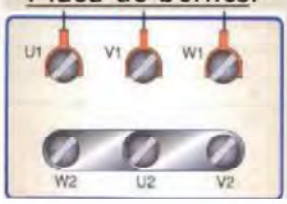
Conexión en estrella y en triángulo

Es necesario disponer de un motor con 6 bornes (dos por bobina).

Conexión en estrella ⅄



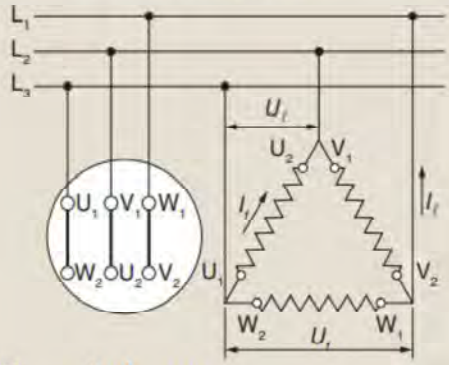
Placa de bornes:



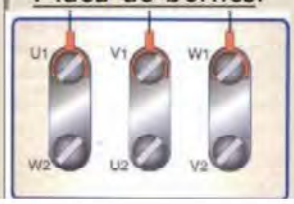
$$U_f = \frac{U_\ell}{\sqrt{3}}$$

$$I_f = I_\ell$$

Conexión en triángulo △



Placa de bornes:



$$U_f = U_\ell$$

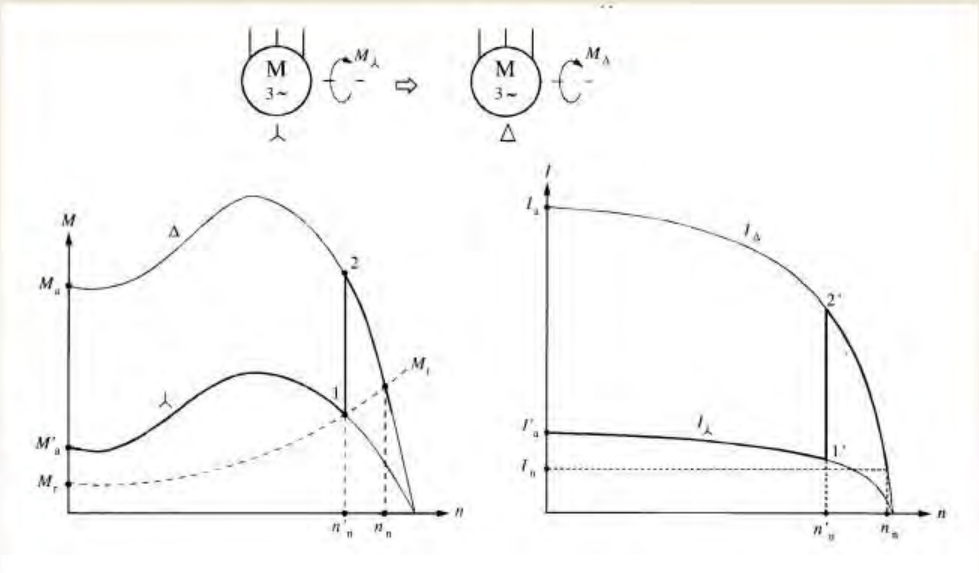
$$I_f = \frac{I_\ell}{\sqrt{3}}$$

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

Arranque estrella–triángulo ($\curlywedge - \triangle$)

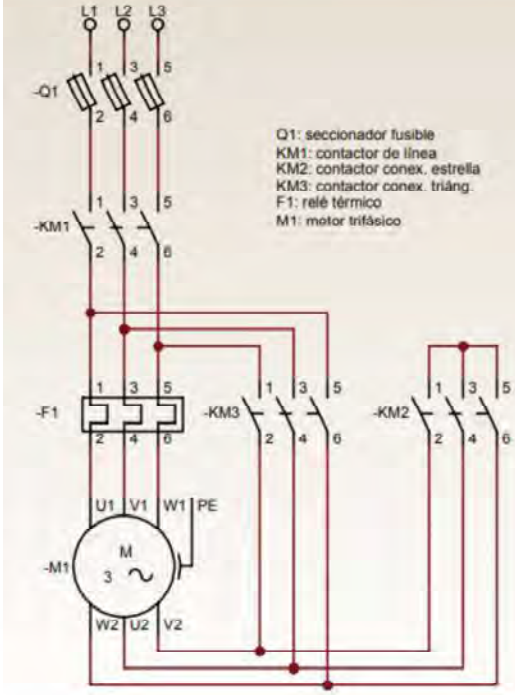
- El motor se arranca conectado en estrella.
  - La tensión de los bobinados se reduce al $57\,\%$.
  - El par se reduce al $33\,\%$.
  - La corriente de arranque se reduce a 2 veces I_n.
- Al alcanzar la máxima velocidad, el motor se desconecta momentáneamente y a continuación se conecta en triángulo para alcanzar la velocidad nominal.
- Durante la desconexión se puede producir una pequeña pérdida de par y un pico de corriente.
- Es el arranque más utilizado por su sencillez, precio y prestaciones.

Variación M–n e I–n en el arranque $\curlywedge - \triangle$

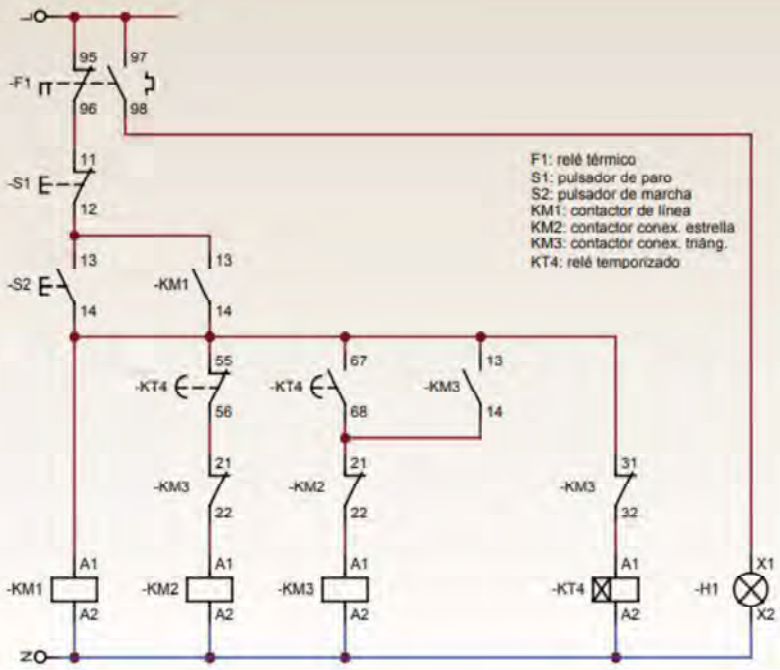


Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

Arranque ⅄ — △: circuito de potencia

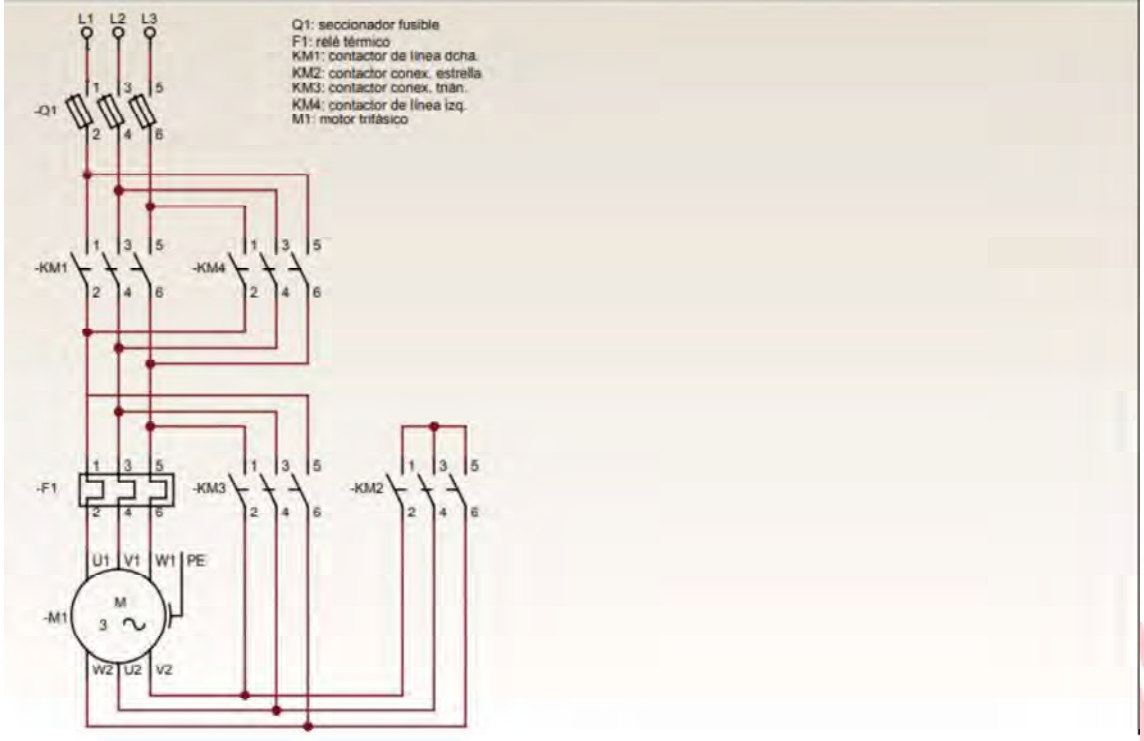


Arranque ⅄ — △: circuito de mando

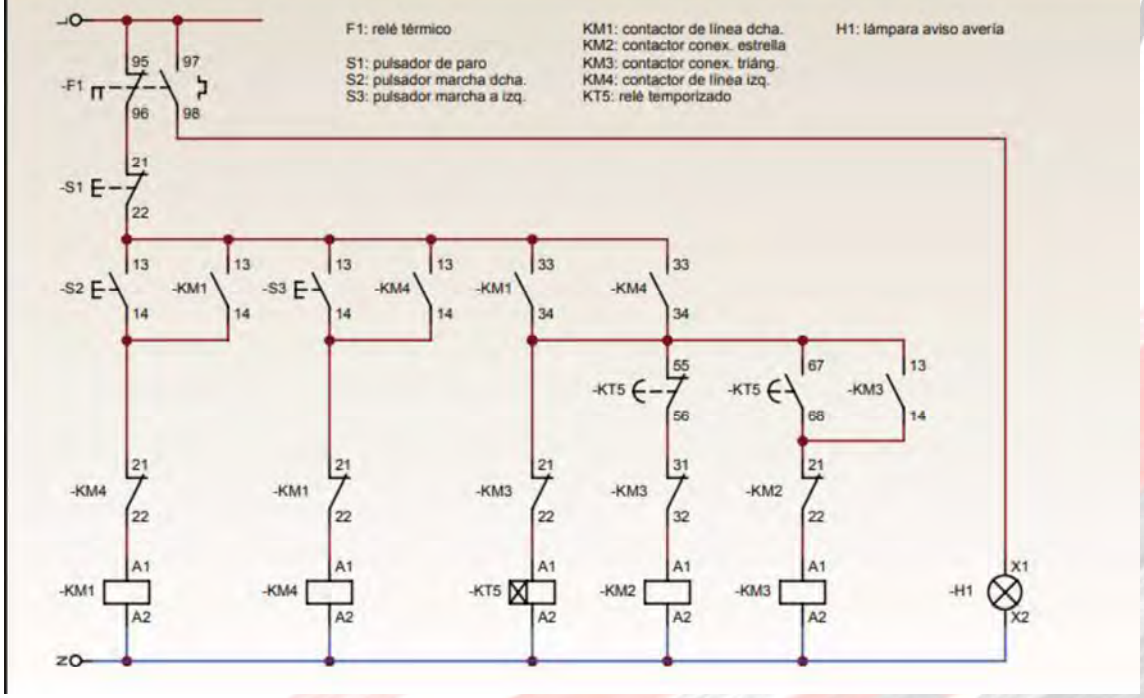


Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

Arranque ⅄ – △ con *inversión de giro*: circuito de potencia



Arranque ⅄ – △ con *inversión de giro*: circuito de mando



Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

Diferencias entre esquema de mando y potencia

Característica	Esquema de Mando	Esquema de Potencia
Función	Control del sistema	Suministro de energía
Componentes	Relés, pulsadores, temporizadores	Contactores, motores, protecciones
Corriente	Baja intensidad	Alta intensidad

Conclusión

Los esquemas de mando y potencia son herramientas esenciales en la automatización eléctrica, proporcionando una representación clara del funcionamiento de un sistema automatizado. Su correcta interpretación y diseño garantizan un mantenimiento eficiente y la implementación adecuada de sistemas eléctricos en distintos entornos industriales y comerciales.

Aplicaciones de los automatismos eléctricos

Los automatismos eléctricos se utilizan en una amplia variedad de sectores, tales como:

- **Industria manufacturera:** Control de líneas de producción, robots industriales y sistemas de ensamblaje automatizados.
- **Sector energético:** Gestión de subestaciones eléctricas, regulación de voltaje y monitoreo de redes eléctricas.
- **Transporte:** Sistemas de control de tráfico, puertas automáticas y sistemas de señalización ferroviaria.
- **Automatización del hogar:** Domótica aplicada a la iluminación, calefacción y seguridad.
- **Automatización de sistemas de iluminación:** Aplicados en edificios inteligentes.
- **Arranque y parada de motores eléctricos:** Utilizados en la industria para optimizar el rendimiento de máquinas.
- **Sistemas de seguridad industrial:** Incluyen circuitos de parada de emergencia y alarmas.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

Ventajas y desafíos de los automatismos eléctricos

Ventajas:

- **Reducción de costos operativos:** Minimiza el uso de mano de obra y optimiza el consumo de energía.
- **Mayor precisión y repetitividad:** Permite la ejecución exacta de procesos sin errores humanos.
- **Mejor seguridad:** Disminuye el riesgo de accidentes en entornos industriales y domésticos.
- **Flexibilidad y escalabilidad:** Los sistemas pueden adaptarse y ampliarse según las necesidades específicas de cada aplicación.

Desafíos:

- **Costo inicial de implementación:** La inversión en equipos y formación puede ser alta.
- **Mantenimiento especializado:** Se requiere personal capacitado para diagnosticar y reparar fallos en los sistemas.
- **Dependencia de la tecnología:** Fallos en los sistemas pueden afectar la producción y generar tiempos de inactividad.

Tendencias Futuras en la Automatización Eléctrica

El avance tecnológico ha impulsado nuevas tendencias en los automatismos eléctricos, como:

- **Internet de las cosas (IoT):** Permite la interconexión de dispositivos para monitoreo y control remoto.
- **Inteligencia artificial:** Mejora la toma de decisiones en procesos automatizados mediante algoritmos avanzados.
- **Automatización colaborativa:** Integración de robots colaborativos (cobots) en entornos industriales para mejorar la productividad.
- **Eficiencia energética:** Desarrollo de sistemas de automatización que optimizan el consumo eléctrico y reducen el impacto ambiental.

Conclusión

Los automatismos eléctricos han revolucionado la industria y la vida cotidiana, proporcionando soluciones eficientes, seguras y adaptables a diversas aplicaciones. Su evolución sigue en constante crecimiento con el desarrollo de nuevas tecnologías, permitiendo sistemas más inteligentes y eficientes. La implementación adecuada de

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

estos sistemas es clave para la modernización de la industria y la optimización de procesos en distintos ámbitos.

11. AUTOMATISMOS NEUMÁTICOS

La neumática es la rama de la ingeniería que estudia y aplica el uso del aire comprimido como medio para generar fuerza y automatizar procesos. Se basa en la conversión de la energía del aire comprimido en trabajo mecánico, que se emplea en actuadores neumáticos y herramientas industriales.

Historia y Evolución de los Sistemas Neumáticos

El uso del aire comprimido como fuente de energía data de la antigüedad. En la Revolución Industrial, los avances en la fabricación de compresores y válvulas permitieron el desarrollo de sistemas neumáticos eficientes. A finales del siglo XX, la integración de la neumática con la electrónica y los sistemas de control programables (PLC) revolucionó la automatización industrial.

Concepto de Atomatización y su Evolución en la Industria

La automatización ha permitido a la industria evolucionar desde procesos manuales hasta sistemas completamente autónomos. Un automatismo neumático es un sistema que opera con aire comprimido para generar movimientos y accionar mecanismos en máquinas y herramientas.

Los sistemas neumáticos son una opción eficiente en la automatización industrial debido a:

- Su bajo costo de operación y mantenimiento.
- La disponibilidad del aire como recurso.
- La seguridad en entornos explosivos o con riesgo eléctrico.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

Comparación con otros sistemas de automatización:

Sistema	Medio de trabajo	Ventajas	Desventajas
Neumático	Aire comprimido	Bajo costo, seguridad, velocidad	Poca precisión, requiere compresor
Hidráulico	Aceite a presión	Alta potencia, control preciso	Alto costo, mantenimiento complejo
Eléctrico	Electricidad	Alta precisión, programabilidad	Mayor costo inicial, seguridad

- **Sistemas Manuales**: Dependen exclusivamente de la intervención humana.
- **Sistemas Mecánicos**: Utilizan engranajes, levas y otras piezas para transmitir movimiento.
- **Sistemas Neumáticos**: Se basan en el uso de aire comprimido para generar fuerza y movimiento de manera rápida y precisa.

En comparación con los sistemas eléctricos o hidráulicos, los sistemas neumáticos son más económicos y limpios, aunque pueden presentar desventajas en cuanto a la precisión del control de velocidad y fuerza.

Aplicaciones Industriales de la Neumática

Los sistemas neumáticos se utilizan ampliamente en diversas industrias:

- **Automatización industrial:** Sistemas de ensamblaje y transporte.
- **Sector automotriz:** Prensas, robots neumáticos, frenos de aire.
- **Industria alimentaria:** Envasado, etiquetado, transporte de productos.
- **Aeronáutica y transporte:** Trenes de aterrizaje, puertas automáticas.
- **Construcción:** Herramientas neumáticas, martillos perforadores.

11.1. FUNDAMENTOS DE LA NEUMÁTICA

La neumática se basa en la utilización del aire comprimido como medio de transmisión de energía. Para comprender su funcionamiento, es esencial conocer:

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

Propiedades Físicas del Aire Comprimido

El aire comprimido posee propiedades únicas que lo hacen adecuado para la automatización:

- **Expansión y compresibilidad**: el aire puede comprimirse y expandirse según la presión aplicada.
- **Densidad variable**: la densidad del aire cambia con la presión y la temperatura.
- **Facilidad de transporte**: el aire comprimido puede distribuirse fácilmente a través de tuberías.

Leyes de los Gases Aplicadas a la Neumática

El comportamiento del aire comprimido se rige por leyes físicas:

11.2. LEY DE BOYLE:

La Ley de Boyle, también conocida como la Ley de Boyle-Mariotte, es una de las leyes que componen las leyes de los gases ideales. Esta ley describe la relación entre el volumen y la presión de un gas, manteniendo constante la temperatura y la cantidad de gas.

La Ley de Boyle establece que, a temperatura constante, el volumen de un gas es inversamente proporcional a la presión aplicada sobre él. Matemáticamente, esta relación se expresa de la siguiente manera:

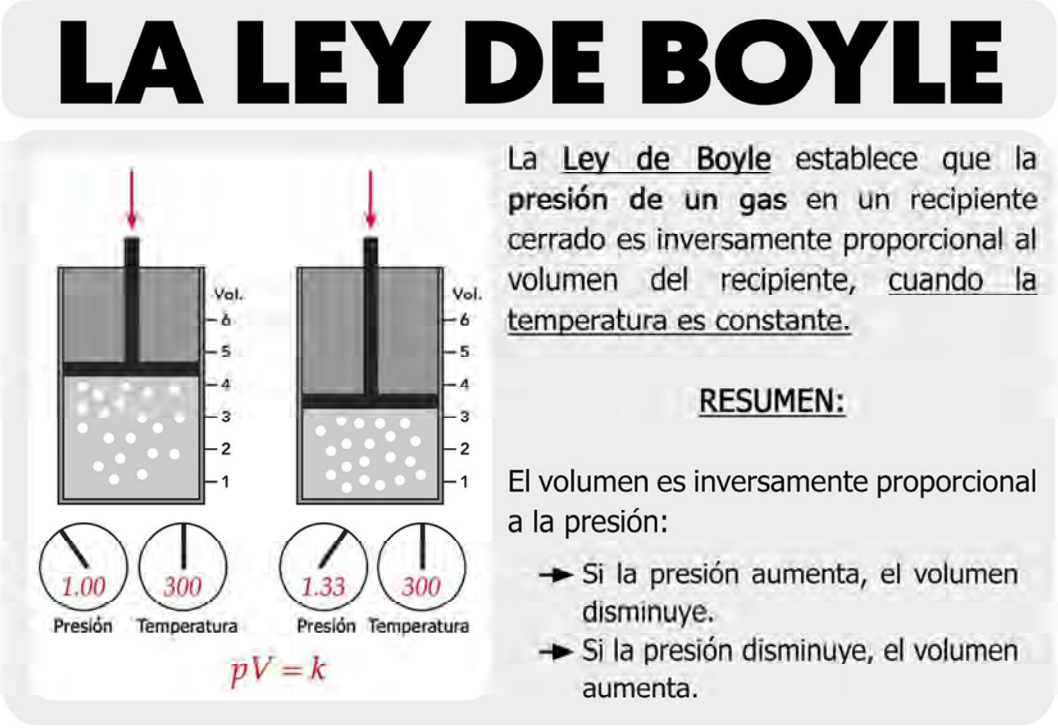
$$\frac{P1}{V1} = \frac{P2}{V2}$$

Donde:

- **P1 y P2** son las presiones del gas.
- **V1 y V2** son los volúmenes del gas.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

En otras palabras, si la presión de un gas aumenta, su volumen disminuirá, y viceversa, siempre y cuando la temperatura y la cantidad de gas se mantengan constantes. La Ley de Boyle es fundamental en la comprensión del comportamiento de los gases y tiene aplicaciones importantes en la industria y la ciencia, especialmente en la termodinámica y la ingeniería.



11.3. LEY DE CHARLES:

La **Ley de Charles**, propuesta por Jacques Charles, establece que, a presión constante, el volumen de un gas es directamente proporcional a su temperatura en grados Celsius.

Matemáticamente, se expresa como:

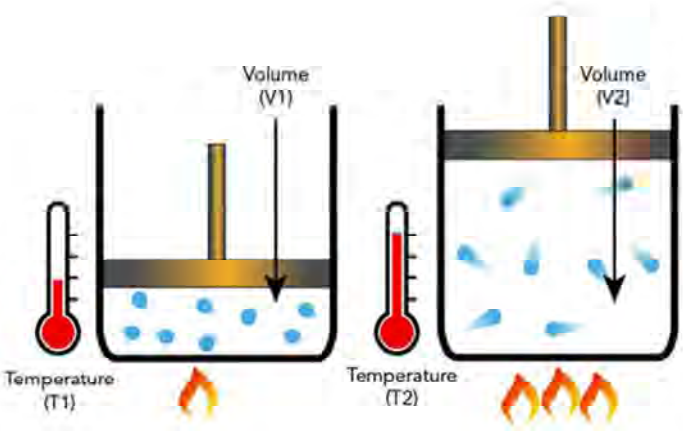
$$V1/T1 = V2/T2$$

donde **V1** y **T1** son el volumen y la temperatura iniciales, y **V2** y **T2** son el volumen y la temperatura finales del gas.

Esta ley es crucial en la comprensión del comportamiento de los gases a diferentes temperaturas y volúmenes, proporcionando una base para la formulación de leyes más amplias en la termodinámica.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

La LEY de CHARLES



La Ley de Charles, propuesta por Jacques Charles, establece que, **a presión constante, el volumen de un gas es directamente proporcional a su temperatura** en grados Celsius.

Matemáticamente, se expresa como V1/T1 = V2/T2, donde V1 y T1 son el volumen y la temperatura iniciales, y V2 y T2 son el volumen y la temperatura finales del gas.

Esta ley es crucial en la comprensión del comportamiento de los gases a diferentes temperaturas y volúmenes, proporcionando una base para la formulación de leyes más amplias en la termodinámica.

Un ejemplo para entender la Ley de Charles

Imagina que tienes un gas en un recipiente con un volumen inicial de 2 litros a una temperatura de 20 grados Celsius. Si calentamos el gas a presión constante y su volumen aumenta a 4 litros, ¿a qué temperatura estará el gas?

Usaremos la Ley de Charles: el volumen de un gas es directamente proporcional a su temperatura a presión constante.

La relación **V1/T1 = V2/T2** se aplica aquí:

Sustituyendo los valores que conocemos: (2 L / 20 °C) = (4 L / T2)

Y finalmente resolviendo: T2 = (4L × 20°C) / 2 L= 40°C

Entonces, si el gas aumenta su volumen a 4 litros a presión constante, su temperatura será de 40°C.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

11.4. LEY DE GAY-LUSSAC:

La Ley de Gay-Lussac, propuesta por el químico Joseph Louis Gay-Lussac, establece que, a presión constante, el volumen de un gas es directamente proporcional a su temperatura.

Matemáticamente se expresa como:

V/T = constante.

Esto significa que, si la presión se mantiene constante, el volumen de un gas aumentará o disminuirá proporcionalmente a la temperatura.

La ley es fundamental en la teoría cinética de los gases y se aplica en diversas áreas, como la termodinámica y la ingeniería química, para comprender el comportamiento de los gases.



Ejemplo práctico para entender la ley de Gay-Lussac

Consideremos un recipiente cerrado que contiene un gas, como, por ejemplo, un globo. Según la Ley de Gay-Lussac, a presión constante, la temperatura y el volumen del gas están directamente relacionados.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

Si inflamos el globo, comprimimos el gas en su interior, lo cual eleva la temperatura del gas. Esto se debe a que la compresión aumenta la energía cinética de las partículas gaseosas, generando calor.

En términos matemáticos, la ley se expresa como:

$$V1/T1 = V2/T2$$

Donde **V** es el volumen y **T** es la temperatura.

Esta relación es fundamental para comprender el comportamiento de los gases bajo cambios de temperatura y volumen a presión constante.

11.5. PRODUCCIÓN DEL AIRE COMPRIMIDO

11.1.1. INTRODUCCIÓN

El aire comprimido es una fuente de energía ampliamente utilizada en la industria debido a su versatilidad y facilidad de almacenamiento. Se obtiene al comprimir aire atmosférico mediante compresores, aumentando su presión y reduciendo su volumen, lo que permite su transporte y utilización en diversas aplicaciones.

El proceso de producción de aire comprimido comienza con la aspiración de aire del ambiente, el cual puede contener impurezas como polvo, humedad y gases contaminantes. Para garantizar un rendimiento óptimo y evitar daños en los equipos, es necesario un sistema de filtrado adecuado antes de la compresión. Posteriormente, el aire es comprimido por equipos como compresores de pistón, tornillo o centrífugos, según las necesidades de presión y caudal del sistema.

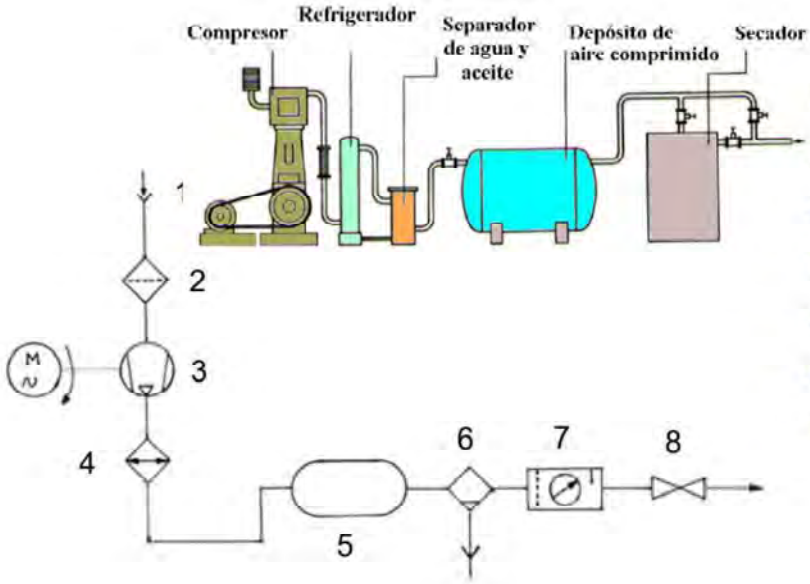
Una vez comprimido, el aire suele contener calor y humedad, por lo que se emplean sistemas de enfriamiento y secado para mejorar su calidad y evitar condensaciones que puedan afectar los equipos y procesos. Finalmente, el aire comprimido es almacenado en tanques o distribuido a través de una red de tuberías hacia los puntos de consumo.

El aire comprimido se utiliza en una amplia variedad de sectores, incluyendo la industria manufacturera, la automotriz, la alimentaria y la medicina. Su uso eficiente y su mantenimiento adecuado son clave para reducir costos energéticos y optimizar el rendimiento de los sistemas neumáticos.

En resumen, la producción de aire comprimido es un proceso esencial en numerosas aplicaciones industriales, y su correcta gestión garantiza un funcionamiento seguro, eficiente y sostenible.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

Elementos necesarios en un sistema neumático para el acondicionamiento del aire



1) Aire
2) Filtro de aspiración
3) Compresor
4) Secador (refrigerador)
5) Acumulador
6) Purgador
7) Unidad de mantenimiento:
   - Filtro de aire
   - Lubricador
   - Regulador

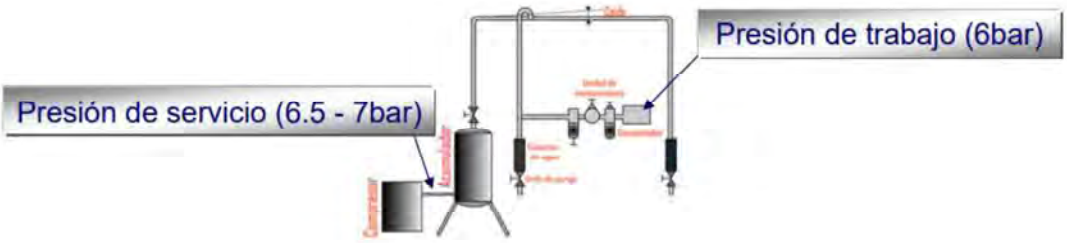
11.1.2. COMPRESORES

Características de los compresores

El compresor es el componente principal de la producción o generación de aire.

El compresor debe elegirse en función de:

- La presión de servicio: Pmax – Pmin → regulación del compresor.
- El caudal efectivo de aire necesario para los diferentes componentes de la instalación.



Potencia necesaria para arrancar el compresor: $Pot[kW] = \frac{P[bar] \cdot Q[l/\min]}{600}$

Refrigeración del compresor: prolonga su vida (aletas, circuito de agua, etc.)

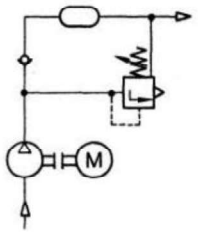
Localización del compresor:

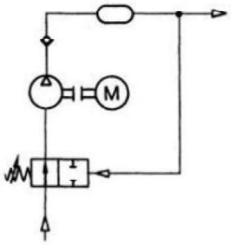
- Fuera del a fábrica: mejor refrigeración, limpieza del aire, y menos ruidos.
- Dentro de la fábrica en un rincón.

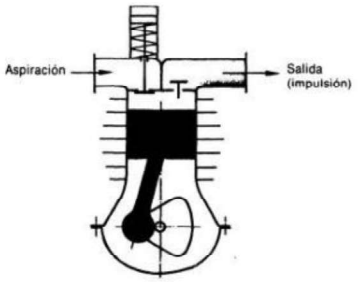
Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

Regulación de los compresores

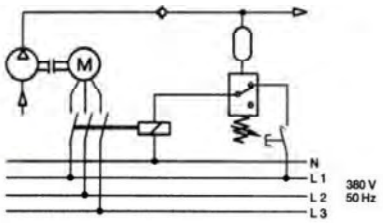
- Regulación de marcha en vacío
  - Por escape de la atmósfera
  - Por aislamiento de la aspiración
  - Por apertura de la aspiración



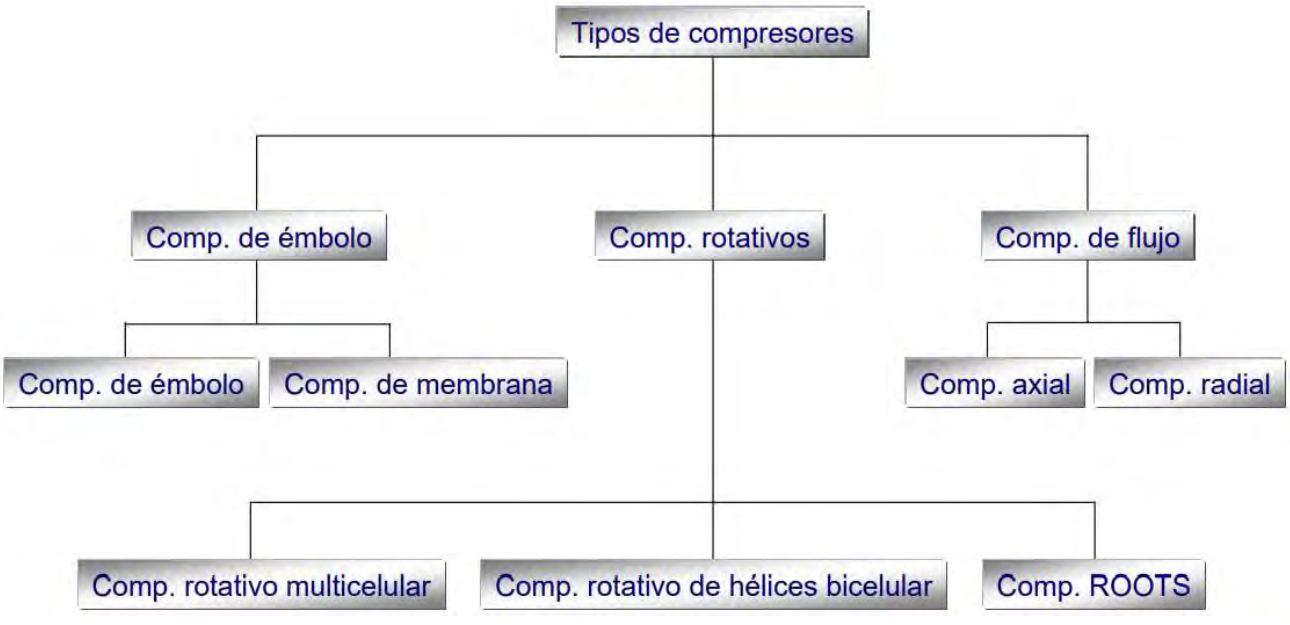




- Regulación de carga parcial
  - Regulación de la velocidad de rotación
  - Regulación del caudal aspirado
- Regulación por intermitencias

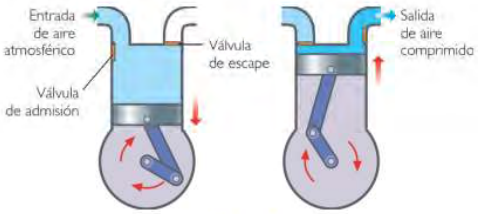


Clasificación de los compresores



Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

Clasificación de los compresores

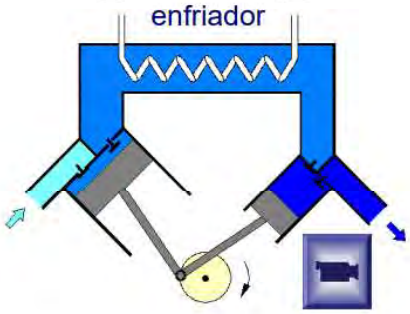


➢ Compresores de émbolo

Presiones altas (>20 bar) y caudales bajos (<165m^3/min)

➢ Compresor de émbolo alternativo: Durante el movimiento de descenso, el émbolo aspira aire a través de la válvula de aspiración; lo comprime luego durante el movimiento ascendente y lo expulsa por la válvula de presión.

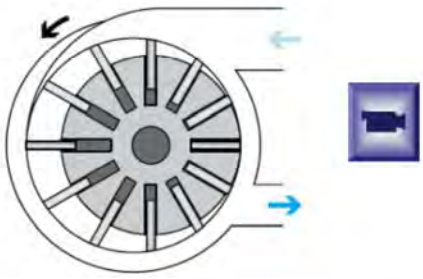
➢ Presión: de una etapa hasta aprox. 600 kPa (6 bar) y de dos etapas hasta aprox. 1500 kPa (15 bar)



➢ Compresor de membrana: La cámara de compresión está separada del émbolo por una membrana y no deja pasar el aceite. Aplicaciones: industria alimenticia, farmacéutica y química.



Clasificación de los compresores



➢ Compresores rotativos

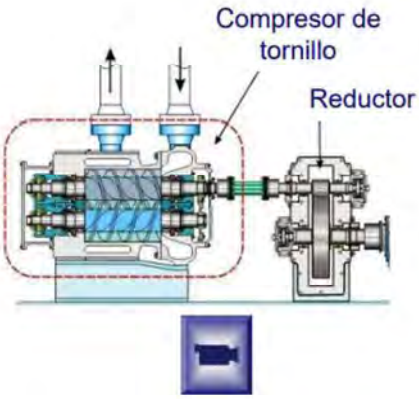
Presiones medias (<10 bar) y caudales medios (165m^3/min)

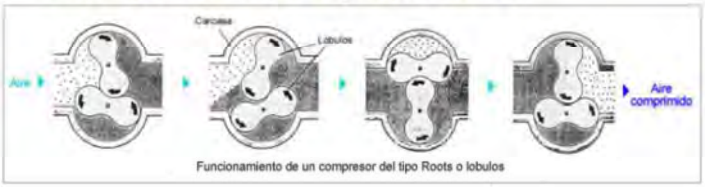
➢ Compresor multicelular (rotativo de paletas): Las paletas se fuerzan contra la cámara por muelles o por la fuerza centrífuga.

➢ Presión: 3bar

➢ Compresor de tornillo: Proporciona un caudal constante libre de pulsos. Fallo prematuro.

➢ Compresor ROOTS: Proporciona elevado caudal (constante) a bajas presiones.





Funcionamiento de un compresor del tipo Roots o lóbulos

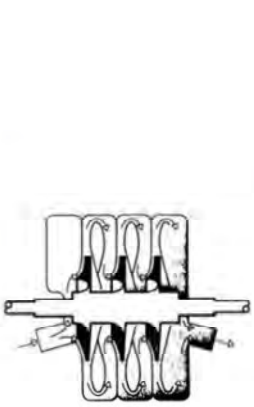
Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

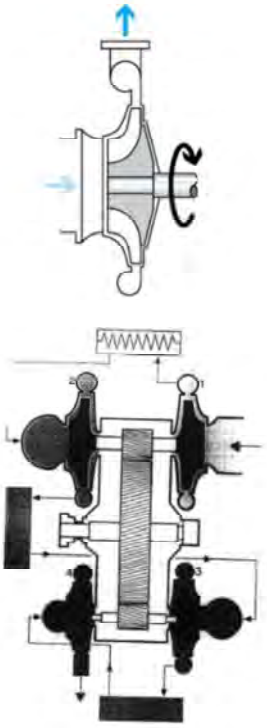
Clasificación de los compresores

- Compresores de flujo

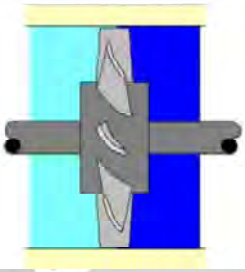
Presiones bajas y caudales elevados (hasta 5000m^3/min)

- Compresor radial: La compresión se realiza mediante fuerza centrífuga. Los difusores reducen la velocidad de entrada a las siguientes etapas.



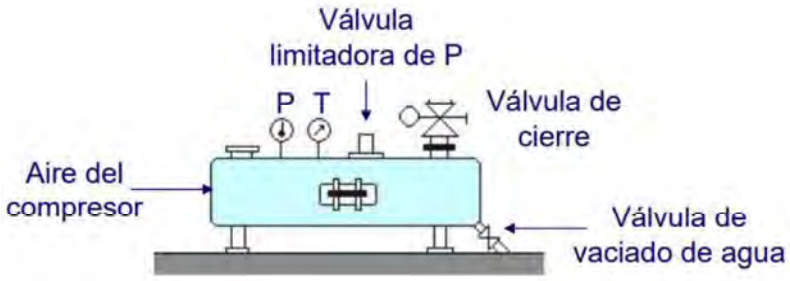


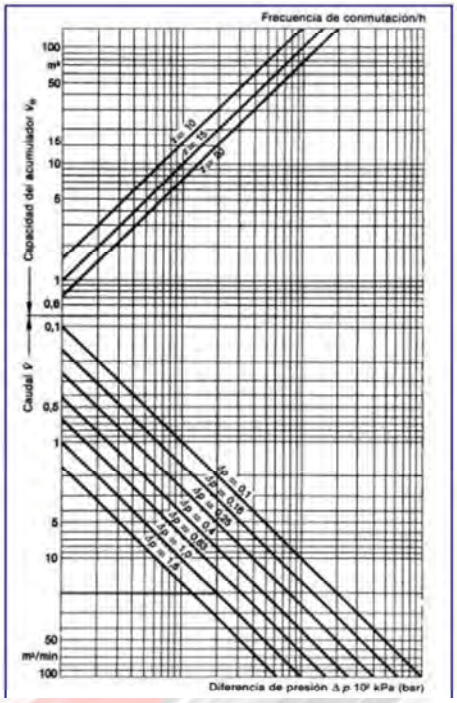
- Compresor axial: funciona por el principio del ventilador.



11.1.3. ACUMULADOR

La misión del acumulador es estabilizar la presión de aire ante variaciones del consumo en el sistema neumático.





Su tamaño depende de:

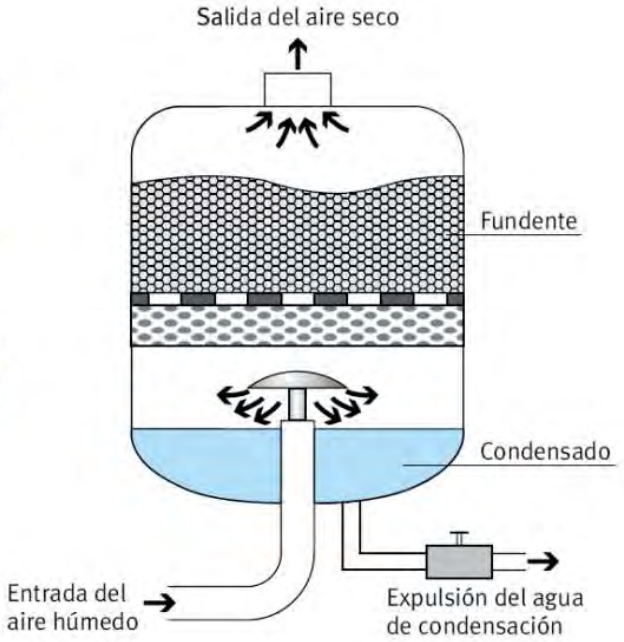
- Caudal suministrado por el compresor
- Cantidad de aire requerida por el sistema
- Red de tuberías
- Regulación del compresor
- Oscilación permisible de la presión en el sistema (Pmin y Pmax)

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

11.1.4. SECADORES DE AIRE

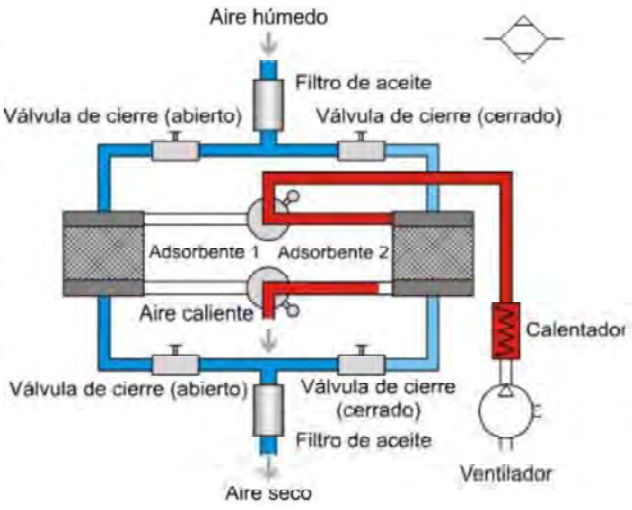
Clasificación de los secadores de aire

- Secado por absorción:
  - Las materias gasiformes o disueltas son fijadas por una materia sólida o líquida.
  - Proceso químico.
  - La humedad existente en el aire se une a una masa de secado. La masa se disuelve y debe ser sustituida.
  - Altos costes de funcionamiento, instalación sencilla del equipo, no hay necesidad de recurrir a fuentes de energía externas.



Clasificación de los secadores de aire

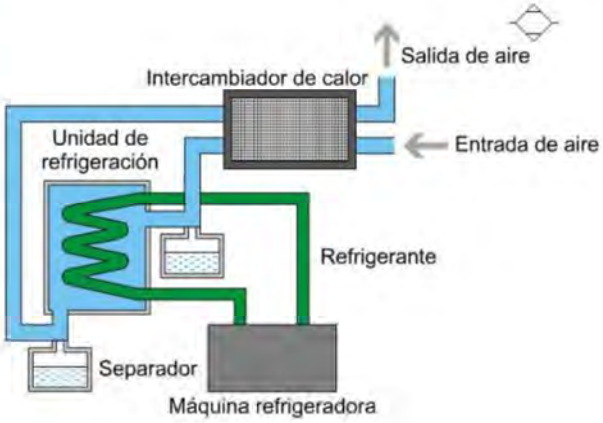
- Secado por adsorción:
  - Depósito de gases o materias disueltas en la superficie de cuerpos sólidos
  - Proceso físico
  - La humedad existente en el aire se deposita en la superficie porosa de la masa de secado
  - Regeneración por medio de corriente de aire caliente
  - Pueden lograrse puntos de condensación a presión hasta -90 °C



Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

Clasificación de los secadores de aire

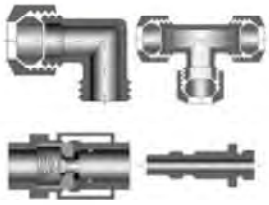
- Secado por enfriamiento:
  - Se conduce el aire frío por un sistema de intercambio térmico bañado por un agente frigorífico
  - Proceso térmico
  - Necesita un enfriamiento previo
  - Es el proceso de secado más empleado
  - Pueden lograrse puntos de condensación a 2 - 5 °C



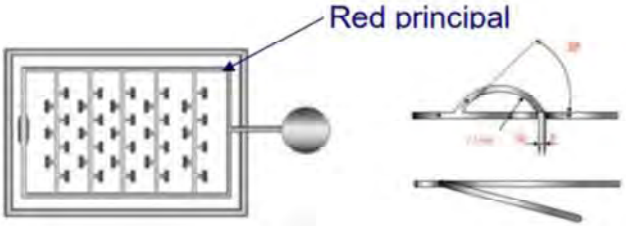
11.1.5. DISTRIBUCIÓN DEL AIRE COMPRIMIDO

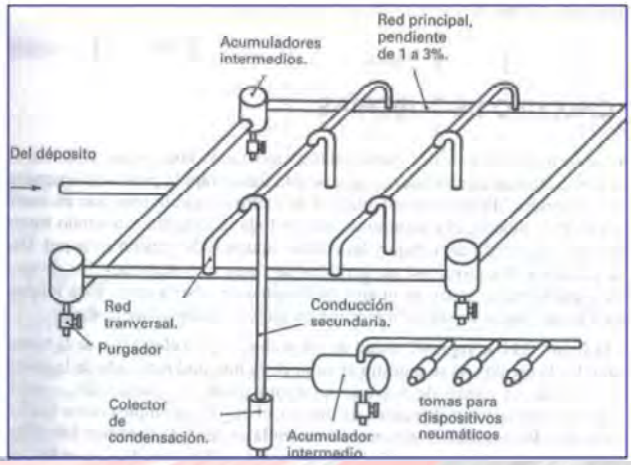
La función de la red de distribución de aire comprimido es conducir el aire a presión desde el depósito hasta el lugar de trabajo. Esta red está formada por tuberías.

Red principal
- Mayor diámetro
- Forma de parrilla
- Pendiente de 1% a 3%
- Evitar cambios bruscos de sección (codos cerrados)



Enchufes rápidos



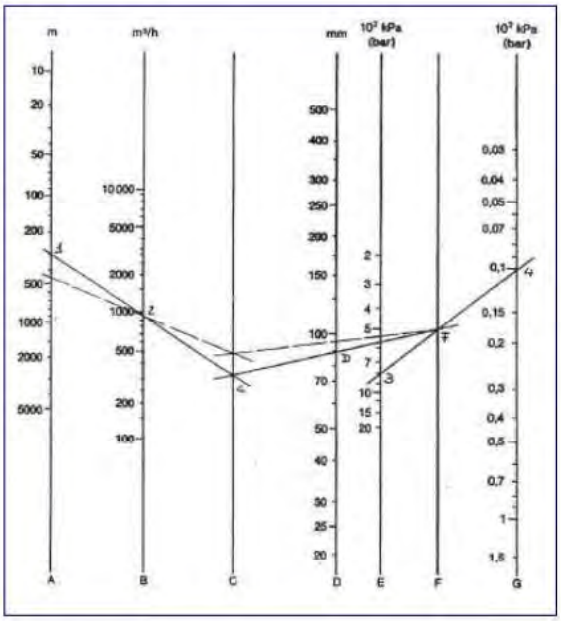


Red secundaria
- Conducciones que abastecen a los consumidores

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

Cálculo de la sección de una tubería

- Caudal circulante de aire
- Velocidad del aire (6 – 10m/s)
- Pérdidas admisibles de presión (<5% Ptrabajo) diámetro de tuberías, longitud, rugosidad, codos, estrangulaciones, etc.
- Presión de trabajo
- Estrangulaciones existentes
- Longitud de tubería



Cálculo difícil ➡ sobredimensionamiento
➡ futuras ampliaciones

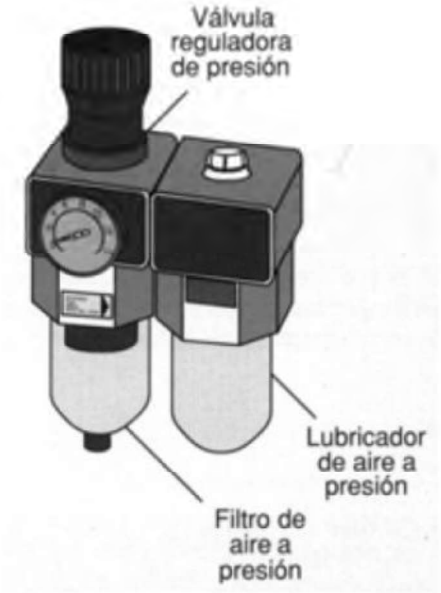
Materiales de tubería

- Bajo nivel de perdida de carga
- Estanqueidad
- Resistencia a la corrosión
- Posibilidad de ampliación

} Plástico, cobre y acero.

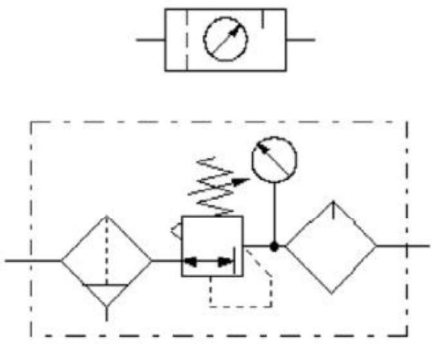
11.1.6. UNIDAD DE MANTENIMIENTO

La unidad de mantenimiento tiene por misión acondicionar el aire comprimido previo a su paso al sistema neumático.



La UDM está compuesta por:
- Filtro de aire
- Regulador de presión
- Lubricador del aire a presión

Se sitúa inmediatamente antes de la entrada a cada circuito neumático, ya en la máquina



Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

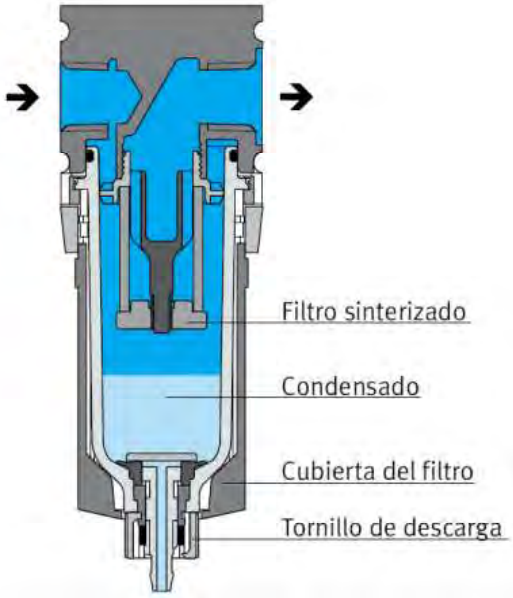
La unidad de mantenimiento tiene por misión acondicionar el aire comprimido previo a su paso al sistema neumático.

Filtro de aire

- Su misión es eliminar el condensado, impurezas y partículas de aceite de la corriente de aire.
- Grado de filtración: % de partículas separadas de la corriente de aire
- Cartucho filtrante: estándar (5 - 40µm), fino (1µm) y submicrónico (0,01µm)
- Se deben sustituir periódicamente (ΔP > 0,4 – 0,6bar)

Mantenimiento

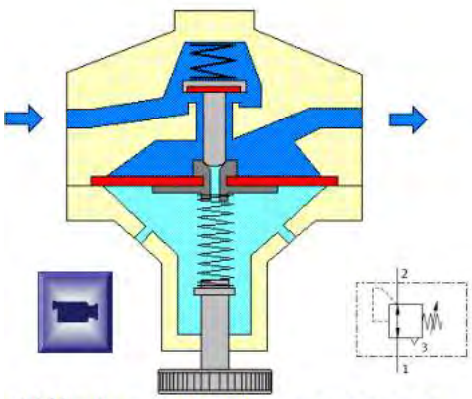
Cambiar el cartucho filtrante
Eliminar el condensado



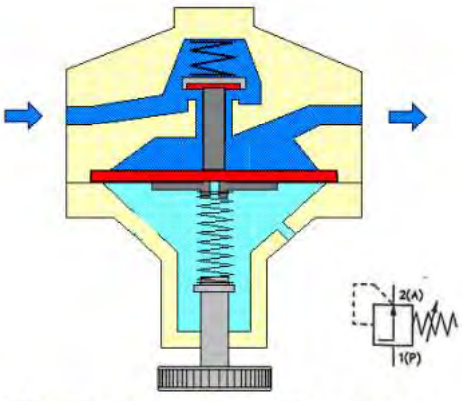
La unidad de mantenimiento tiene por misión acondicionar el aire comprimido previo a su paso al sistema neumático.

Regulador de presión

- Su misión es mantener constante la presión de trabajo.
- La presión de entrada debe ser siempre más alta que la presión de trabajo.
- Presión de actuación: 6bar
- Presión de mando: 4bar



Válvula reguladora con escape



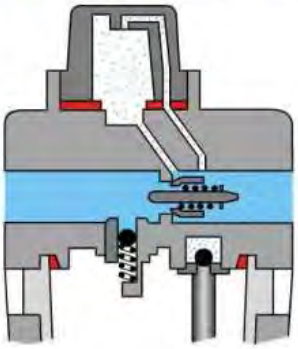
Válvula reguladora sin escape

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

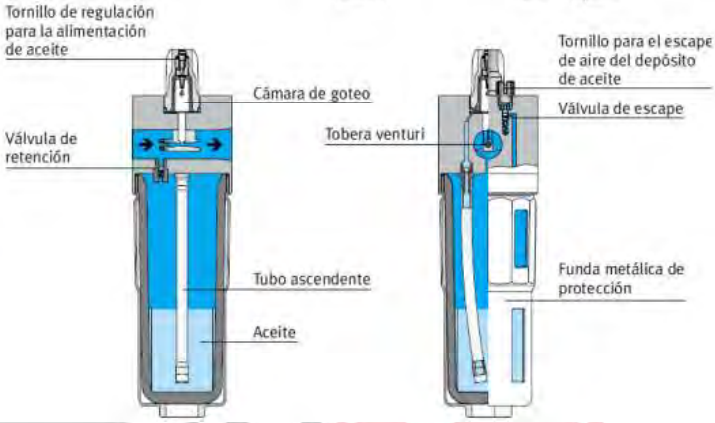
La unidad de mantenimiento tiene por misión acondicionar el aire comprimido previo a su paso al sistema neumático.

Lubricador del aire a presión

- No es necesario en todos los circuitos
- Se emplea para movimientos muy rápidos y cilindros de grandes diámetros
- Lubricación según el principio Venturi



Recomendaciones:
1) No permitir que el aceite del compresor pase a la red
2) Instalar, si es posible, elementos que no necesiten aire lubricado
3) Si el sistema ha funcionado con aceite lo debe seguir haciendo



11.1.7. ACTUADORES NEUMÁTICOS

INTRODUCCION (I)



- "Actuadores neumáticos" incluye **cilindros** y **actuadores rotativos**
- **Proporcionan potencia y movimiento** a sistemas automatizados, máquinas y procesos mediante el **consumo de aire comprimido**
- La presión máxima de trabajo depende del diseño del cilindro. La Norma VDMA permite trabajar hasta **16 bar**
- Un cilindro neumático es un componente **sencillo**, de **bajo coste** y **fácil** de **instalar**; es ideal para producir movimientos lineales
- La **carrera** del cilindro determina el movimiento máximo que este puede producir

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

INTRODUCCION (II)

- El **diámetro** del cilindro y su **presión** de trabajo determinan la **fuerza máxima** que este puede hacer
- La **fuerza** es controlable a través de un regulador de presión
- La **velocidad** tiene un amplio margen de ajuste
- **Toleran** condiciones adversas como alta humedad y ambientes polvorientos, y son de fácil limpieza

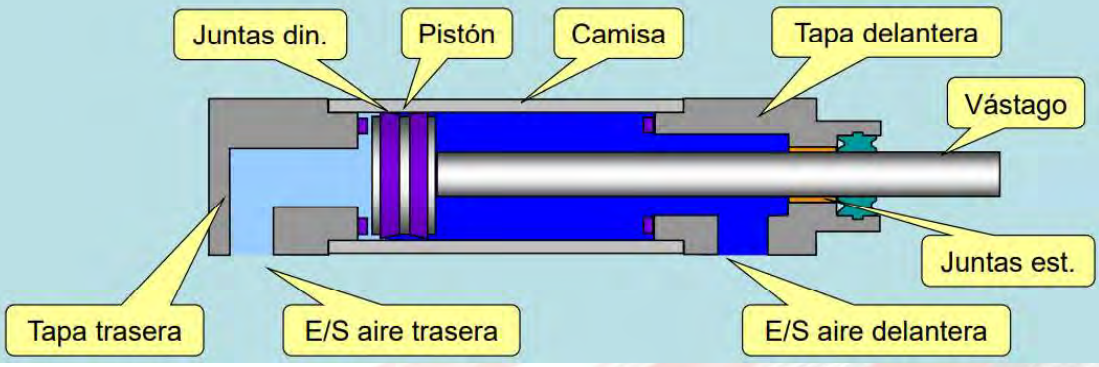




CONSTRUCCION BÁSICA (I)

Las partes del cilindro son:

- Camisa
- Tapa trasera
- Pistón
- Vástago
- Tapa delantera
- Juntas de estanqueidad (estáticas y dinámicas
- Entrada/salida de aire trasera
- Entrada/salida de aire delantera, (D.Efec.)
- Resorte para el retroceso, (S.Efec)

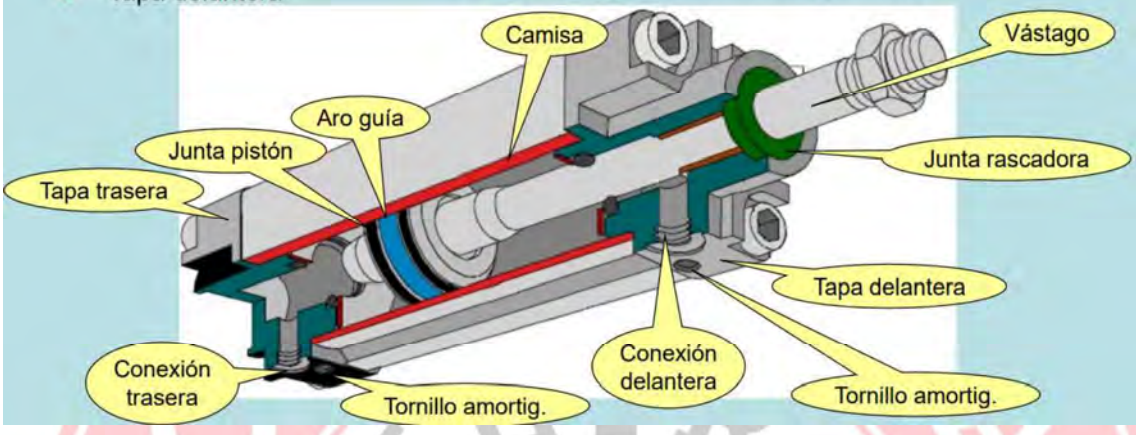


Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

CONSTRUCCION BÁSICA (II)

Las partes del cilindro son:

- Camisa
- Tapa trasera
- Pistón
- Vástago
- Tapa delantera
- Juntas de estanqueidad (estáticas y dinámicas)
- Entrada/salida de aire trasera
- Entrada/salida de aire delantera, (D.Efec.)
- Resorte para el retroceso, (S.Efec)



CONSTRUCCION BÁSICA (III)

Se dispone de una amplia variedad de actuadores neumáticos en cuanto a dimensiones y tipos, incluyendo:

- Cilindros
  - Simple efecto con o sin muelle
  - Doble efecto
    - Sin amortiguación y amortiguación fija
    - Amortiguación regulable
    - Imán
  - Sin vástago
  - Compactos
  - Elásticos
- De giro
- Motores

Actuador	Función	Parámetro Básico
Cilindro	Trabajo rectilíneo	Fuerza y carrera
Actuador de Giro	Trabajo angular	Par y ángulo de giro
Motor neumático	Accionamiento mecanismos rotativos	Par y r.p.m.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

Cilindros de simple y doble efecto

CILINDROS DE SIMPLE EFECTO (S.E.) (I)

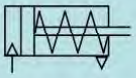
Uno de los movimientos es generado por el aire comprimido, el otro lo es por la acción de un muelle:

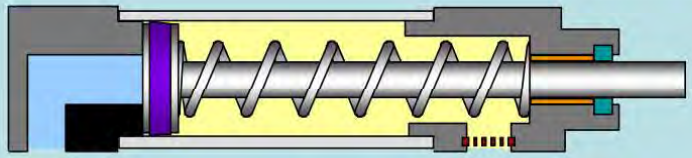
- Vástago extendido (normalmente fuera)
- Vástago retraído (normalmente dentro)

Consumen poco aire

Max. carreras de 100 mm

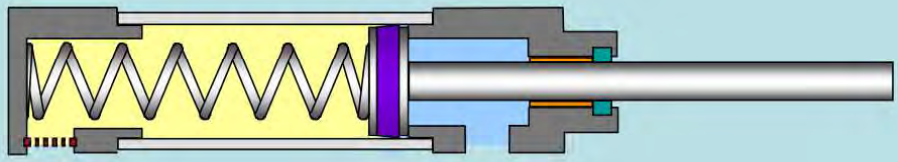
N. Dentro





N. Fuera





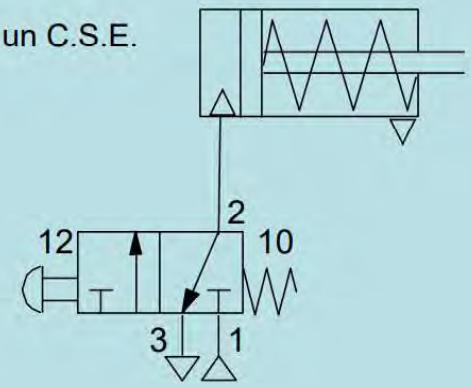
CILINDROS DE SIMPLE EFECTO (S.E.) (II)

Uno de los movimientos es generado por el aire comprimido, el otro lo es por la acción de un muelle:

- Vástago extendido (normalmente fuera)
- Vástago retraído (normalmente dentro)

➢ Para que el cilindro pueda volver a su posición de reposo se requiere que el aire de la cámara pueda ir a escape

➢ Cto de mando de un C.S.E.

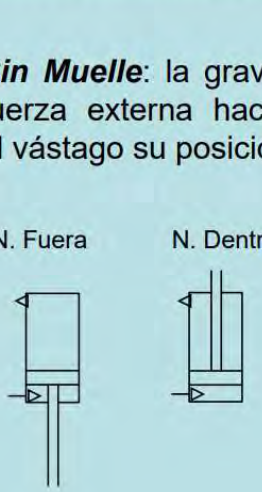


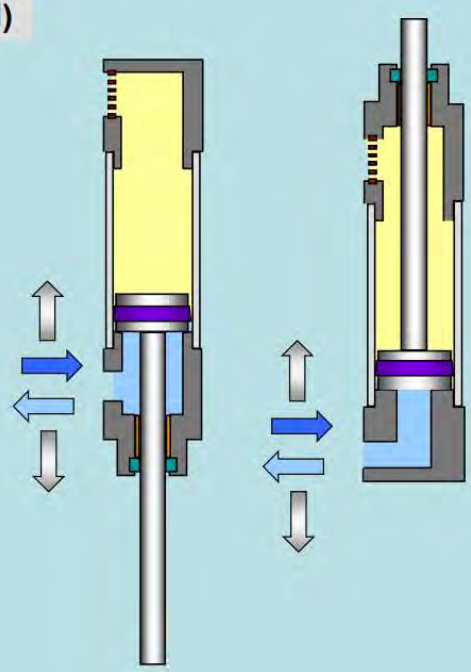
Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

CILINDROS DE SIMPLE EFECTO (S.E.) (III)

- ***Sin Muelle***: la gravedad o otra fuerza externa hace recuperar al vástago su posición inicial

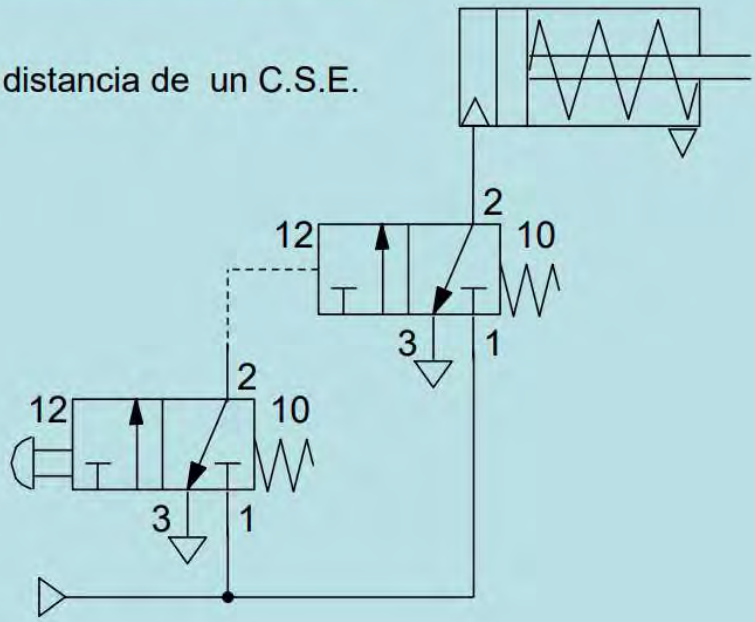
N. Fuera N. Dentro





CILINDROS DE SIMPLE EFECTO (S.E.) (IV)

- Cto de mando a distancia de un C.S.E.



Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

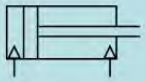
CILINDROS DE DOBLE EFECTO (D.E.) (I)

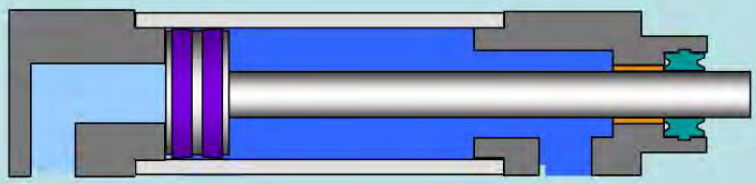
El aire comprimido genera los dos movimientos del cilindro, el de salida y el de entrada del vástago

Permiten un mayor control de la velocidad

Pueden ser:

- ***Sin amortiguación***: están diseñados para aplicaciones con cargas ligeras y baja velocidad
- Amortiguación fija
- Amortiguación regulable





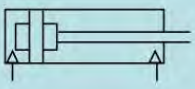
CILINDROS DE DOBLE EFECTO (D.E.) (II)

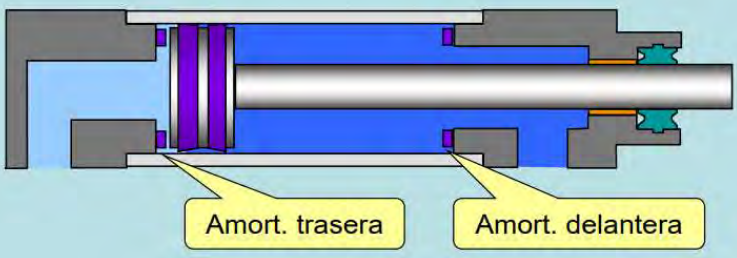
El aire comprimido genera los dos movimientos del cilindro, el de salida y el de entrada del vástago

Permiten un mayor control de la velocidad

Pueden ser:

- Sin amortiguación
- ***Amortiguación fija*** está destinada a cilindros de pequeño diámetro y para trabajar con cargas ligeras
- Amortiguación regulable





Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

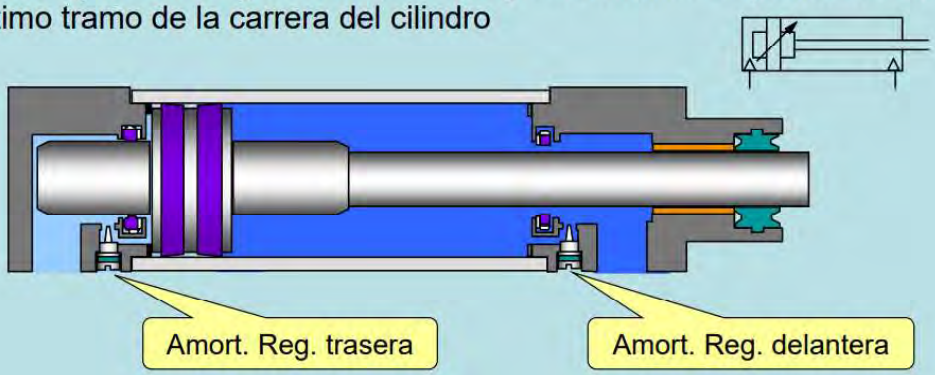
CILINDROS DE DOBLE EFECTO (D.E.) (III)

El aire comprimido genera los dos movimientos del cilindro, el de salida y el de entrada del vástago

Permiten un mayor control de la velocidad

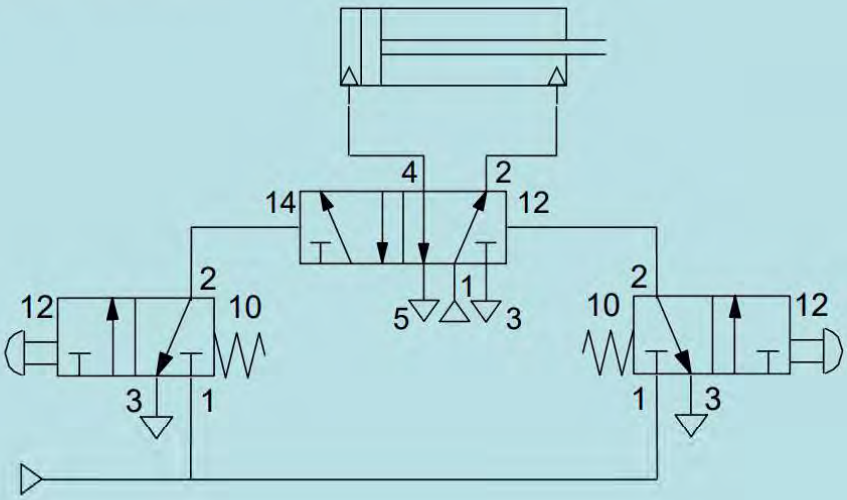
Pueden ser:

- Sin amortiguación
- Amortiguación fija
- ***Amortiguación regulable:*** para progresivamente el pistón en el último tramo de la carrera del cilindro



CILINDROS DE DOBLE EFECTO (D.E.) (IV)

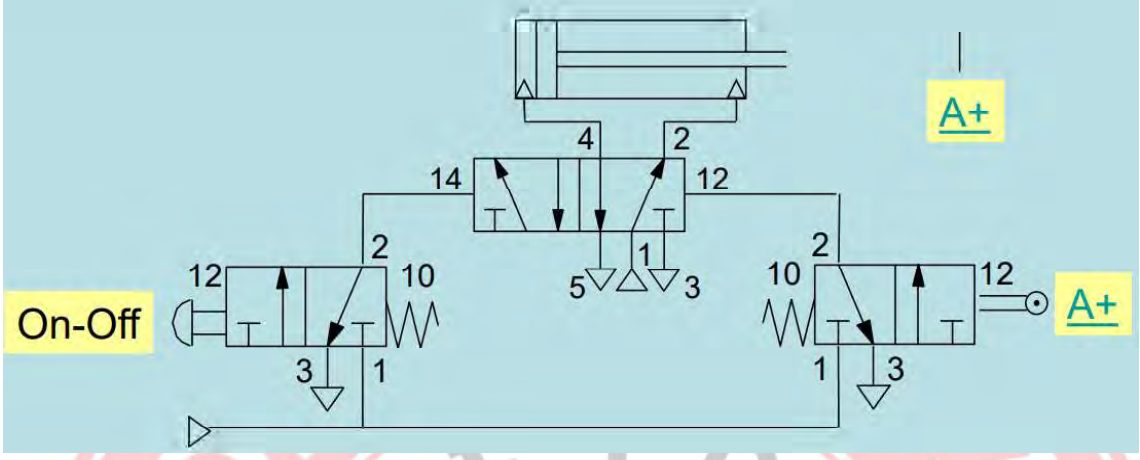
- Cto de mando a distancia de un C.D.E.
  válvula 5/2 y dos válvulas 3/2



Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

CILINDROS DE DOBLE EFECTO (D.E.) (V)

- Cto de mando semi-automático de un C.D.E.
  - El cilindro va a más (sale) por efecto del pulsador manual, vuelve a menos (retorna) por el final de carrera
  - Requiere 1 válvula 5/2, y 2 válvulas 3/2 (pulsador y final de carrera)



Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

Cilindros especiales (sin vástago, de doble vástago, compactos, elásticos y músculos neumáticos, membrana, tamden, impacto, telescópicos, vástago hueco, multiposicionales, rotativos y pinza)

CILINDROS SIN VASTAGO (I)

- El **movimiento** del cilindro está contenido en el **propio cuerpo** del cilindro. Al no salir un vástago ocupa la mitad
- El movimiento se transmite a través de un **carro exterior** que se desplaza a través de la camisa del cilindro
- Una **ranura**, a lo largo de la camisa permite la conexión del carro con el pistón
- En el interior y el exterior del cilindro se disponen una **junta** y una cubierta para la **estanqueidad** y la protección contra el **polvo**
- Se suele utilizar para trabajar a través de **líneas transportadoras**, o elevación de cargas en espacios reducidos

Estos cilindros tienen problemas de fugas de aire

- Los hay de arrastre magnético por medio de **imanes** (en el vástago y exterior)

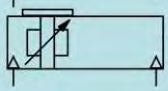
CILINDROS SIN VASTAGO (II)

- **Con Guía**



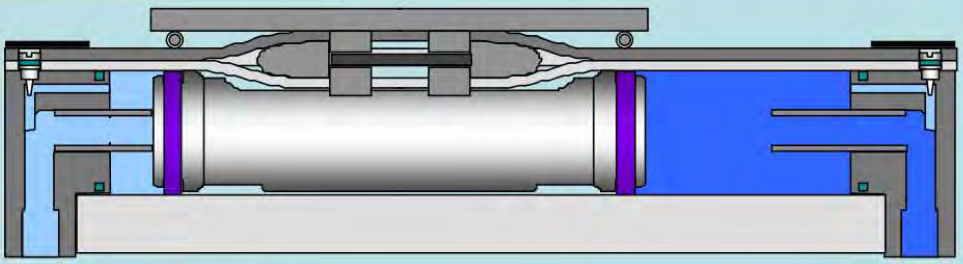


- Doble efecto



- Doble efecto amort. regulable

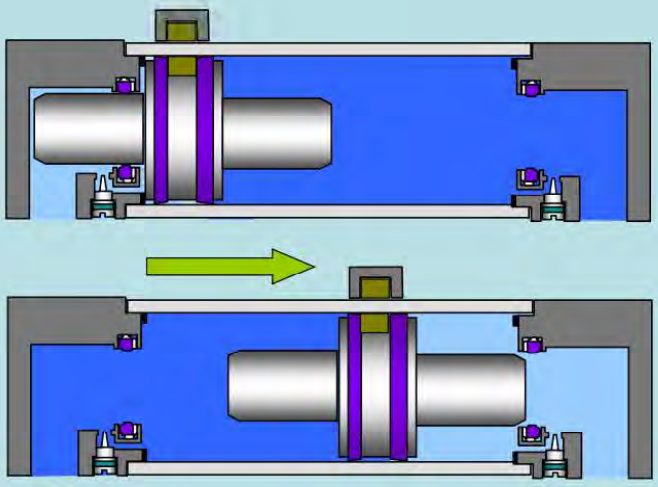
Preferible instalarlo con el carro hacia abajo:
- **Evita la suciedad en la junta y su deterioro**
- **El peso cierra la junta y limita las fugas**



Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

CILINDROS SIN VASTAGO (III)

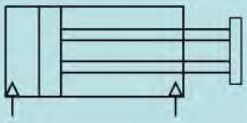
- Con arrastre magnético



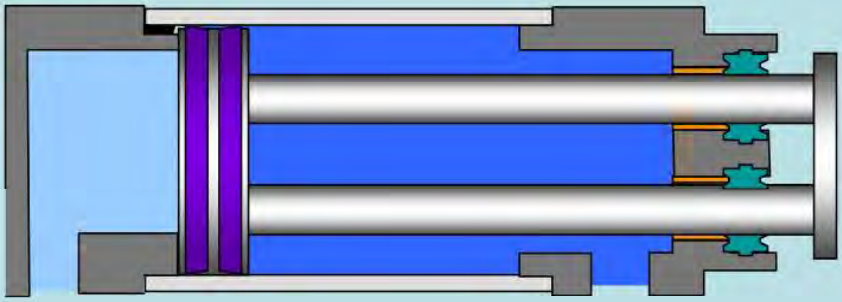
No presentan fugas

CILINDROS CON DOBLE VASTAGO



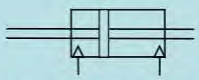


Impide el giro del cilindro



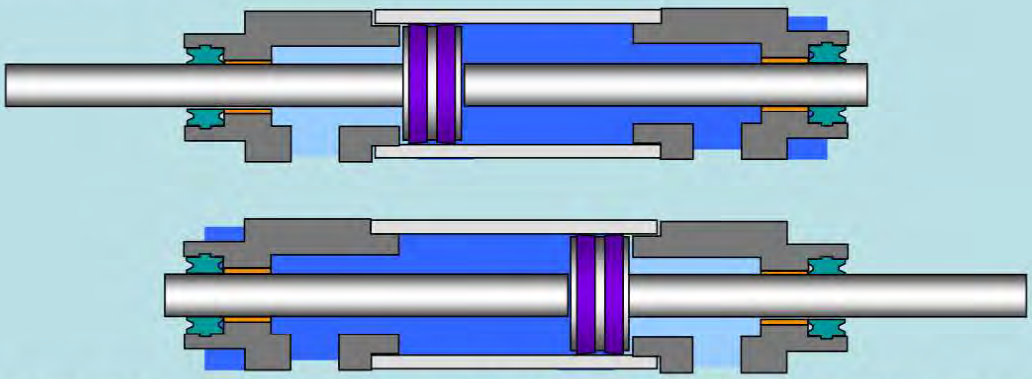
Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

CILINDROS DE DOBLE VÁSTAGO





Fuerza de avance = Fuerza de retorno
Velocidad de avance = Velocidad de retorno

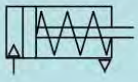


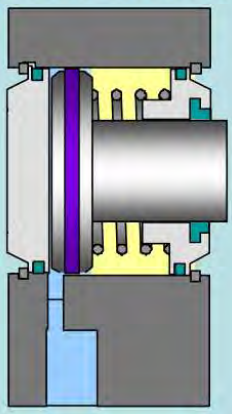
Su uso esta restringido a la necesidad de evitar los esfuerzos laterales que pueda sufrir el vástago, al tener dos guías, la posición del vástago queda reforzado

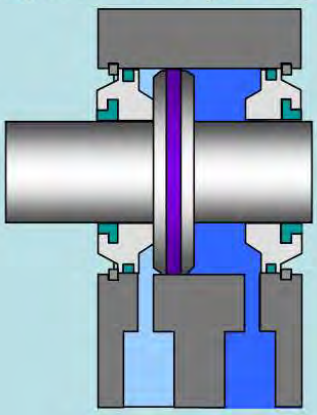
CILINDROS COMPACTOS

- Para utilizar en **espacios reducidos** donde sólo se precise una **carrera corta**
- Con respecto a su diámetro son de **poca longitud**
- Generalmente se utilizan en aplicaciones con **poca carga**
- Normalmente utilizados en la versión **simple efecto**, pero también está disponible en doble efecto, antigiro y doble vástago, magnético o no

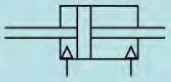
S.E. Vástago retraído







D.E. Doble vástago



Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

CILINDROS ELÁSTICOS Y MÚSCULOS NEUMATICOS (I)

- Son cilindros de **simple efecto**
- Ensanchan y se retraen cuando se introduce aire comprimido, su carrera es **menos del 25% de su longitud**
- La comprensión y extensión máxima se debe **limitar externamente**
- Proporcionan carreras **cortas de alta potencia**
- Pueden **moverse en cualquier dirección** debido su elasticidad
- **No** mantienen perfectamente la **alineación**
- Se pueden utilizar como **muelles de aire** y son ideales para **aislar las vibraciones** de las cargas soportadas
- **Son de vida prolongada y no tienen fugas**







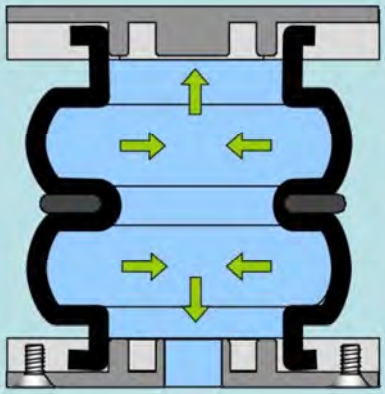


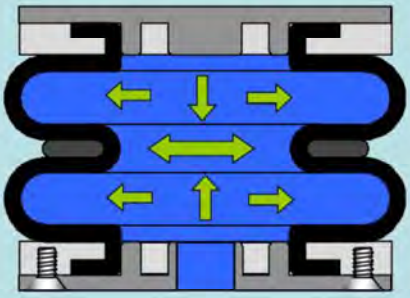
CILINDROS ELÁSTICOS Y MÚSCULOS NEUMATICOS (II)

- Simple lóbulo
- Doble lóbulo
- Triple lóbulo, …







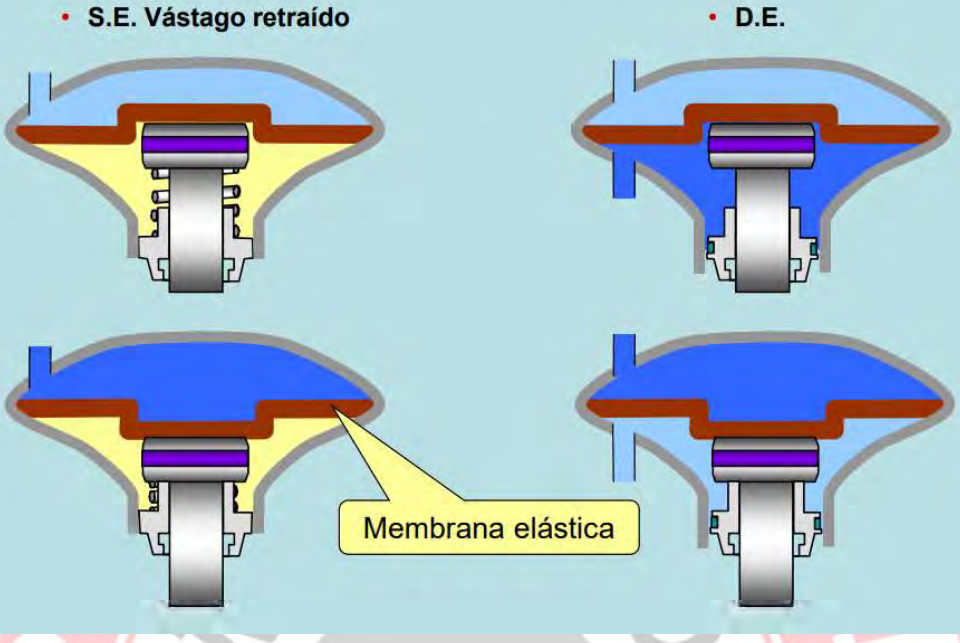




Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

CILINDROS DE MEMBRANA

- Son de carreras cortas, no mantienen una alineación perfecta

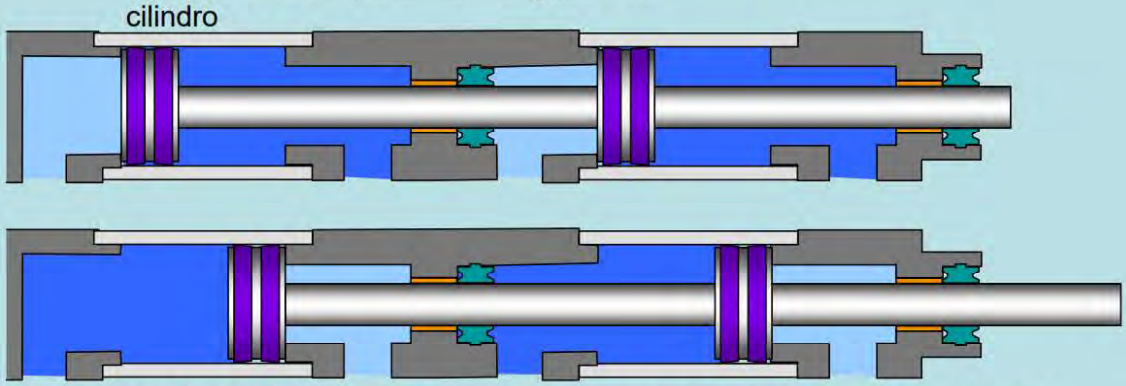


CILINDROS TANDEM

- Proporcionan el **doble de la fuerza**
- Las dos entradas/salidas están internamente conexionadas
- **Carrera corta** para la longitud del cilindro





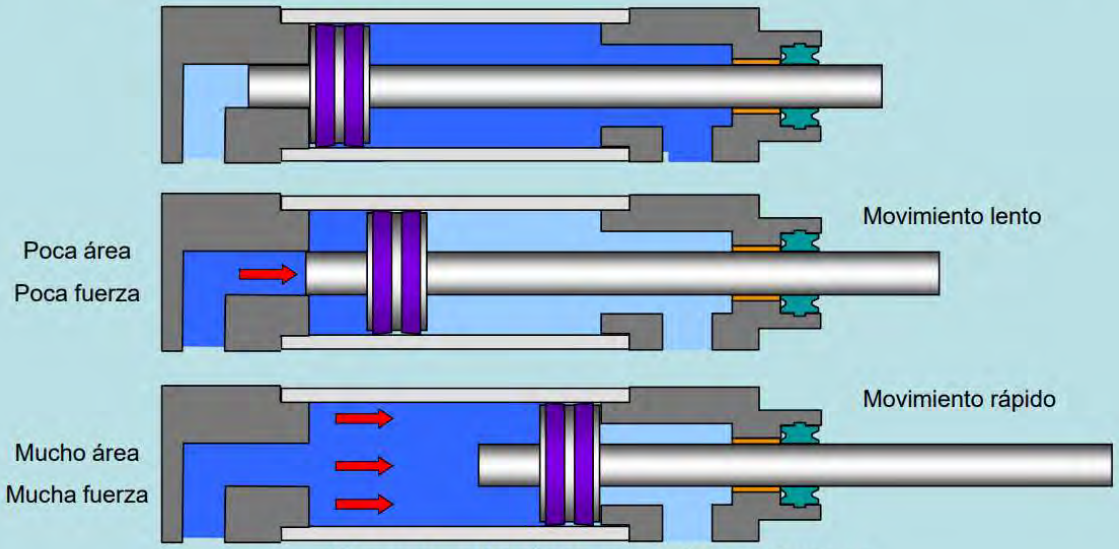


Las fuerzas de los dos cilindros se **suman** y gracias a esto se pueden conseguir grandes **fuerzas** sin la necesidad de utilizar **grandes** presiones ni cilindros con grandes diámetros.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

CILINDROS DE IMPACTO

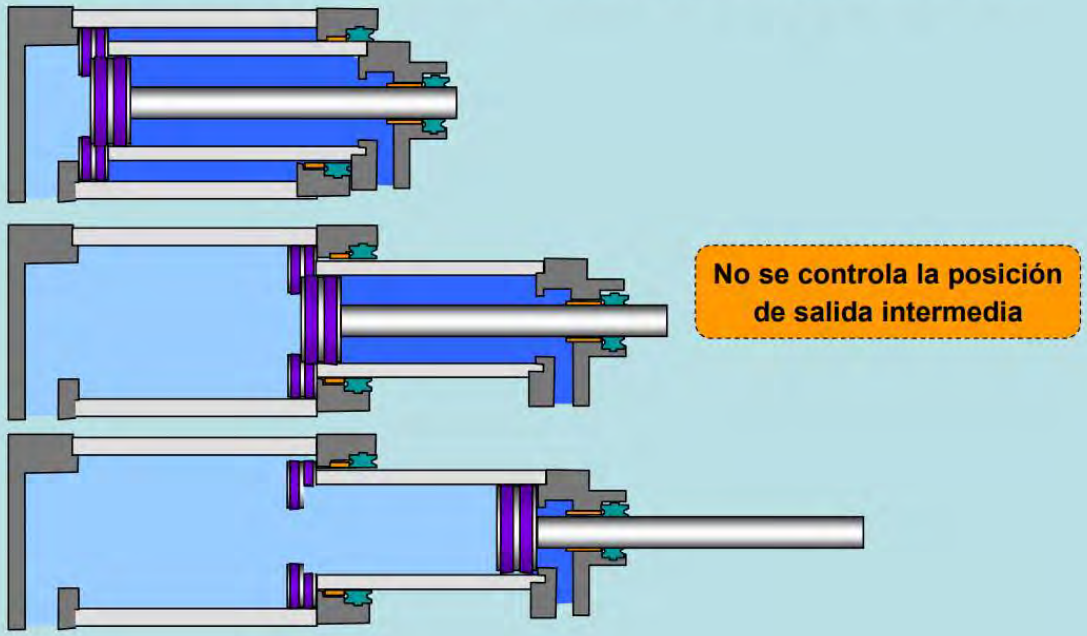
- Deben estar diseñados para soportar el fuerte impacto que se produce en la cámara delantera



Prensar, rebordear, remachar, estampar

CILINDROS TELESCOPICOS

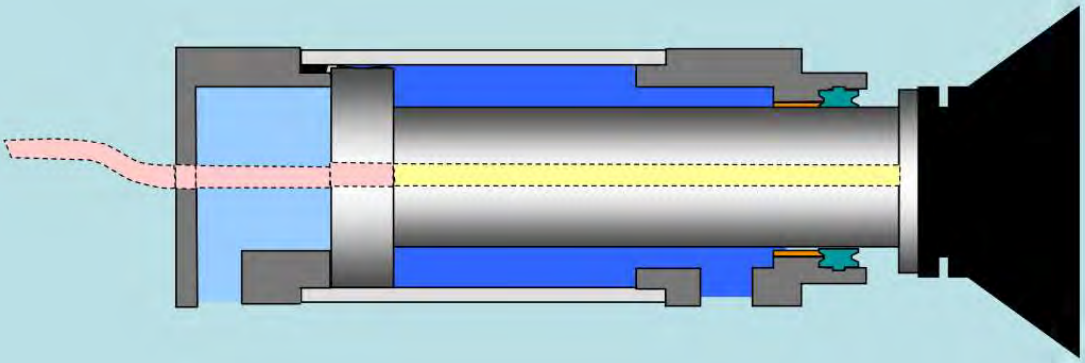
- Proporcionan grandes carreras en relación con la longitud del cilindro



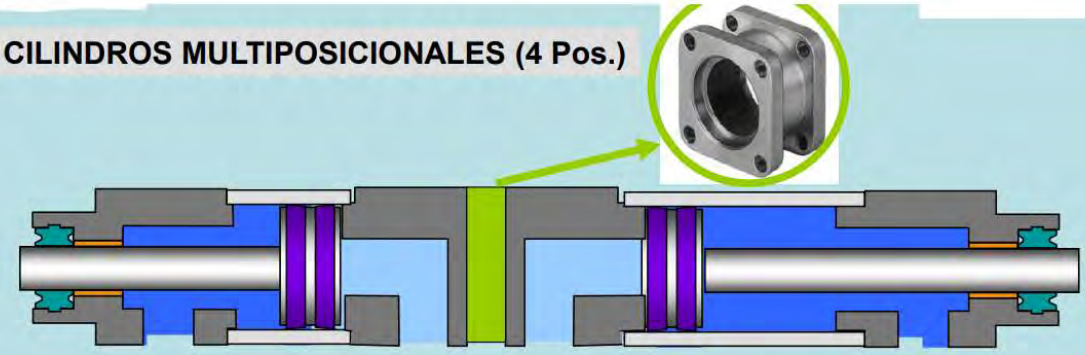
Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

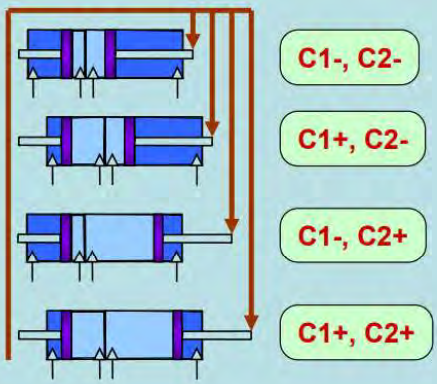
CILINDROS DE VASTAGO HUECO

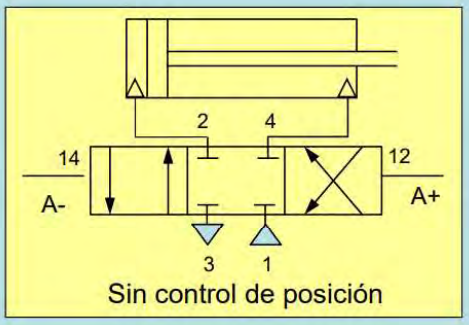
- Para paso de cables, técnicas de vacío, …



CILINDROS MULTIPOSICIONALES (4 Pos.)





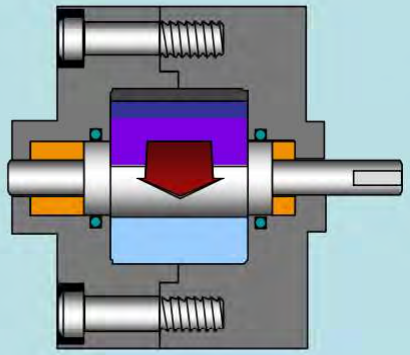


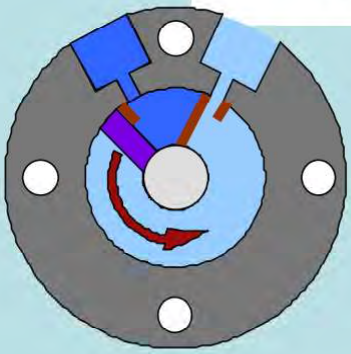
Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

ACTUADORES ROTATIVOS (I)

- Utilizados para **girar componentes**, actuar válvulas de control de procesos, y giros en **aplicaciones de robótica**
- Proporcionan un **giro limitado**
  - De paleta, D.E con ángulo de giro de 270º

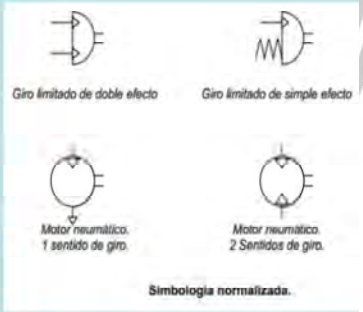


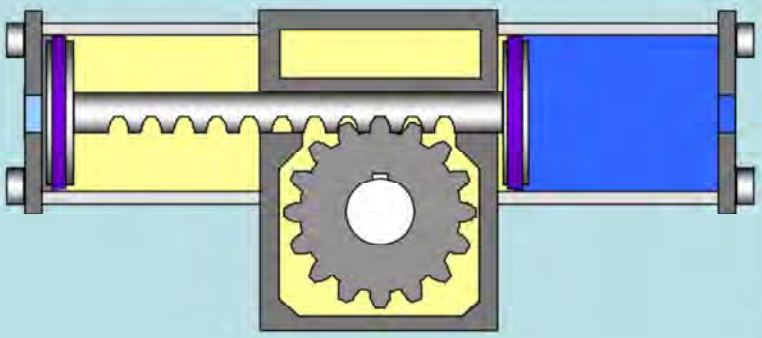




ACTUADORES ROTATIVOS (II)

- Utilizados para girar componentes, actuar válvulas de control de procesos, y giros en aplicaciones de robótica
- Proporcionan un giro limitado
  - D.E. piñón y cremallera



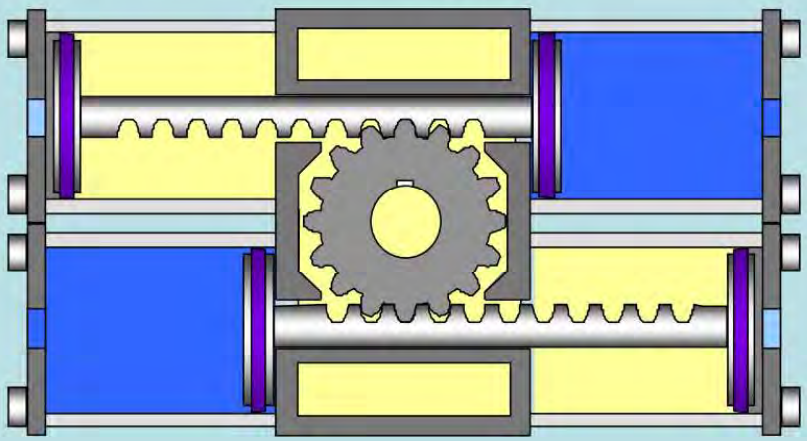




Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

ACTUADORES ROTATIVOS (III)

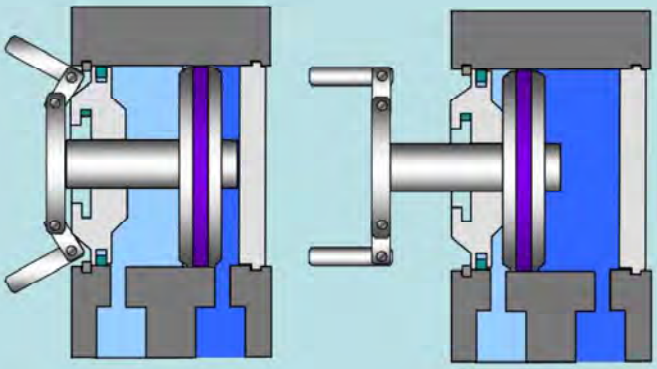
- Utilizados para girar componentes, actuar válvulas de control de procesos, y giros en aplicaciones de robótica
- Proporcionan un giro limitado
  - D.E. piñón y cremallera (doble par)



PINZAS NEUMATICAS

- Agarran piezas
- Su movimiento se realiza por acción de un cilindro interior que acciona un brazo articulado





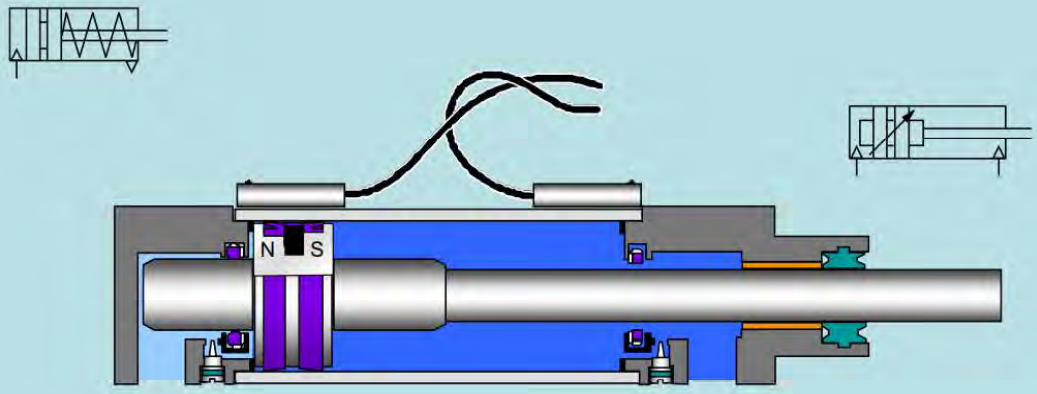


Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

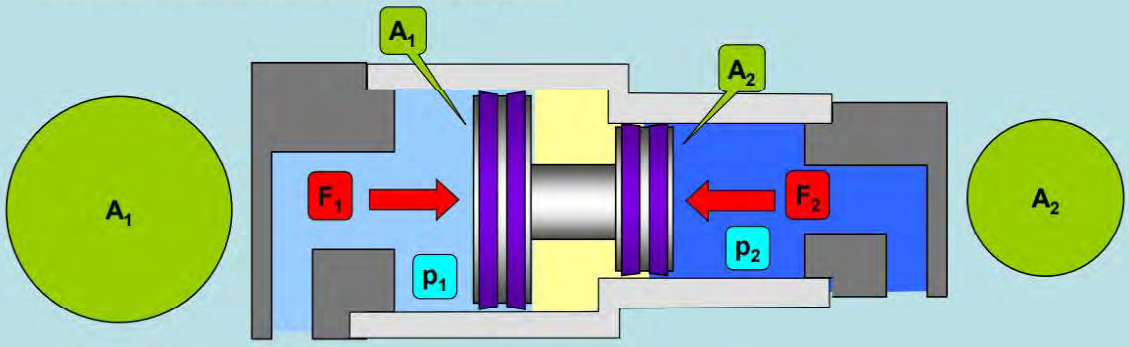
Detectores magnéticos y multiplicador de presión.

DETECTORES MAGNETICOS

- El pistón puede llevar un imán incorporado
- Se puede utilizar únicamente para detectar principio y final de carrera; o si se dispone de un **aro magnético** alrededor del cilindro para detectar cualquier posición intermedia



MULTIPLICADOR DE PRESION (I)



$$p = \frac{F}{A} \qquad F_1 = F_2 \qquad p_1 A_1 = p_2 A_2$$

⇧

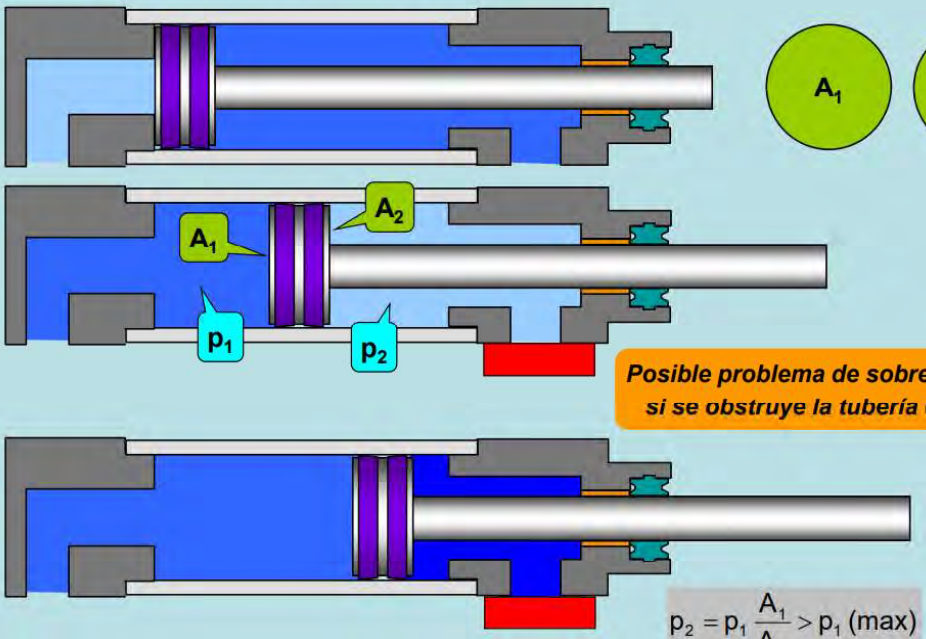
Equilibrio

$$p_2 = p_1 \frac{A_1}{A_2}$$

$$A_2 = A_1 \frac{p_1}{p_2}$$

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

MULTIPLICADOR DE PRESION (II)



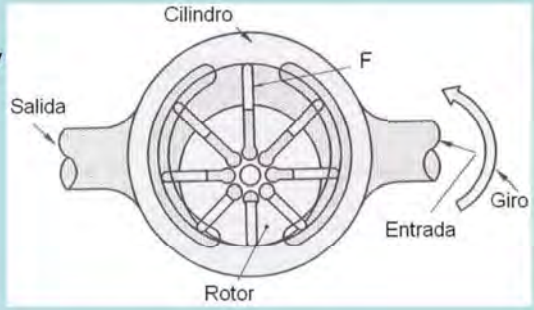
$$p_2 = p_1 \frac{A_1}{A_2} > p_1 \text{ (max)}$$

Motores neumáticos

MOTORES NEUMATICOS (I)

Transforman la energía del aire comprimido en energía mecánica de rotación

- **De paletas:** 3.000 a 9.000 rpm, hasta 20 CV



c = nº de cámaras
n = r.p.m.
P_1 = presión relativa actuante (kgf/cm²)
Pot = Potencia (CV)
Q_N = Caudal normal
r = radio (mm)
S = Superficie máx de la paleta (cm²)
V_1 = volumen de la cámara máxima (cm³)
v = velocidad (m/s)

$$Par = F\,r = P_1\,S_1\,r$$

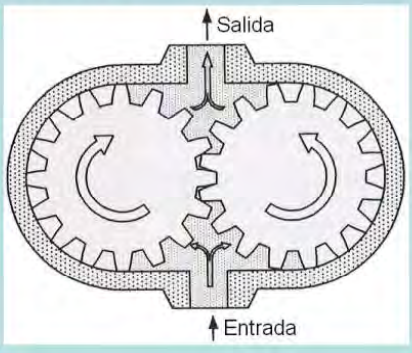
$$Q_N = V_1\,c\,n\,(P_1 + 1)$$

$$Pot = \frac{Trabajo}{t} = \frac{F\,e}{t} = F\,v = P_1\,S_1\,w\,r = \frac{P_1\,S_1\,2\,\pi\,n\,r}{60\,1000\,75}$$

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

MOTORES NEUMATICOS (II)

- **De engranajes:** baratos y de reducido rendimiento, hasta 60 CV



$$Par = P_1 S_1 r = P_1 S_1 \frac{m z}{2} = \frac{P_1 2{,}25 m^2 b z}{2}$$

$$Q_N = 2 V_1 z n (P_1 + 1)$$

$$Pot = \frac{Trabajo}{t} = Par\ w = Par\ 2 \pi n = \frac{P_1 2{,}25 m^2 b z \pi n}{60\,1000\,75}$$

b = ancho del diente (mm)
m = módulo de la rueda dentada (altura del diente, mm)
n = r.p.m.
z = nº de dientes de la rueda
P_1 = presión relativa actuante (kgf/cm^2)
Pot = Potencia (CV)
r = radio (mm)
V_1 = volumen de la cámara máxima
w = velocidad angular

MOTORES NEUMATICOS (III)

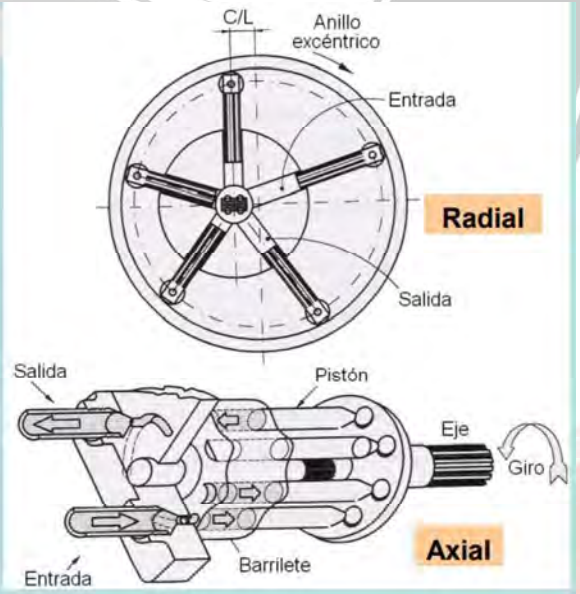
- **De pistones:** hasta 4.000 rpm y 30 CV

$$Par = F_1 r_1 + F_2 r_2 = P S (r_1 + r_2)$$

$$Q_N = S c Z n (P_1 + 1)$$

$$Pot = P S r \cos\alpha\ sen\alpha = \frac{P S r}{2} sen2\alpha$$

S = sección del pistón (mm)
c = carrera (mm)
n = r.p.m.
Z = nº de pistones del motor
α = ángulo entre anillo excéntrico y concéntrico
r1 y r2 = radios de ambos anillos



Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

11.1.8. VÁLVULAS NEUMÁTICAS

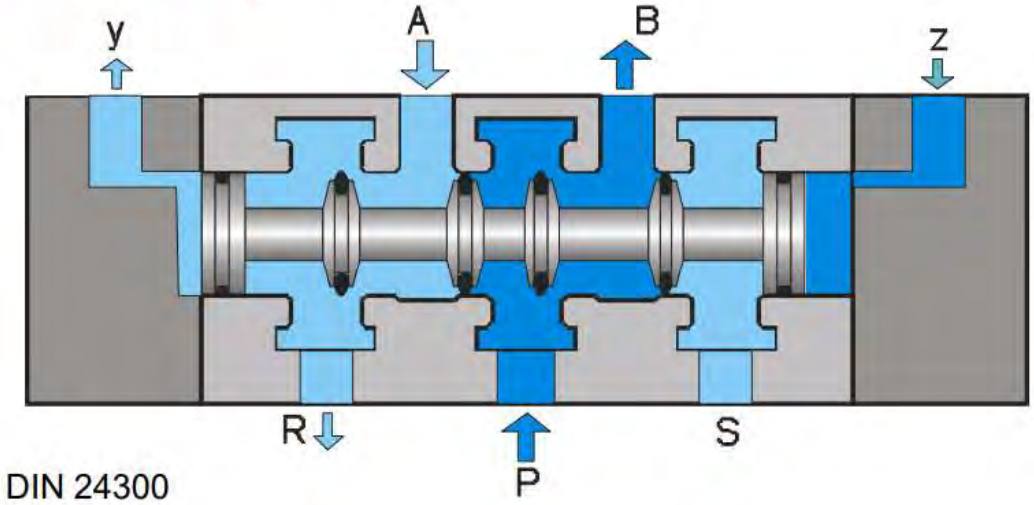
Las válvulas son elementos que mandan o regulan la puesta en marcha, el paro y la dirección, así como la presión del aire. Según norma DIN 24300 y recomendaciones CETOP, se subdividen en cinco grupos:

- **Válvulas distribuidoras o de vías**

válvulas distribuidoras

se denomina **vía** a cada uno de los orificios a través de los cuales puede circular el aire en su proceso de trabajo o evacuación

en válvulas dotadas de pilotaje neumático, la conexión que permite la entrada de aire para el posicionamiento de la corrredera se denomina **entradas de pilotaje**



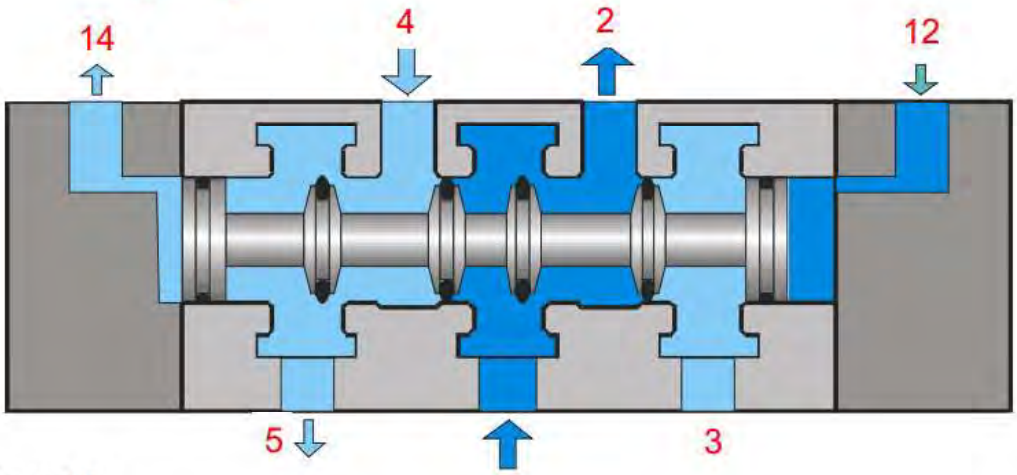
DIN 24300

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

válvulas distribuidoras

se denomina **vía** a cada uno de los orificios a través de los cuales puede circular el aire en su proceso de trabajo o evacuación

en válvulas dotadas de pilotaje neumático, la conexión que permite la entrada de aire para el posicionamiento de la corrredera se denomina **entradas de pilotaje**



CETOP

válvulas distribuidoras · posiciones

- tendremos tantas posiciones de maniobra en una válvula como posibilidades diferentes de comunicar las vías de entrada y salida entre sí.
- las posiciones se representarán mediante cuadrados (tantos como posiciones tenga la válvula).



dos posiciones



tres posiciones

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

válvulas distribuidoras · representación esquemática de una válvula



las líneas representan conductos que se forman en el interior de las válvulas distribuidoras desde una via de entrada a una de salida.
las flechas, el sentido de la circulación del aire en su interior

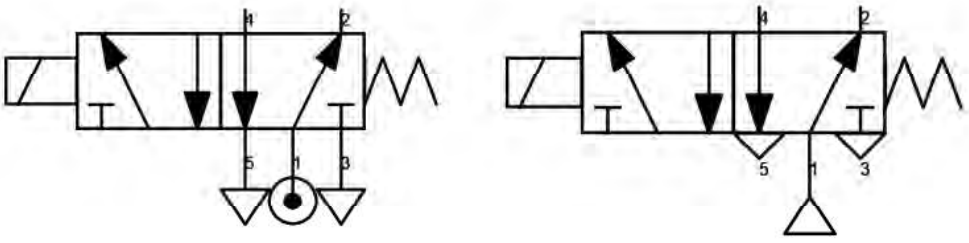


cuando una via tiene cerrado el paso del aire, se representa mediante una línea cortada. Esto simboliza que el flujo de aire se interrumpe

el número de vías y de posiciones de una válvula se representa mediante una fracción en la que el numerador se refiere a las vías, el denominador, a las posiciones p.e. válvula 5/3

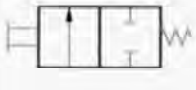
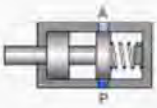
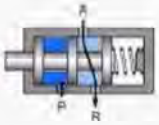
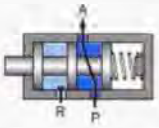
válvulas distribuidoras · representación esquemática de una válvula

- en los orificios de escape figuran triángulos. Si el triángulo está alejado del cuadrado, la válvula dispone de rosca para adaptar un silenciador o una canalización de escapes a un colector. En caso contrario, el triángulo se dibuja pegado al cuadrado
- la entrada de aire se representa por un círculo con un punto central

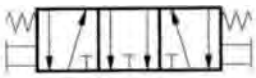
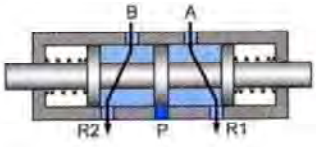


Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

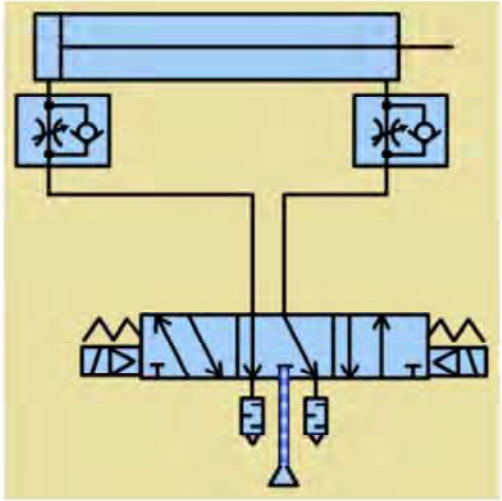
válvulas distribuidoras · símbolos (1)

Símbolo	Forma constructiva	Función	Aplicación
		Función de conexión 2/2 ON/OFF sin escape.	Motores de aire y sopladores neumáticos.
		3/2 Normalmente cerrada. NC	Cilindros de simple efecto y señales neumáticas.
		3/2 Normalmente abierta. NO	Cilindros de simple efecto y señales neumáticas inversas.
		4/2 Conexión entre utilizaciones A y B con escape común.	Cilindros de doble efecto.
		5/2 Conexión entre utilizaciones A y B con escapes separados.	Cilindros de doble efecto.

válvulas distribuidoras · simbolos (válvula 5/3 con medios a escape)

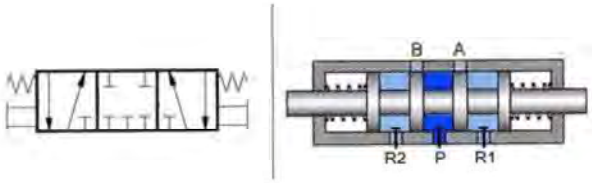
		5/3 Centro abierto. Como 5/2, pero con utilizaciones A y B a escape en posición central.	Cilindro de doble efecto, con posibilidad de ser despresurizado.

EV 5/3 Centros a escape



Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

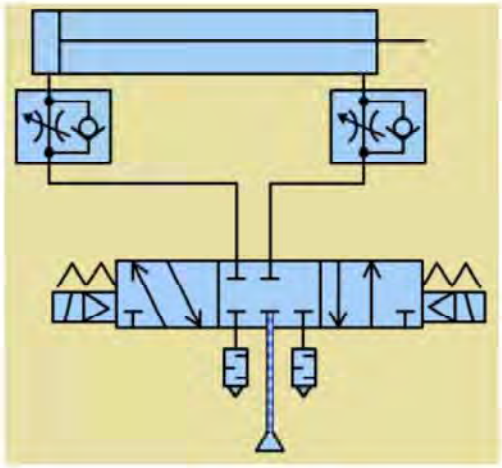
válvulas distribuidoras · símbolos (válvula 5/3 con medios cerrados)



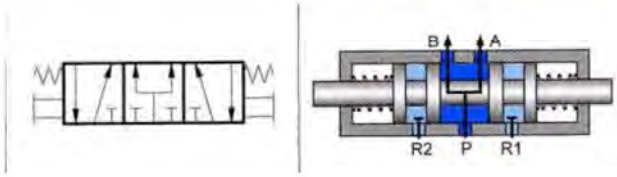
5/3
Centro cerrado.
Como 5/2, pero con todas las vías cerradas en posición central.

Cilindro de doble efecto, que se ha de detener en cualquier posición.

EV 5/3 Centros cerrados



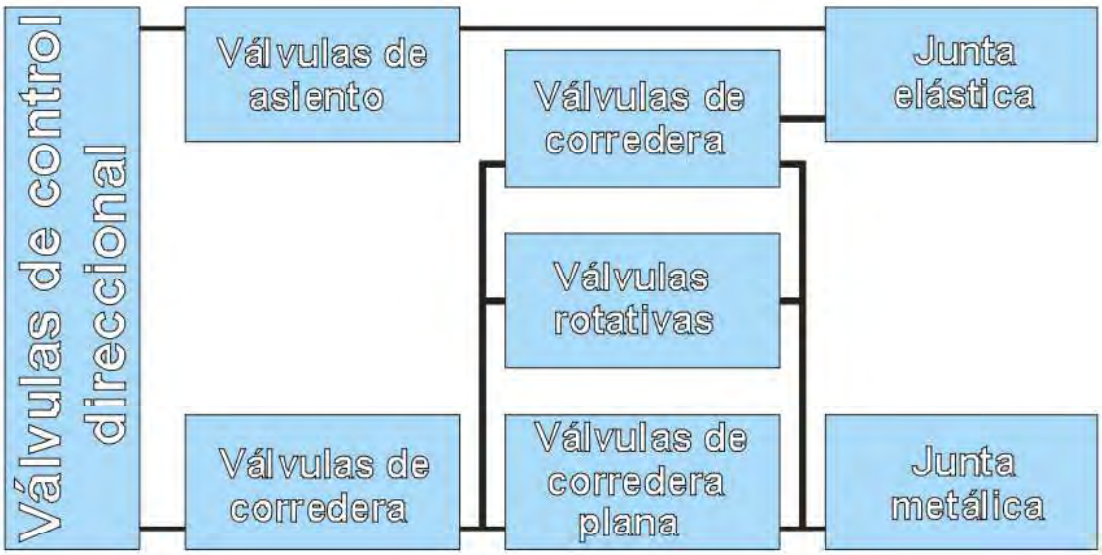
válvulas distribuidoras · símbolos (válvula 5/3 con medios presurizados



5/3
Centro presurizado.
Como 5/2, pero con presión en las vías de utilización en posición central.

Aplicaciones especiales.
Cilindros con unidad de bloqueo.

válvulas distribuidoras · método de cierre hermético de las válvulas

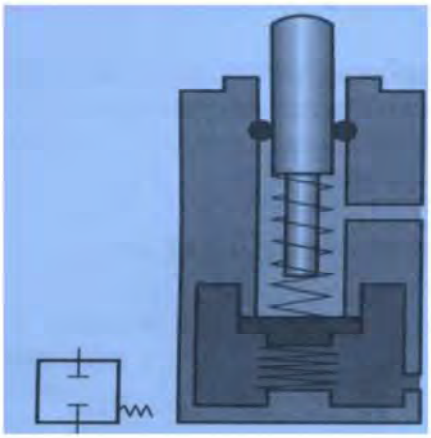


Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

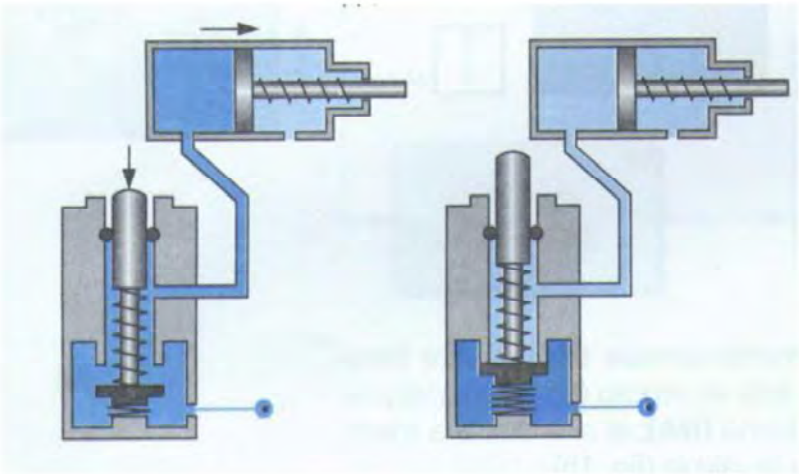
válvulas dist · método de cierre hermético · válvulas de asiento

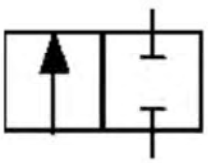
- en estas válvulas, los empalmes se abren y cierran por medio de bolas, discos, placas o conos
- la estanqueidad se asegura de una manera muy simple, generalmente por juntas elásticas
- los elementos de desgaste son muy pocos y, por tanto, estas válvulas tienen gran duración
- son insensibles a la suciedad y muy robustas

un pequeño desplazamiento del elemento de cierre nos permite obtener un caudal máximo con una pequeña apertura del orificio (aproximadamente el 25%)



válvulas distribuidoras · método de cierre hermético · de asiento 2/2

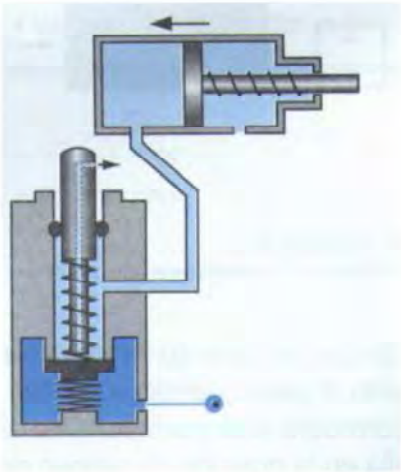




PM01 Mando directo de un CSE V2/2

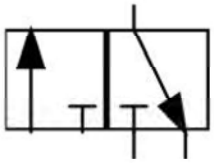
Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

válvulas distribuidoras · método de cierre hermético · de asiento 2/2



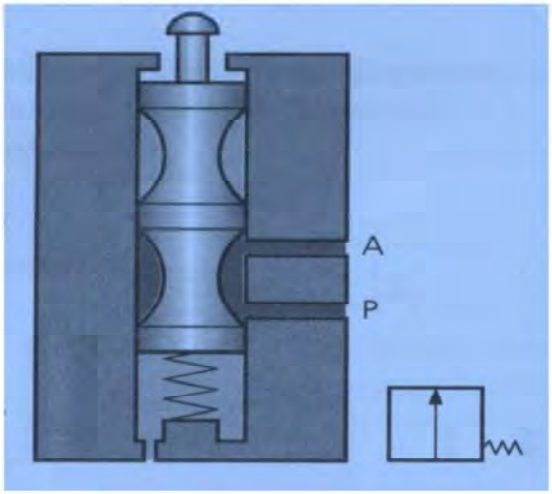


AE PM01 Mando directo de un CSE V3/2



válvulas distribuidoras · método de cierre hermético · de corredera

en estas válvulas, los diversos orificios se unen o cierran por medio de una **corredera de émbolo** (un eje con discos que dividen el interior de la válvula en compartimentos estancos)



la presión del aire no actúa sobre el sistema de accionamiento, lo que permite que las fuerzas precisas sean menores que en las válvulas de asiento. Por el contrario, los desplazamientos necesarios son más elevados

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

válvulas distribuidoras · características constructivas

asiento

- cierre y apertura por medio de bola o disco
- fuerza de accionamiento elevada
- desgaste mínimo
- paso de caudal elevado con desplazamiento mínimo
- tiempo de respuesta corto
- cierre estanco

corredera

- la apertura o cierre de la válvula se realiza mediante una corredera de émbolo
- la fuerza necesaria para accionar la válvula es pequeña
- el desplazamiento que se requiere es grande
- estanqueidad difícil

accionamientos de las válvulas

accionamiento directo: el órgano de mando está directamente montado sobre la válvula y actúa sobre su sistema de apertura o cierre (corredera o émbolo). Se dividen en:

1. mecánicos
2. musculares
3. neumáticos
4. eléctricos

accionamiento indirecto: el sistema de accionamiento actúa sobre un elemento auxiliar que transmite la señal a la válvula. Este accionamiento puede ser:

1. servopilotaje
2. pilotaje diferencial
3. pilotaje por depresión

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

accionamientos de las válvulas · accionamiento directo

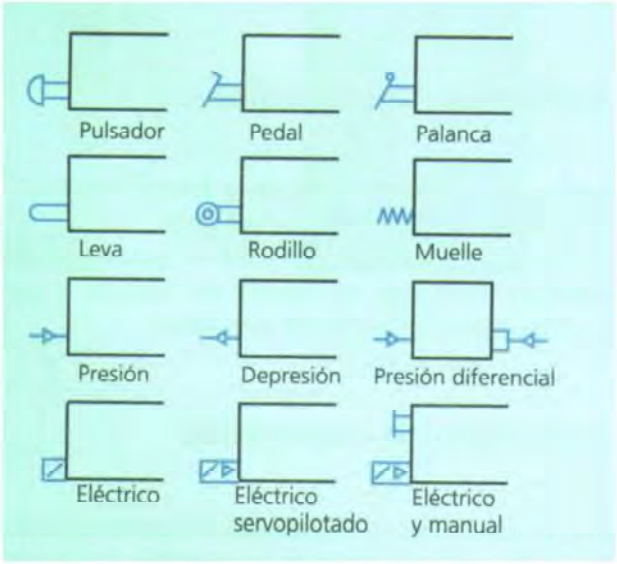
una de las características más importantes de una válvula es el modo de llevar a cabo su cambio de posición; es decir, el sistema de accionamiento o dispositivo de mando

muscular ⇒

mecánico ⇒

neumático ⇒

eléctrico ⇒



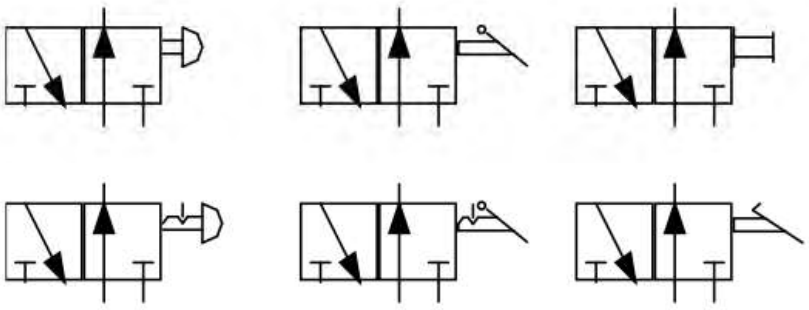
accionamientos de las válvulas · accionamiento manual



Accionamientos manuales monoestables



Accionamientos manuales biestables



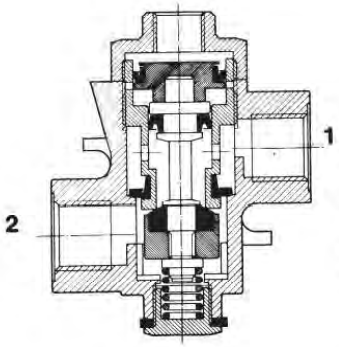
Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

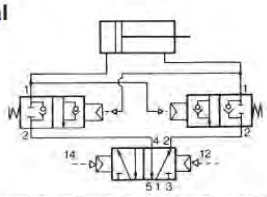
• Válvulas de bloqueo

La válvula de bloqueo unidireccional es un dispositivo de seguridad en la función de bloquear el vástago de un cilindro cuando faltase accidentalmente la presión. La válvula de bloqueo bidireccional es usada para bloquear el vástago de un cilindro cuando la válvula 5/2 biestable que lo manda tiene ambos pilotajes en reposo, se obtiene así una función 5/3.

Presión máx. de ejercicio: 10 bar
Temperatura ambiente y de fluido: -20 ÷ +80°C
Cuerpo en zamac
Juntas antiaceite
Fluido: aire comprimido con o sin lubricar

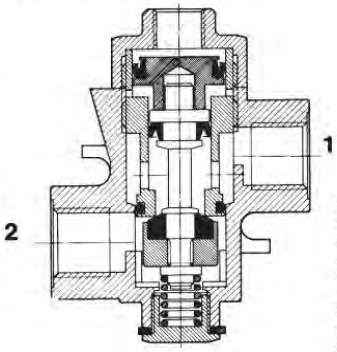
Válvula de bloqueo unidireccional

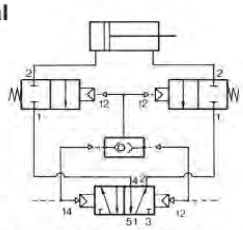




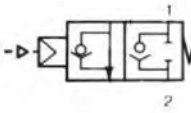
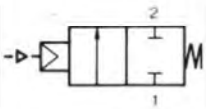
Funcionamiento: la válvula en la posición de reposo deja pasar aire de 2 a 1, mientras que el aire sólo pasa de 1 a 2 cuando la válvula recibe un señal de mando.
Utilización: conectada directamente al cilindro (vía 1 al cilindro) efectuará el bloqueo en ausencia accidental de alimentación.

Válvula de bloqueo bidireccional





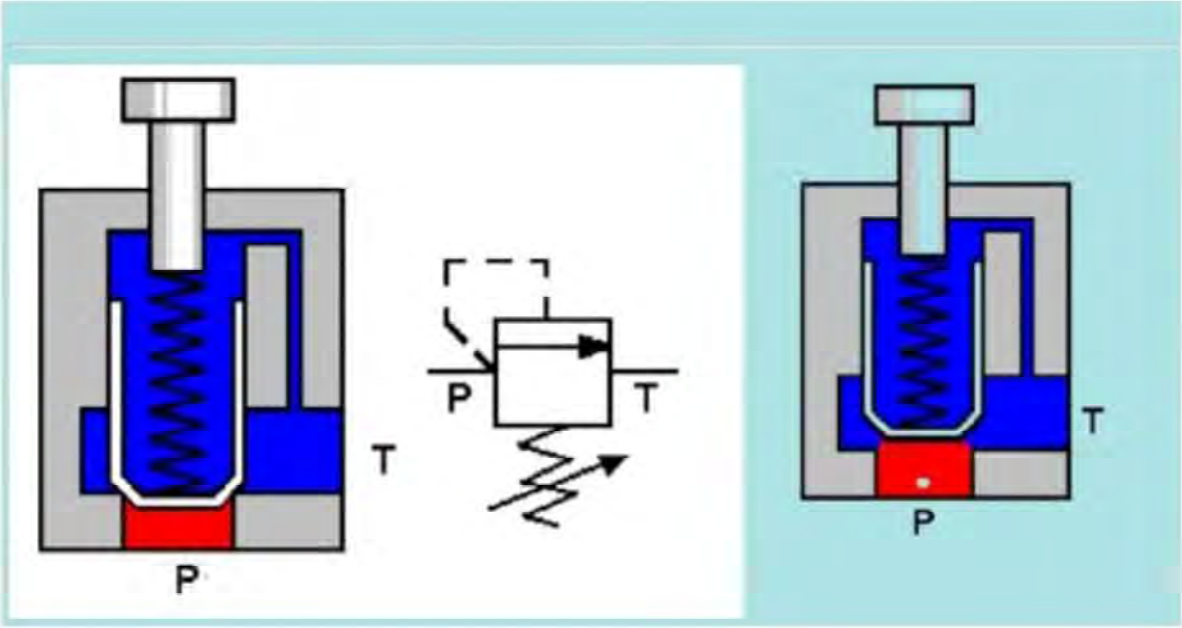
Funcionamiento: la válvula deja pasar aire de 2 a 1 (o de 1 a 2) sólo cuando recibe señal de mando.
Utilización: conectada directamente al cilindro consigue la función 3 posiciones (centro cerrado) mandando con una válvula 5/2. Esta función se obtiene conectando la vía 2 al cilindro, la 1 a la utilización de la válvula 5/2 y mandando al mismo tiempo las dos válvulas de bloqueo través de una función "OR" con la entrada conectada a los impulsos de mando de la válvula 5/2.

Tipo	Símbolo	Función
		unidireccional
		bidireccional

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

- **Válvulas de presión**

La válvula limitadora de presión está montada en el lado de presión de la bomba hidráulica. Su función es limitar la presión en el sistema adecuado. Cuando el sistema se sobrecarga la válvula limitadora de presión se abre y el flujo de la bomba se descarga directamente. En la válvula limitadora de presión, la presión se convierte en calor. Por esta razón se deberían evitar largos periodos de operación



Simulación d una válvula limitadora de presión de mando directo

- **Válvulas de caudal**

válvulas auxiliares · válvulas de caudal

regulan la cantidad de fluido que las atraviesa por unidad de tiempo (caudal)

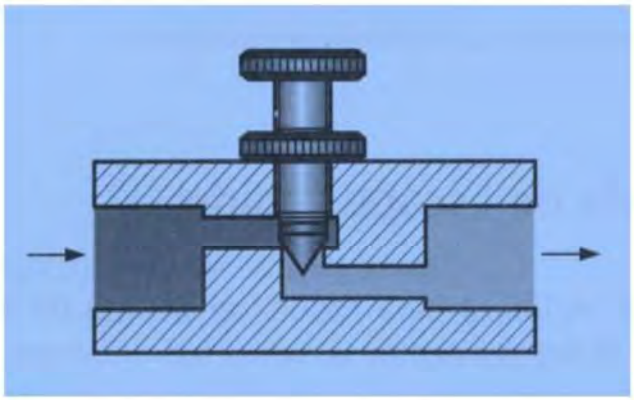
su función dentro del circuito neumático será influir sobre la *velocidad* final del elemento de trabajo o provocar retardos en los circuitos de mando (temporizadores)

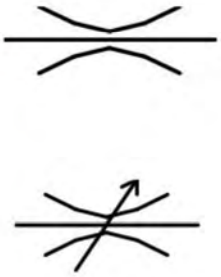
- válvula de estrangulación
- válvula reguladora de caudal unidireccional
- válvula de escape rápido

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

válvulas auxiliares · válvulas de estrangulación

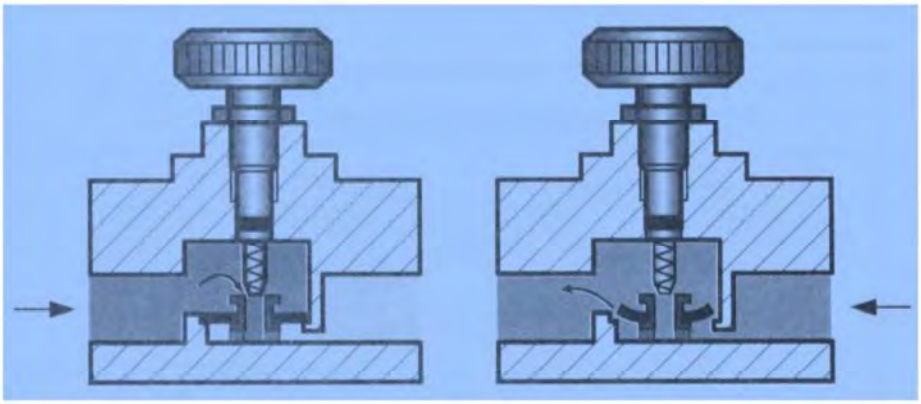
- es una válvula que produce un estrechamiento en la conducción, de forma que origina una disminución del caudal que la atraviesa
- el estrechamiento puede ser **constante** o **variable**. En este último caso, la regulación de la válvula se realiza manualmente
- la construcción de esta válvula es muy sencilla. Consiste, básicamente, en un **tornillo con punta cónica** que limita el paso del aire en la medida deseada





válvulas auxiliares · válvula reguladora de caudal unidireccional

- si se pretende regular el caudal en un solo sentido, será preciso disponer de un **estrangulador** y un **antirretorno** montados sobre el mismo cuerpo
- el aire pasará a través del antirretorno cuando circule en el sentido en el que está abierto, ya que es el camino que le ofrece menos resistencia
- cuando circule en sentido contrario, empujará el dispositivo de cierre sobre el asiento, por lo que deberá atravesar el estrechamiento, con la consiguiente disminución de caudal

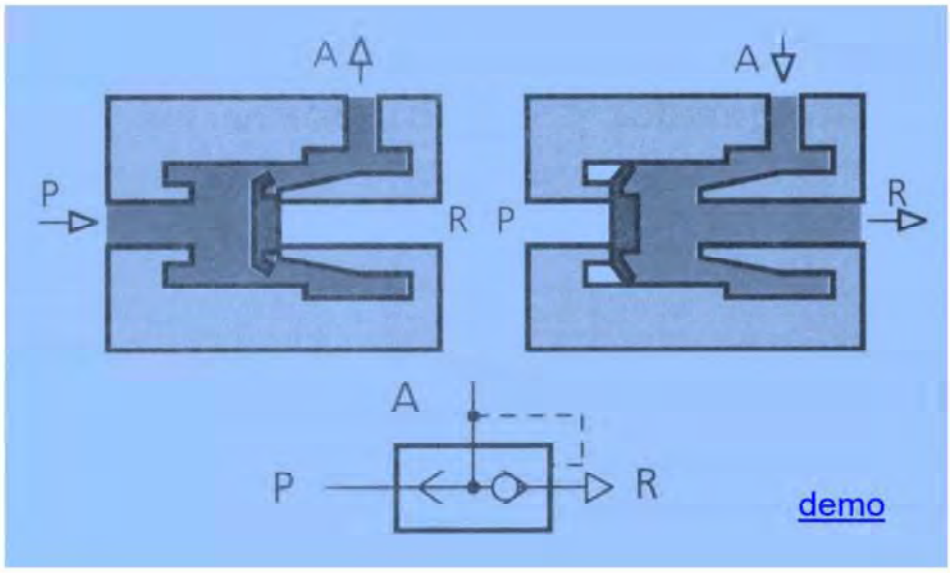




Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

válvulas auxiliares · válvula de escape rápido

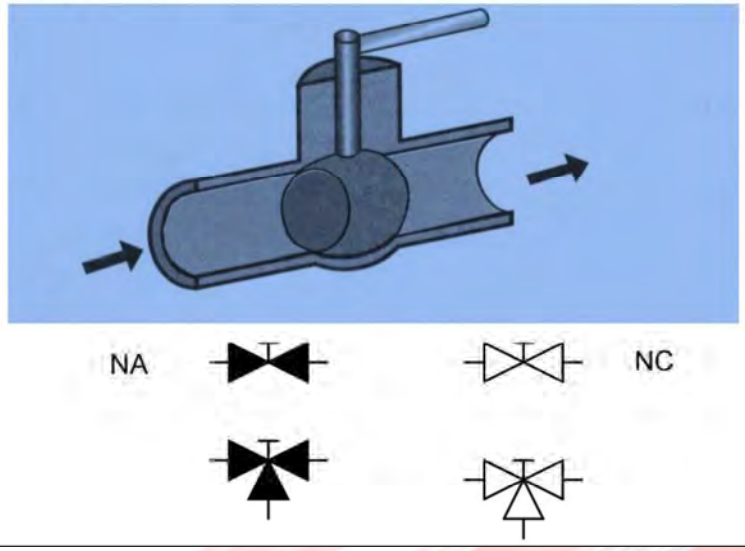
para facilitar el escape, **la sección de R suele ser tres veces mayor que la de P**



- **Válvulas de cierre**

válvulas auxiliares · válvula de cierre

la válvula de cierre tiene la misión de interrumpir totalmente el paso del aire en ambos sentidos



Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

Válvulas antirretorno

válvulas auxiliares · válvula antiretorno

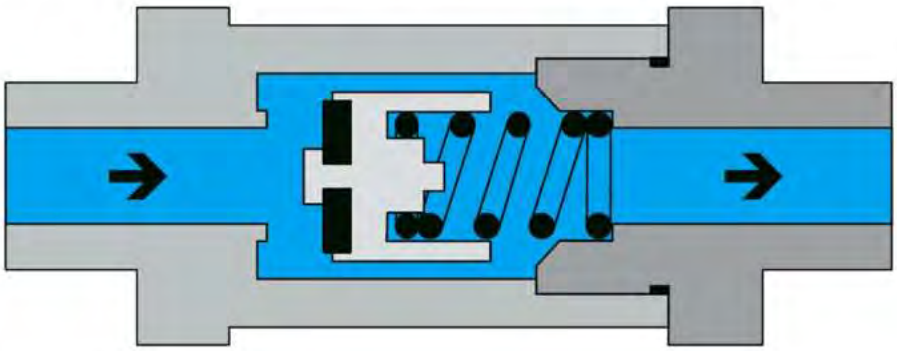
las válvulas de bloqueo o antirretorno, son válvulas que permiten el paso de aire en un solo sentido

la obturación en uno de los sentidos se puede conseguir mediante una **bola**, **cono**, **disco** o incluso una simple **membrana**; solución, esta última, que podemos observar en las bombas de las bicicletas



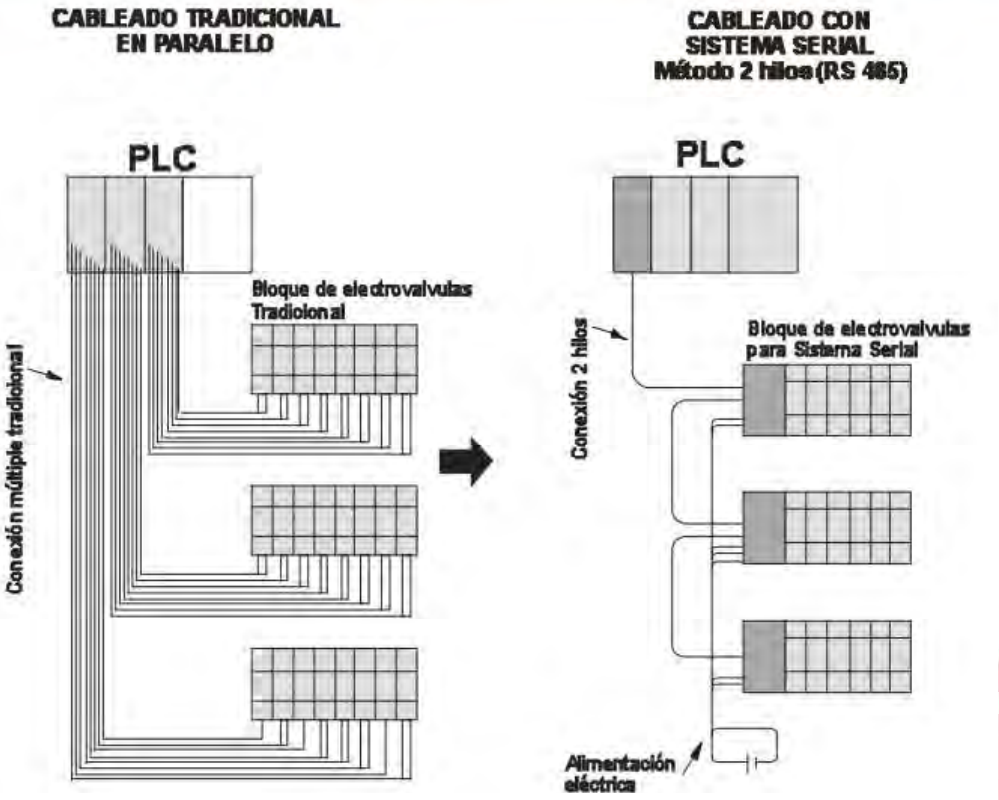
válvulas auxiliares · válvula antiretorno

- cuando el aire comprimido intenta pasar en el sentido de cierre, el dispositivo de bloqueo (bola, cono, disco...) es empujado y tapa el orificio, impidiendo la circulación. La presión del aire refuerza el efecto de cierre
- en sentido contrario, el aire circulará libremente cuando su presión origine una fuerza que supere a la del resorte
- una aplicación típica de esta válvula es conectarla en paralelo con otro elemento que sólo pueda ser atravesado en un sentido



Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

montaje de las válvulas · tipos de cableado de válvulas



11.6. CONTROL Y DISEÑO DE CIRCUITOS NEUMÁTICOS

11.1.9. SIMBOLOGÍA Y NORMATIVA

La simbología utilizada en los sistemas neumáticos es fundamental para la representación gráfica de esquemas y circuitos. La normativa ISO 1219 estandariza la forma en que se representan los componentes de estos sistemas, permitiendo una interpretación uniforme y comprensible a nivel internacional.

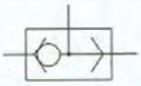
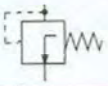
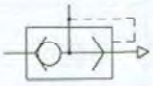
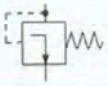
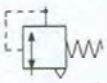
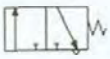
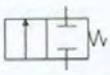
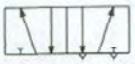
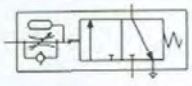
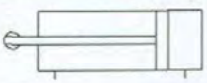
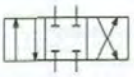
ISO 1219: Representación gráfica de esquemas neumáticos

La norma ISO 1219 establece los símbolos utilizados en diagramas neumáticos, permitiendo representar visualmente válvulas, cilindros, compresores y otros elementos del sistema. Entre los principales aspectos de esta norma se incluyen:

- Representación de actuadores neumáticos (cilindros y motores neumáticos).
- Símbolos de válvulas direccionales, de presión y de flujo.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

- Elementos de control y regulación de aire comprimido.

Simbología neumática			
Fuente de presión		Escape de aire	
Cruce de conducciones		Filtro	
Unidad de mantenimiento		Compresor	
Depósito de aire comprimido		Lubricador	
Separador de agua		Válvula antirretorno	
Llave de paso		Regulador unidireccional	
Regulador de caudal		Válvula de simultaneidad	
Válvula selectora de circuito		Válvula secuencial	
Válvula de escape rápido		Válvula reguladora de presión sin escape	
Válvula reguladora de presión con escape		Válvula 3/2	
Válvula 2/2 NC		Válvula 5/2	
Válvula 4/2		Electroválvula	
Cilindro de simple efecto		Temporizador neumático NC	
Cilindro de doble efecto		Válvula 4/3	
Conducción de mando		Unión entre conductores	

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

Interpretación de planos neumáticos

El correcto entendimiento de los planos neumáticos permite el diseño, montaje y mantenimiento de los sistemas. Es importante identificar las conexiones entre componentes, la secuencia de operación y la relación entre diferentes elementos del circuito.

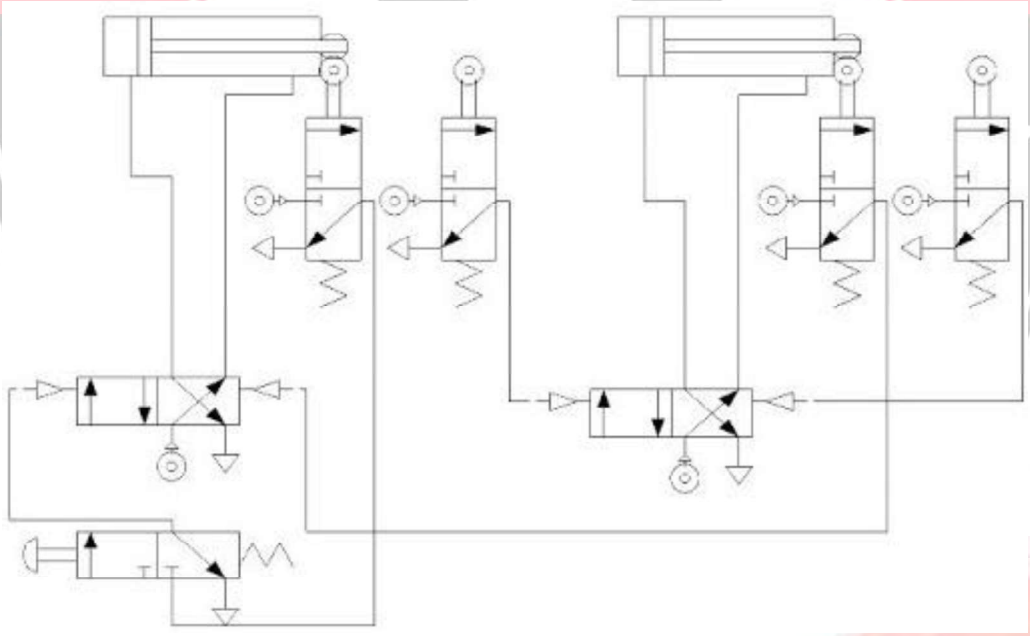
11.1.10. DISEÑO DE CIRCUITOS NEUMÁTICOS BÁSICOS

El diseño de circuitos neumáticos básicos permite el control de actuadores y la automatización de procesos industriales. Para ello, se emplean diversas metodologías y representaciones que facilitan su implementación.

Métodos de diseño y diagramas de funcionamiento

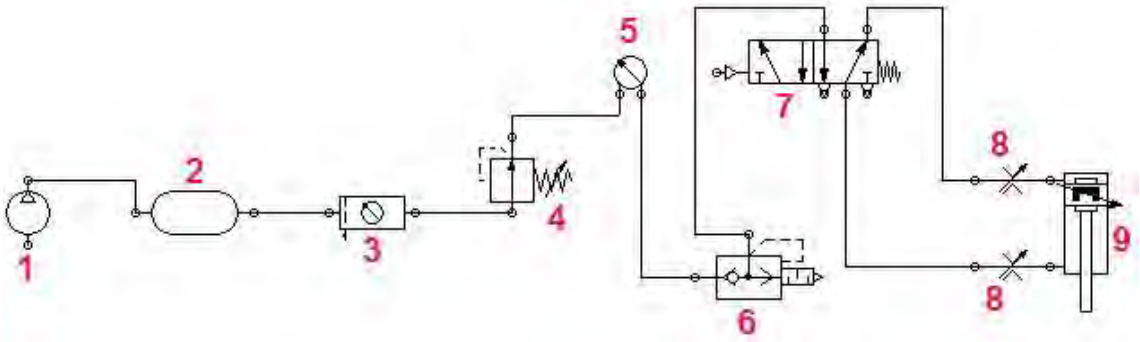
Los circuitos neumáticos pueden diseñarse siguiendo distintas metodologías, entre ellas:

- **Esquemáticos**: Representaciones gráficas de los componentes y conexiones.



- **Diagramas de funcionamiento**: Se representan las fases de operación del circuito y la secuencia de activación de los actuadores.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.



Montaje y prueba de circuitos básicos

El montaje de un circuito neumático involucra la conexión de los elementos según el diseño previamente definido. Posteriormente, se realizan pruebas para verificar su correcto funcionamiento, evaluando aspectos como:

- Estanqueidad y ausencia de fugas.
- Respuesta de los actuadores.
- Ajuste de presiones y caudales.

Secuenciación de operaciones

La secuenciación de operaciones define el orden en que los elementos del sistema se activan. Se utilizan métodos como:

- **Lógica neumática**: Uso de válvulas lógicas para establecer secuencias.
- **Cascada**: Control de actuadores mediante la activación progresiva de válvulas.

11.1.11. ELECTRONEUMÁTICA Y AUTOMATIZACIÓN AVANZADA

La combinación de sistemas neumáticos con electrónica permite mejorar la automatización y el control de procesos industriales.

RELÉS Y CONTACTORES EN CIRCUITOS NEUMÁTICOS

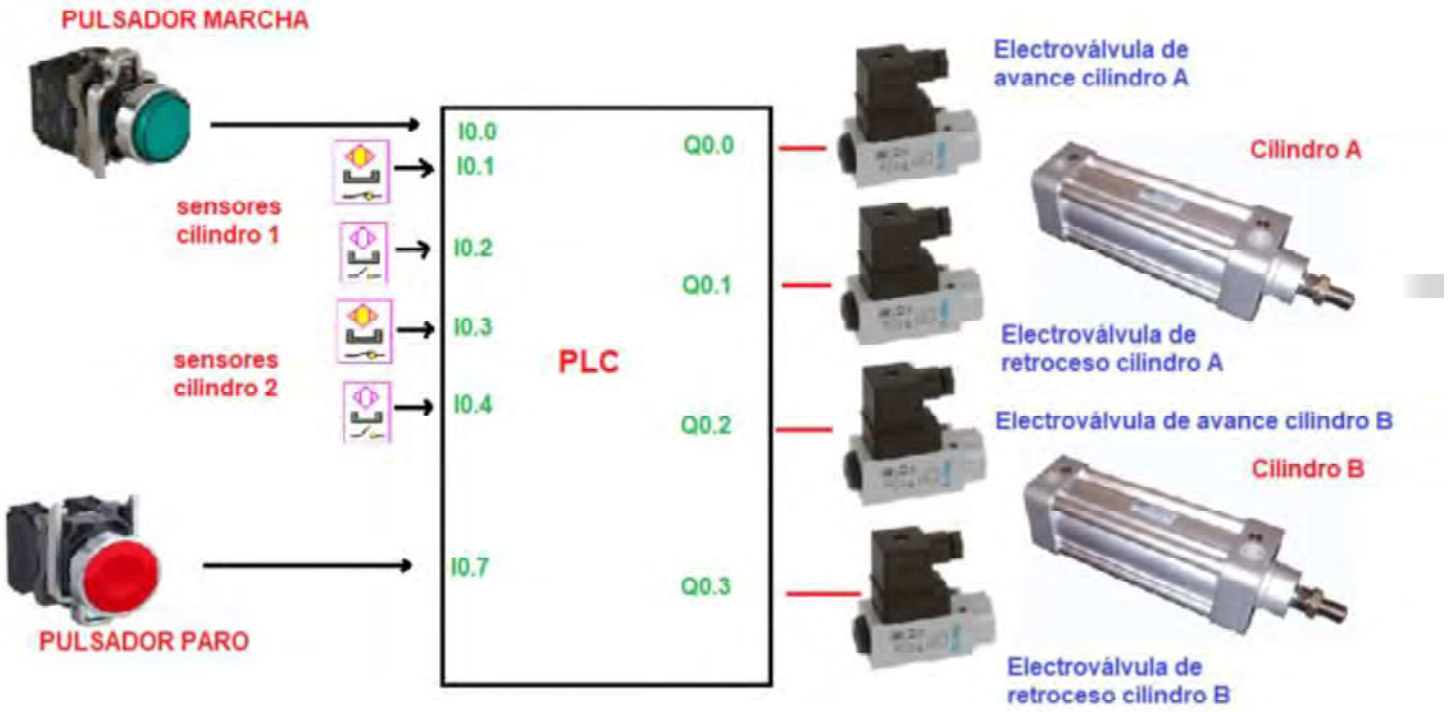
Los relés y contactores se emplean para activar y desactivar componentes neumáticos mediante señales eléctricas. Estos dispositivos permiten el control remoto y la integración con sistemas de automatización más complejos.

(VER 5.12 ELEMENTOS DE CONTROL: RELÉS, CONTACTORES, TEMPORIZADORES)

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

USO DE PLCS EN SISTEMAS NEUMÁTICOS

Los controladores lógicos programables (PLCs) facilitan la programación y control de sistemas neumáticos. Algunas ventajas de su uso incluyen:



- Reducción del cableado y simplificación del diseño.
- Posibilidad de programar secuencias de operación.
- Integración con sensores y otros sistemas automatizados.

SENSORES

En hidráulica, los sensores juegan un papel fundamental en la monitorización y control de sistemas. Se pueden clasificar según la magnitud que miden:

1. Sensores de Presión

- **Manómetros electrónicos:** Miden la presión en un punto del sistema.
- **Transductores de presión:** Convierten la presión en señales eléctricas para su monitoreo.
- **Sensores de presión diferencial:** Miden la diferencia de presión entre dos puntos.



Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

2. Sensores de Flujo

- **Caudalímetros de turbina:** Utilizan un rotor para medir el flujo.



- **Caudalímetros electromagnéticos:** Miden el flujo basándose en la inducción electromagnética.



- **Caudalímetros ultrasónicos:** Usan ondas sonoras para determinar el caudal.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.



3. Sensores de Nivel

- **Sensores de flotador:** Un flotador indica el nivel del l



- **Sensores capacitivos:** Detectan cambios en la capacitancia con la variación del nivel del fluido.



- **Sensores ultrasónicos:** Miden el nivel sin contacto mediante ondas ultrasónicas.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.



4. Sensores de Temperatura

- **Termopares:** Convierten la temperatura en voltaje.



- **Sensores infrarrojos:** Detectan temperatura sin contacto.



- **RTD (Resistance Temperature Detectors):** Miden la variación de resistencia con la temperatura.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.



5. Sensores de Posición y Movimiento

- **Encoders rotativos:** Miden la posición angular de válvulas o cilindros hidráulicos.



- **Sensores de desplazamiento lineal (LVDT):** Indican el movimiento de pistones en cilindros.



Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

- **Sensores inductivos o magnéticos:** Detectan la posición de componentes móviles.



Inductivos Magnéticos

6. Sensores de Contaminación del Fluido

- **Sensores de partículas:** Detectan impurezas en el fluido hidráulico.



- **Sensores de humedad:** Miden la cantidad de agua presente en el aceite hidráulico.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.



Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

MÓDULO 6: CONEXIONADO DE MOTORES CC y CA Y COMPONENTES ELÉCTRICOS

Tipos de motores eléctricos: CC y CA

Los motores eléctricos son dispositivos electromecánicos que convierten la energía eléctrica en energía mecánica. Se pueden clasificar en motores de corriente continua (CC) y motores de corriente alterna (CA), cada uno con características, aplicaciones y métodos de control específicos. En este apartado, exploraremos en profundidad sus principios de funcionamiento, tipos, características, ventajas y desventajas.

12. MOTORES DE CORRIENTE CONTINUA (CC)

Funcionamiento

Los motores de CC operan mediante la interacción de un campo magnético con una corriente eléctrica, generando un movimiento rotativo. Su funcionamiento se basa en la Ley de Lorentz, la cual establece que una corriente eléctrica dentro de un campo magnético experimenta una fuerza que genera un par motor en el rotor.

Partes de un Motor de CC

- **Estator:** Genera el campo magnético necesario para el funcionamiento del motor.
- **Rotor (inducido):** Parte giratoria que convierte la energía eléctrica en mecánica.
- **Conmutador:** Permite la inversión de corriente en los devanados del rotor.
- **Escobillas:** Transfieren la corriente eléctrica desde la fuente de alimentación hacia el rotor.

12.1. TIPOS DE MOTORES DE CC

Los motores de corriente continua se clasifican en diferentes tipos según la disposición de los devanados:

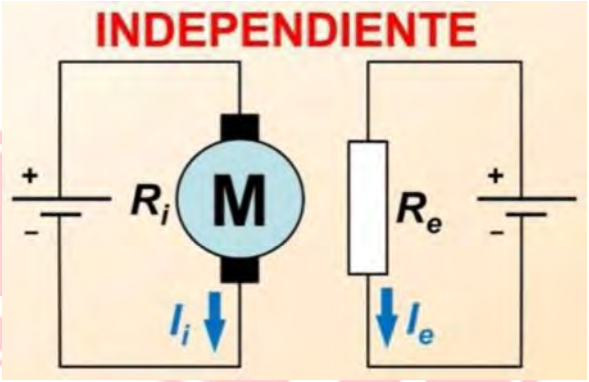
Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

12.1.1. MOTOR DE EXCITACIÓN INDEPENDIENTE

En este tipo de motor, el devanado de campo y el inducido son alimentados de manera independiente por fuentes externas. Esto permite un control preciso de la corriente en el devanado de campo, lo que a su vez regula el flujo magnético y la velocidad del motor.

Características:

- Excelente control de velocidad mediante la variación de la corriente de campo.
- Par motor estable y adecuado para aplicaciones industriales.
- Se utiliza en sistemas de control de velocidad variables, como máquinas herramientas y procesos industriales.



Aplicaciones:

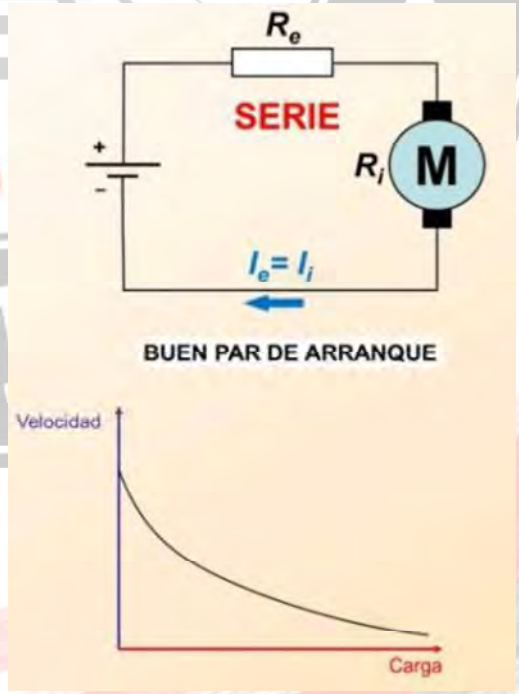
- Sistemas de regulación de velocidad.
- Equipos de investigación y laboratorios.
- Máquinas de precisión.

12.1.2. MOTOR DE EXCITACIÓN EN SERIE

En este motor, el devanado de campo está conectado en **serie** con el inducido. Esto significa que la misma corriente fluye a través de ambos, lo que genera un campo magnético proporcional a la corriente del inducido.

Características:

- Alto **par de arranque**, ideal para cargas que requieren gran fuerza inicial.
- La velocidad varía significativamente con la carga; si la carga disminuye, la velocidad aumenta considerablemente.
- No es recomendable operar sin carga, ya que puede alcanzar velocidades peligrosamente altas.



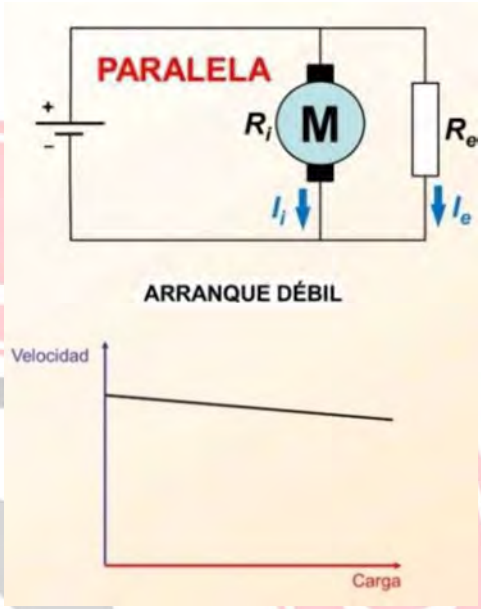
Aplicaciones:

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

- Tranvías y locomotoras eléctricas.
- Grúas y montacargas.
- Automóviles eléctricos.

12.1.3. MOTOR DE EXCITACIÓN EN PARALELO (SHUNT)

En este motor, el devanado de campo está conectado en **paralelo** con el inducido, lo que permite que el campo magnético sea relativamente constante, sin importar la variación de la carga.



Características:

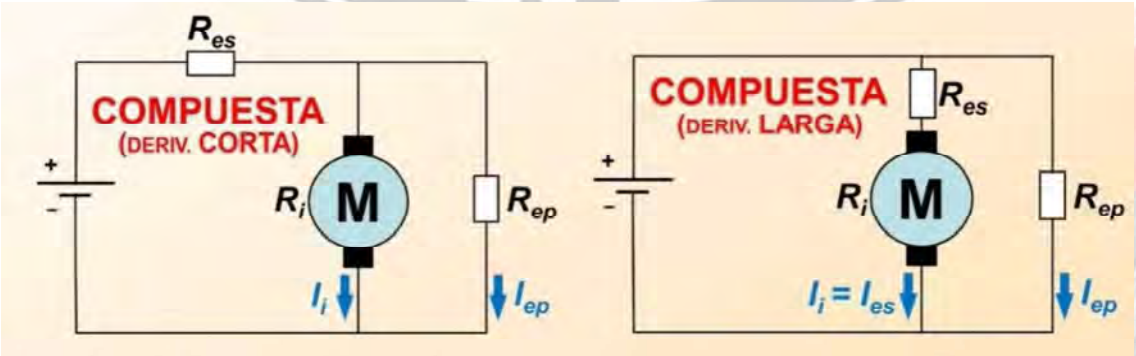
- **Velocidad más estable** en comparación con el motor en serie.
- **Menor par de arranque**, lo que lo hace menos adecuado para cargas muy pesadas.
- Puede mantener una velocidad constante bajo diferentes condiciones de carga.

Aplicaciones:

- Ventiladores y bombas.
- Máquinas herramienta.
- Procesos industriales que requieren estabilidad de velocidad.

12.1.4. MOTOR DE EXCITACIÓN COMPUESTA (COMPOUND)

Este tipo de motor combina características de los motores en serie y en paralelo. Tiene dos devanados de campo: uno conectado en serie con el inducido y otro en paralelo. Esto permite optimizar tanto el par de arranque como la estabilidad de la velocidad.



Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

Existen dos tipos de excitación compuesta:

1. **Excitación Cumulativa:**
   - Los efectos del campo en serie y en paralelo se suman.
   - Ofrece **buen par de arranque** y una velocidad relativamente estable.
   - Se utiliza en locomotoras y ascensores industriales.
2. **Excitación Diferencial:**
   - Los campos en serie y en paralelo se oponen, lo que reduce la regulación de velocidad.
   - Se usa en aplicaciones de control de velocidad extremadamente preciso.
   - Menos común debido a la posibilidad de inestabilidad operativa.

Aplicaciones:

- Locomotoras eléctricas.
- Equipos de transporte.
- Sistemas industriales que requieren control mixto de velocidad y par.

Conclusión

Los motores de corriente continua tienen diversas configuraciones de conexionado, cada una con sus propias ventajas y desventajas. La elección del tipo de conexión depende del tipo de aplicación y los requerimientos de operación:

- **Motores en Serie:** Alto par de arranque, velocidad variable, ideal para cargas pesadas, pero con riesgo de sobrevelocidad.
- **Motores en Paralelo (Shunt):** Velocidad estable, menor par de arranque, adecuado para aplicaciones que requieren precisión y constancia.
- **Motores Compuestos:** Combinan características de los anteriores, siendo versátiles para múltiples aplicaciones industriales.
- **Motores de Excitación Independiente:** Proporcionan un control preciso, ideales para sistemas que requieren regulación de velocidad específica.

Cada tipo de motor de corriente continua tiene su propia aplicación específica, y la selección correcta dependerá del uso previsto y de los requerimientos de rendimiento.

Ventajas y Desventajas de los Motores de CC

Ventajas:

- Control preciso de la velocidad.
- Alto par de arranque.
- Funcionamiento estable a bajas velocidades.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

Desventajas:

- Requiere mantenimiento periódico de escobillas y conmutadores.
- Mayor costo inicial.
- Menor eficiencia en comparación con motores de CA.

Aplicaciones de los Motores de CC

- Vehículos eléctricos e híbridos.
- Sistemas de tracción ferroviaria.
- Aplicaciones industriales con variación de velocidad, como bandas transportadoras.
- Electrodomésticos y herramientas eléctricas.

---

13. MOTORES DE CORRIENTE ALTERNA (CA)

Los motores de corriente alternan son los más utilizados en aplicaciones industriales y comerciales debido a su eficiencia y menor mantenimiento en comparación con los motores de CC. Pueden ser de inducción o síncronos.

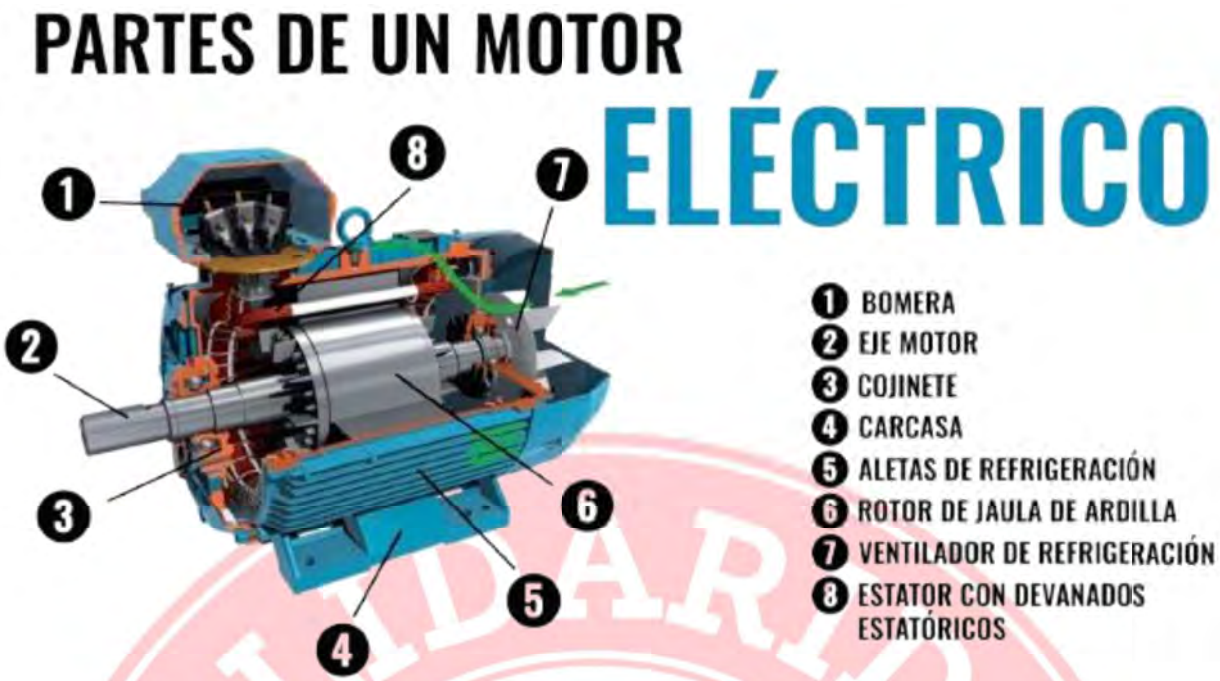
Funcionamiento de los Motores de CA

El motor de corriente alterna opera mediante la interacción entre un campo magnético giratorio y el rotor. En los motores de inducción, el rotor recibe corriente inducida a través del campo magnético del estator, mientras que, en los motores síncronos, el rotor gira en sincronización con la frecuencia de la corriente alterna.

Partes de un Motor de CA

- **Estator:** Contiene los devanados donde se induce el campo magnético giratorio.
- **Rotor:** Parte giratoria que recibe el torque generado por el campo del estator.
- **Carcasa y ventilación:** Protegen el motor y disipan el calor generado.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.



13.1. TIPOS DE MOTORES DE CA

Motores de Inducción (Asincrónicos)

- **Monofásicos:** Utilizados en aplicaciones de baja potencia.
- **Trifásicos:** Usados en sistemas industriales debido a su eficiencia y mayor potencia.

Motores Síncronos

- **Con rotor de imanes permanentes:** Utilizados en aplicaciones donde se requiere sincronización precisa.
- **Con rotor bobinado:** Empleados en generación eléctrica y aplicaciones de control de velocidad.

Ventajas y Desventajas de los Motores de CA

Ventajas:

- Mayor eficiencia energética.
- Menor mantenimiento debido a la ausencia de escobillas.
- Disponibilidad en una amplia gama de potencias.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

Desventajas:

- Menor control de velocidad sin el uso de variadores de frecuencia.
- Dependencia de la frecuencia de la red para la velocidad de operación.

Aplicaciones de los Motores de CA

- Sistemas de ventilación y bombeo.
- Electrodomésticos como lavadoras y refrigeradores.
- Líneas de producción automatizadas.
- Sistemas de transporte eléctrico.

Comparación entre motores de cc y ca

Característica	Motor de CC	Motor de CA
Control de velocidad	Excelente, regulable fácilmente	Requiere variadores de frecuencia
Mantenimiento	Alto (escobillas y conmutador)	Bajo (sin escobillas)
Eficiencia	Menor en comparación con CA	Alta eficiencia energética
Aplicaciones	Tracción, herramientas eléctricas	Industria, transporte, automatización

Selección del Tipo de Motor

La elección entre un motor de CC o CA depende de varios factores:

- **Para aplicaciones que requieren control de velocidad preciso**, los motores de CC son más adecuados.
- **Para aplicaciones industriales de alta potencia y bajo mantenimiento**, los motores de CA son preferibles.
- **Para sistemas de tracción y vehículos eléctricos**, se utilizan motores de CC debido a su capacidad de respuesta rápida.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

Conclusión

El conocimiento de los distintos tipos de motores eléctricos es esencial para su correcta selección e instalación en distintos sectores industriales y comerciales. Los motores de corriente continua ofrecen una gran flexibilidad en el control de velocidad, mientras que los motores de corriente alternan destacan por su eficiencia y menor mantenimiento. Comprender sus diferencias permite optimizar el rendimiento en aplicaciones específicas y garantizar un uso adecuado de la energía eléctrica.

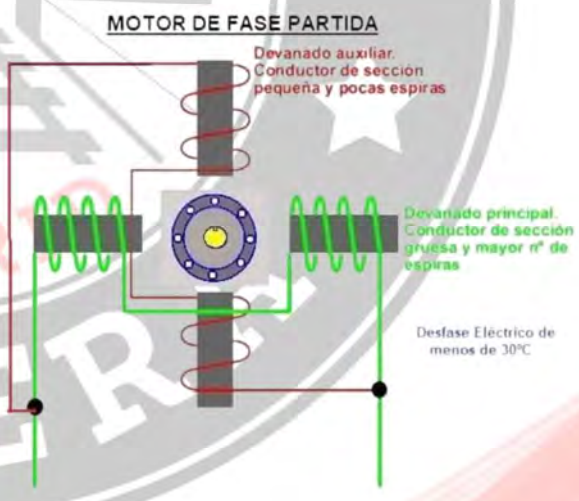
13.1. CONEXIONADO DE MOTORES MONOFÁSICO

Resumen sobre el Conexionado de Motores Monofásicos

Los motores monofásicos son aquellos que funcionan con corriente alterna (AC) y están diseñados para operar con una sola fase de alimentación eléctrica. Son ampliamente utilizados en aplicaciones domésticas, comerciales e industriales de baja potencia. Su conexionado es fundamental para su correcto funcionamiento y se divide en varios tipos, dependiendo del sistema de arranque y operación.

13.1.1. MOTORES DE INDUCCIÓN MONOFÁSICOS

Los motores de inducción monofásicos son los más utilizados y requieren un sistema de arranque para iniciar su funcionamiento, ya que por sí solos no pueden generar un campo magnético giratorio.



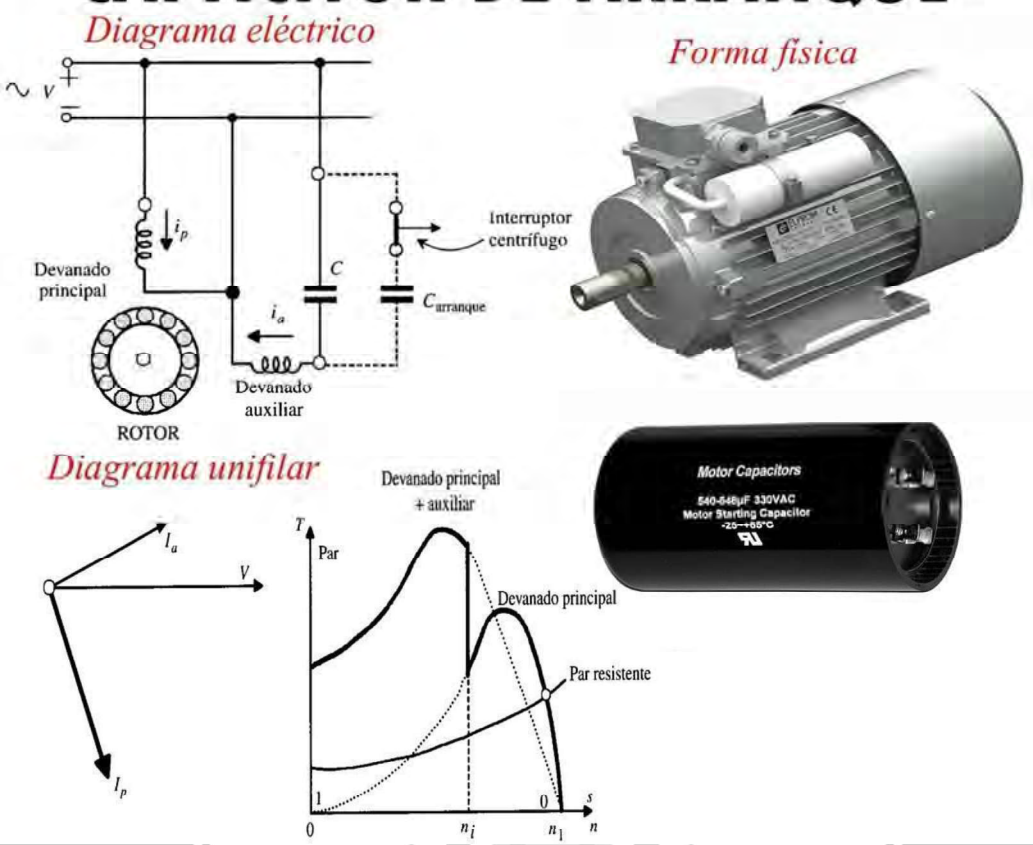
a) Motor con Bobina Auxiliar (Fase Partida)

- Usa un devanado auxiliar adicional con una resistencia más alta para crear un desfase entre la corriente del devanado principal y el auxiliar.
- Una vez que el motor alcanza una velocidad determinada, un interruptor centrífugo desconecta el devanado auxiliar.
- Se emplea en ventiladores y herramientas eléctricas de baja potencia.

b) Motor con Capacitor de Arranque

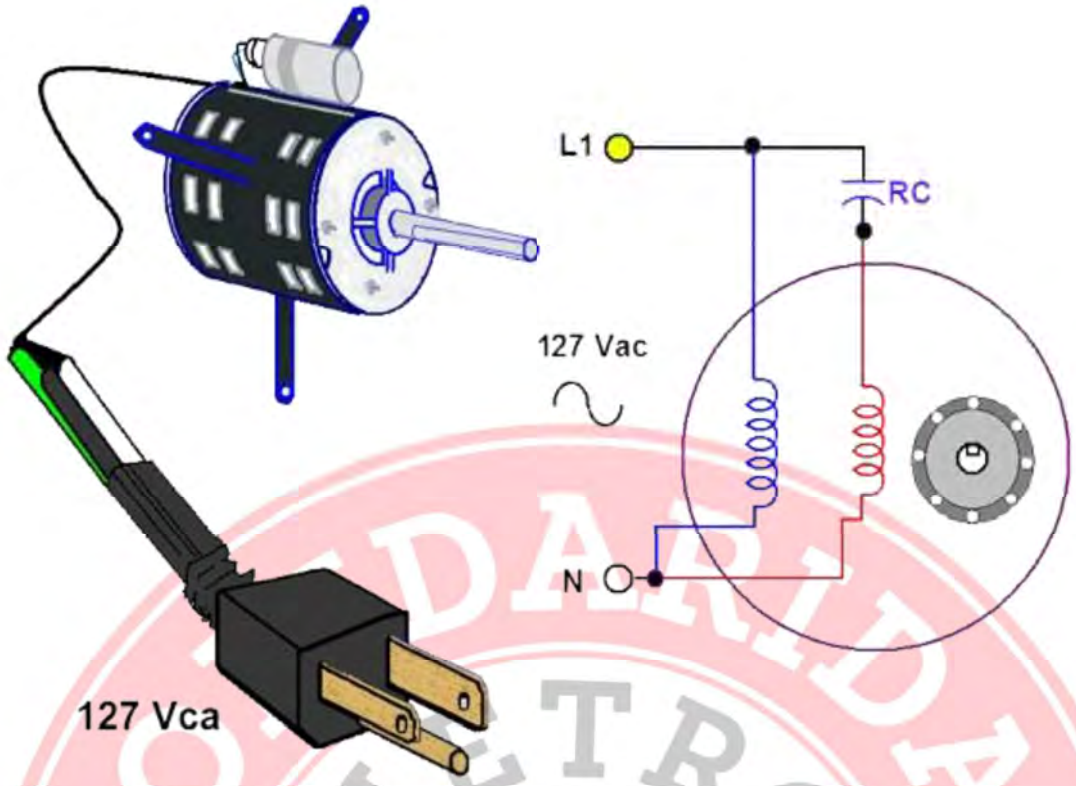
Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

MOTOR MONOFÁSICO CON CAPACITOR DE ARRANQUE



- Posee un capacitor en serie con el devanado auxiliar para mejorar el par de arranque.
- Al alcanzar cierta velocidad, un interruptor desconecta el capacitor y el devanado auxiliar.
- Se utiliza en compresores, bombas y lavadoras.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.



c) Motor con Capacitor Permanente

- Utiliza un capacitor conectado permanentemente al devanado auxiliar.
- Mejora la eficiencia y el par en operación continua.
- Se encuentra en ventiladores y sopladores industriales.

d) Motor con Capacitor de Arranque y Permanente (Dos Capacitores)

- Combinación de los dos tipos anteriores, con un capacitor adicional de mayor capacidad solo para el arranque.
- Tiene un rendimiento mejorado y un par de arranque superior.
- Se usa en aplicaciones que requieren alto par, como bombas y compresores.

e) Motor de Polo Sombrado

- No requiere un devanado auxiliar; en su lugar, una parte del estator tiene un anillo de cobre (polo sombreado) que genera un desfase y crea un campo giratorio.
- De bajo par y eficiencia, pero muy confiable.
- Se emplea en ventiladores pequeños y electrodomésticos.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

13.1.2. MOTORES UNIVERSALES

- Pueden funcionar con corriente alterna o corriente continua.
- Su rotor y estator están conectados en serie, como en los motores de corriente continua en serie.
- Poseen alto par de arranque y alta velocidad.
- Se utilizan en aspiradoras, licuadoras y taladros eléctricos.

13.1.3. CONEXIONADO BÁSICO DE MOTORES MONOFÁSICOS

El conexionado depende del tipo de motor y su aplicación. En general, los motores monofásicos requieren:

- **Línea (L) y Neutro (N)**: La alimentación eléctrica monofásica se conecta a estos puntos.
- **Condensador (si aplica)**: Se coloca entre el devanado de arranque y la línea de alimentación.
- **Interruptor Centrífugo (si aplica)**: Desconecta el devanado auxiliar después del arranque.
- **Polo Sombrado (si aplica)**: No requiere conexionado adicional, solo la alimentación.

Es importante seguir las especificaciones del fabricante para asegurar un correcto funcionamiento y prolongar la vida útil del motor.

Conclusión

Los motores monofásicos se utilizan ampliamente en aplicaciones de baja potencia y su conexionado varía según el tipo de arranque y operación. Los motores de inducción requieren sistemas auxiliares como bobinas adicionales o capacitores para iniciar su movimiento, mientras que los motores universales pueden operar con AC o DC. La correcta conexión de estos motores es clave para su rendimiento y seguridad.

13.2. CONEXIONADO DE MOTORES TRIFÁSICA

Métodos de arranque de motores

Los motores eléctricos pueden presentar altas corrientes de arranque, lo que puede generar sobrecargas en la red y daños en el motor. Para mitigar este problema, existen diversos métodos de arranque:

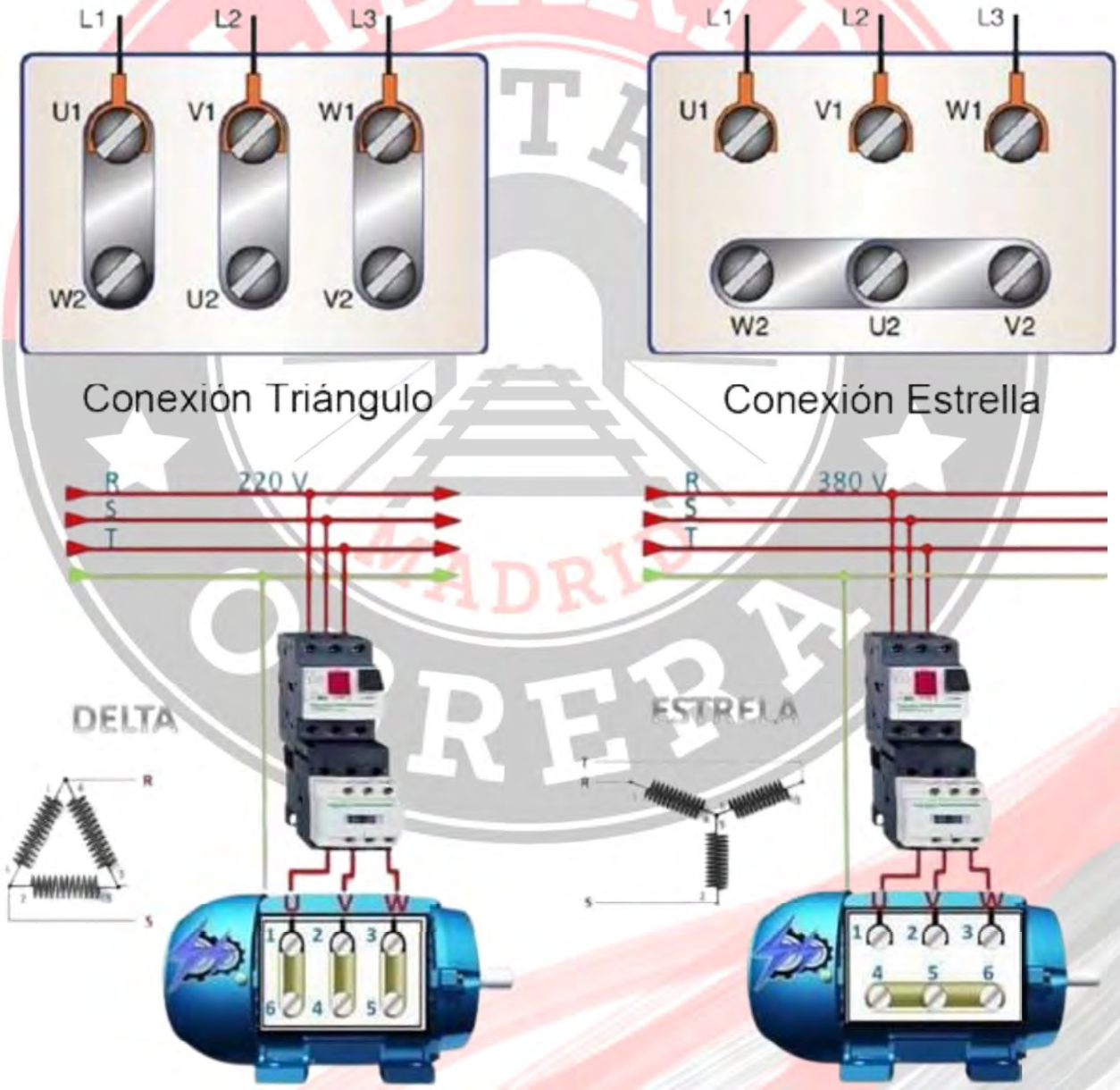
Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

Arranque Directo

- Método más simple y económico.
- Se utiliza en motores pequeños o cuando no se requiere control de corriente de arranque.
- Conexión directa a la red mediante un contactor.
- Puede generar altos picos de corriente.

Arranque Estrella-Triángulo

La conexión en estrella y en triángulo son dos métodos fundamentales para conectar dispositivos eléctricos en sistemas trifásicos. La elección de una u otra configuración depende de los requerimientos de voltaje, corriente y las características de la carga conectada.



Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

- Se usa en motores trifásicos de inducción.
- Reduce la corriente de arranque al conectar inicialmente el motor en configuración estrella y luego cambiar a triángulo.
- Permite reducir el esfuerzo mecánico en el arranque.
- Requiere un circuito de control adicional.

Arranque mediante Autotransformador

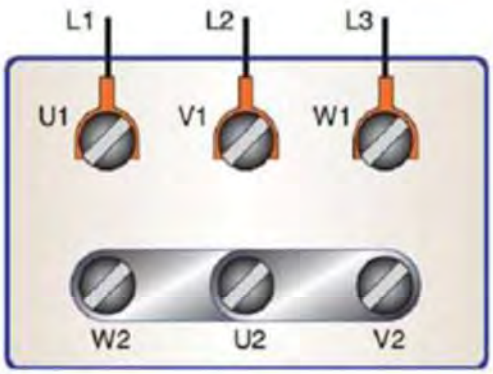
- Utiliza un autotransformador para reducir la tensión aplicada al motor durante el arranque.
- Minimiza la corriente de arranque sin afectar el torque excesivamente.
- Se emplea en motores de gran potencia.

Arranque con Variadores de Frecuencia (VDF)

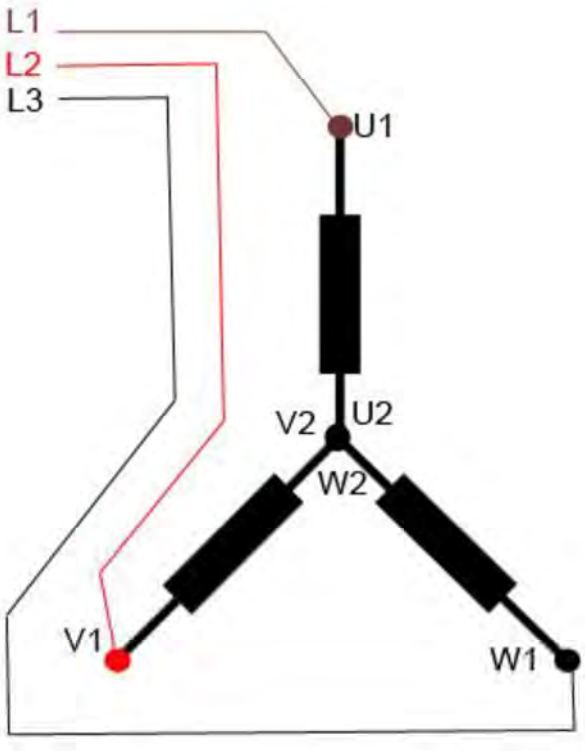
- Proporciona control preciso de la velocidad y torque del motor.
- Reduce la corriente de arranque de manera eficiente.
- Optimiza el consumo energético.
- Permite arranques y paradas suaves sin esfuerzos mecánicos innecesarios.

13.2.1. CONEXIÓN EN ESTRELLA (Y)

En la conexión en estrella, los extremos de cada devanado del generador o motor se conectan a un punto común llamado neutro, mientras que los otros extremos se conectan a las líneas de alimentación.



Conexión Estrella



Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

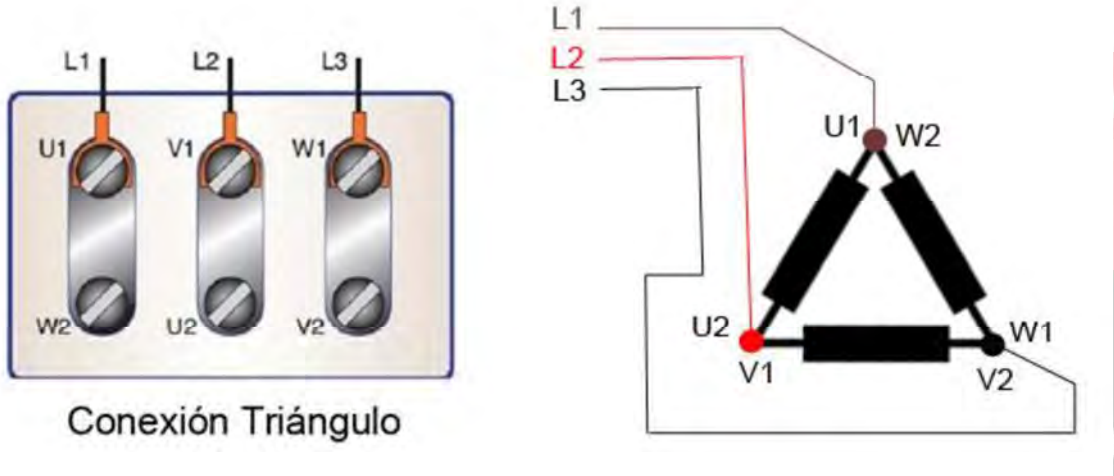
Características de la conexión en estrella:

- Permite el uso de un conductor neutro, lo que facilita el equilibrio de tensiones en el sistema.
- Se usa en sistemas de baja y media tensión para distribución de energía eléctrica.
- La tensión entre línea y neutro es menor que la tensión entre líneas, lo que proporciona flexibilidad en el diseño de sistemas eléctricos.

Esta conexión es común en aplicaciones residenciales e industriales donde se requiere alimentación a distintos niveles de tensión.

13.2.2. CONEXIÓN EN TRIÁNGULO (Δ)

En la conexión en triángulo, los devanados se conectan de manera cerrada, formando un triángulo, de modo que cada fase queda conectada entre dos líneas.



Características de la conexión en triángulo:

- Se usa principalmente en motores eléctricos y sistemas industriales de alta potencia.
- No requiere un conductor neutro.
- La tensión entre líneas es igual a la tensión de fase.
- La corriente de línea es mayor que la corriente de fase en un factor de .

Cálculo de tensiones y corrientes en triángulo:

- **Voltaje entre líneas y fase:**
- **Corriente de línea y fase:**

Esta conexión es preferida en aplicaciones de alta potencia, ya que permite una mejor distribución de la carga en motores y transformadores.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

13.2.3. ARRANQUE ESTRELLA-TRIÁNGULO

Este método permite reducir la corriente de arranque en motores eléctricos, prolongando su vida útil y evitando picos de corriente.

1. **Inicio en estrella:** Se reduce la tensión aplicada a los devanados, disminuyendo la corriente de arranque.
2. **Cambio a triángulo:** Una vez alcanzada cierta velocidad, se conmuta a la conexión en triángulo para permitir la operación a plena potencia.

Este sistema es común en motores industriales de gran tamaño para evitar daños por corrientes elevadas al momento del arranque.

Conclusión

La elección entre una conexión en estrella o en triángulo depende del tipo de aplicación y de las condiciones del sistema eléctrico. La conexión en estrella es ideal para la distribución de energía a diferentes niveles de voltaje, mientras que la conexión en triángulo es más eficiente en motores y aplicaciones industriales de alta potencia. Conocer las características y diferencias de cada configuración es esencial para diseñar sistemas eléctricos eficientes y seguros.

COMPARACIÓN ENTRE CONEXIÓN EN ESTRELLA Y EN TRIÁNGULO

Característica	Conexión en Estrella (Y)	Conexión en Triángulo (Δ)
Uso de neutro	Sí	No
Voltaje de fase	Menor que el de línea	Igual al de línea
Corriente de fase	Igual a la corriente de línea	Menor que la corriente de línea
Aplicaciones	Distribución de energía, cargas mixtas	Motores eléctricos, cargas industriales

CONVERSIÓN ENTRE ESTRELLA Y TRIÁNGULO

Algunas aplicaciones requieren cambiar entre conexión estrella y triángulo, lo que se puede hacer mediante un arranque estrella-triángulo, usado comúnmente en motores eléctricos.

APLICACIONES Y VENTAJAS DE LOS SISTEMAS TRIFÁSICOS

El sistema trifásico es ampliamente utilizado en diversas aplicaciones industriales y comerciales debido a sus múltiples beneficios:

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

- **Aplicaciones:**
    - Motores eléctricos de uso industrial y comercial.
    - Sistemas de generación y distribución de energía eléctrica.
    - Equipos de soldadura y maquinaria pesada.
    - Transporte ferroviario y sistemas de propulsión eléctrica.
- **Ventajas:**
    - Mayor eficiencia energética en comparación con sistemas monofásicos.
    - Reducción del tamaño y peso de los motores eléctricos.
    - Menores costos de instalación y mantenimiento a largo plazo.
    - Mayor capacidad para alimentar cargas de alta potencia.
    - Reducción de vibraciones y menor desgaste de los componentes mecánicos.

13.2.4. PROTECCIÓN DE MOTORES ELÉCTRICOS

La protección de motores eléctricos son aspectos fundamentales en la ingeniería eléctrica y en la industria además de garantizar la seguridad de los equipos y los operarios, evitando fallos eléctricos y mecánicos.

SISTEMAS DE PROTECCIÓN DE MOTORES

Los sistemas de protección de motores eléctricos previenen daños provocados por condiciones anómalas de operación, asegurando un funcionamiento seguro y eficiente.

Protección contra Sobrecarga

- Detecta cuando la corriente del motor supera el valor nominal por un tiempo prolongado.
- Utiliza relés térmicos o electrónicos para interrumpir el circuito.
- Protege al motor contra el sobrecalentamiento y fallos por sobrecorriente.

Protección contra Cortocircuitos

- Se activa cuando ocurre una falla en el sistema eléctrico que provoca un aumento súbito de corriente.
- Se implementa mediante fusibles o disyuntores magnetotérmicos.
- Evita daños catastróficos en el motor y en la instalación eléctrica.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

Protección Térmica

- Usa sensores térmicos integrados en el motor (PTC o termistores).
- Detecta sobretemperaturas y desconecta el motor antes de que se produzca un daño permanente.
- Es esencial en motores que operan en condiciones de carga variable.

Protección Diferencial

- Detecta fugas de corriente a tierra, protegiendo tanto al equipo como a los operarios.
- Se implementa mediante interruptores diferenciales o relés de fuga a tierra.
- Reduce el riesgo de descargas eléctricas y fallos en el aislamiento del motor.

DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN DE MOTORES

Para garantizar una correcta protección, se utilizan diferentes dispositivos según el tipo de riesgo identificado.

Relés Térmicos

- Protegen contra sobrecargas prolongadas.
- Operan basándose en la temperatura generada por la corriente excesiva.
- Se reactivan manualmente o de forma automática una vez enfriados.

Fusibles

- Se funden ante una corriente excesiva, interrumpiendo el circuito.
- Son económicos, pero deben reemplazarse tras cada activación.
- Se utilizan principalmente en la protección contra cortocircuitos.

Disyuntores Magnetotérmicos

- Combinan protección térmica y magnética.
- Detectan tanto sobrecargas como cortocircuitos.
- Permiten una rápida reactivación sin necesidad de reemplazo.

Interruptores Diferenciales

- Detectan fugas de corriente a tierra.
- Protegen a las personas contra descargas eléctricas.
- Son fundamentales en motores utilizados en entornos húmedos o exteriores.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

13.2.5. CONSIDERACIONES PARA LA SELECCIÓN DEL MÉTODO DE ARRANQUE Y PROTECCIÓN

La elección del método de arranque y los dispositivos de protección depende de varios factores:

- **Potencia del motor:** Los motores de gran potencia requieren métodos de arranque progresivos.
- **Condiciones de carga:** Cargas pesadas o con inercia alta necesitan un control preciso.
- **Frecuencia de arranque:** Motores con arranques frecuentes pueden beneficiarse de variadores de frecuencia.
- **Condiciones ambientales:** Ambientes húmedos o polvorientos requieren protección especial contra fugas y sobrecalentamiento.

13.2.6. APLICACIONES PRÁCTICAS EN LA INDUSTRIA

El arranque y protección de motores eléctricos se aplican en diversos sectores industriales, tales como:

- **Industria manufacturera:** Uso de motores eléctricos en transportadores, máquinas CNC y sistemas de producción automatizada.
- **Sistemas de bombeo:** Control de motores para el suministro de agua en redes municipales e industriales.
- **Aire acondicionado y ventilación:** Motores controlados por variadores de frecuencia para optimizar el consumo energético.
- **Automatización de procesos:** Integración de motores eléctricos en líneas de producción con sistemas de control y monitoreo remoto.

Conclusión

El arranque y la protección de motores eléctricos son elementos clave para garantizar la seguridad, eficiencia y durabilidad de los sistemas eléctricos. La correcta selección del método de arranque y los dispositivos de protección adecuados permite evitar fallos y optimizar el rendimiento de los motores en distintas aplicaciones industriales y comerciales.

13.2. VARIADORES DE FRECUENCIA Y ARRANCADORES SUAVES

Los variadores de frecuencia (VDF) y los arrancadores suaves son dispositivos clave para mejorar la eficiencia y el control de los motores eléctricos. Estos dispositivos permiten un arranque y una operación más eficiente, reduciendo el consumo energético y minimizando el desgaste de los motores.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

13.2.7. VARIADORES DE FRECUENCIA (VDF)

Un variador de frecuencia es un dispositivo que se ubica entre la fuente de alimentación eléctrica y los motores eléctricos, permitiendo regular la velocidad de giro de los motores de corriente alterna (AC). Comúnmente conocido como VFD (Variable Frequency Drive), su función principal es ajustar la frecuencia de la electricidad suministrada al motor, optimizando así el consumo energético y evitando pérdidas innecesarias de energía.



Tipos de variadores de frecuencia

Existen diversos tipos de variadores de frecuencia, cada uno adaptado a necesidades específicas:

Variadores de frecuencia de corriente alterna (AC): Son los más comunes y se utilizan ampliamente en la mayoría de los motores eléctricos.

Variadores de frecuencia de corriente continua (DC): Destinados a motores que funcionan con corriente continua.

Variadores de frecuencia de voltaje de entrada: Generan una nueva onda sinusoidal de tensión mediante la variación del voltaje.

Variadores de frecuencia de fuentes de entrada: Requieren grandes inversores para mantener una corriente constante.

Variadores de frecuencia de ancho de pulso modulado (PWM): Mantienen el par motor constante mediante pulsos de voltaje constantes.

Variadores de frecuencia de vector de flujo de ancho de pulso modulado: Utilizan un microprocesador para gestionar la regulación de la corriente al motor.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

Principio de Funcionamiento de un Variador de Frecuencia

Un VDF modifica la frecuencia de la corriente alterna aplicada al motor mediante tres etapas principales:

1. **Rectificación:** Convierte la corriente alterna (CA) en corriente continua (CC).
2. **Filtrado y almacenamiento:** Alisa la señal de CC mediante condensadores.
3. **Inversión y modulación de la señal:** Convierte la corriente continua en corriente alterna con una frecuencia variable mediante un inversor de transistores IGBT.

Ventajas del Uso de Variadores de Frecuencia

- Control preciso de la velocidad del motor.
- Reducción del consumo energético, especialmente en aplicaciones de carga variable.
- Menor estrés mecánico en el motor, prolongando su vida útil.
- Eliminación de golpes de arranque y reducción del desgaste de componentes.

Aplicaciones de los VDF

- Sistemas de bombeo y ventilación.
- Transportadores industriales.
- Máquinas herramienta y líneas de producción automatizadas.
- Sistemas de climatización con control de ventiladores.

13.2.8. ARRANCADORES SUAVES

Los arrancadores suaves son dispositivos diseñados para controlar la tensión de arranque de un motor, permitiendo que la velocidad aumente de manera progresiva sin los picos de corriente asociados al arranque directo.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.



Principio de Funcionamiento de un Arrancador Suave

El arrancador suave regula el voltaje aplicado al motor mediante el uso de tiristores que controlan la tensión en los primeros segundos de arranque, reduciendo la corriente de entrada.

Beneficios del Uso de Arrancadores Suaves

- Eliminación de golpes mecánicos en el arranque y parada.
- Reducción del consumo energético en el momento de arranque.
- Menor desgaste en engranajes, acoplamientos y rodamientos.
- Protección contra picos de corriente que pueden dañar la instalación eléctrica.

Comparación entre Arrancadores Suaves y Variadores de Frecuencia

Característica	Variadores de Frecuencia	Arrancadores Suaves
Control de velocidad	Sí, en todo el rango de operación	No, solo durante el arranque
Consumo energético	Optimizado según la carga	Solo afecta el arranque
Reducción de picos de corriente	Sí	Sí, pero solo al inicio
Aplicaciones típicas	Bombas, ventiladores, cintas transportadoras	Motores de gran inercia como compresores y transportadores

---

CONSIDERACIONES PARA LA SELECCIÓN ENTRE UN VDF Y UN ARRANCADOR SUAVE

La elección entre un variador de frecuencia y un arrancador suave depende de múltiples factores:

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

- **Tipo de carga:** Si la carga requiere variación de velocidad, se recomienda un VDF.
- **Frecuencia de arranque:** Si el motor debe arrancar y detenerse frecuentemente, un VDF es más eficiente.
- **Coste:** Los arrancadores suaves son más económicos que los VDF y se utilizan cuando no es necesario un control de velocidad variable.
- **Impacto en la red eléctrica:** Un VDF puede generar armónicos que deben ser gestionados mediante filtros.

INSTALACIÓN Y MANTENIMIENTO DE VDF Y ARRANCADORES SUAVES

Para garantizar un funcionamiento óptimo de estos dispositivos, es esencial seguir ciertas prácticas de instalación y mantenimiento:

Instalación Correcta

- Seguir las especificaciones del fabricante en cuanto a voltaje y corriente.
- Utilizar cables apantallados para minimizar interferencias electromagnéticas.
- Instalar ventilación adecuada para evitar el sobrecalentamiento del dispositivo.
- Implementar protecciones contra sobretensiones y armónicos en la red eléctrica.

Mantenimiento Preventivo

- Inspección periódica de conexiones eléctricas y terminales.
- Verificación de los parámetros de funcionamiento y ajuste según la aplicación.
- Control de temperatura para evitar fallos térmicos en el equipo.
- Revisión de filtros de armónicos y ventiladores de refrigeración.

APLICACIONES PRÁCTICAS EN LA INDUSTRIA

Los variadores de frecuencia y los arrancadores suaves son ampliamente utilizados en la industria para optimizar el rendimiento de motores eléctricos:

- **Industria del agua:** Control de bombas para ajuste de caudal según la demanda.
- **Industria alimentaria:** Regulación de velocidad en transportadores y mezcladores.
- **Sistemas HVAC:** Control de ventiladores y compresores en sistemas de climatización.
- **Automatización de procesos:** Integración en líneas de ensamblaje y maquinaria de producción.

Conclusión

Los variadores de frecuencia y los arrancadores suaves son herramientas clave para mejorar la eficiencia y el rendimiento de los motores eléctricos en aplicaciones industriales y comerciales. Mientras que los VDF ofrecen un control completo de la velocidad y optimización energética, los arrancadores suaves proporcionan una solución económica para minimizar picos de corriente y prolongar la vida útil de los motores. La

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

correcta selección, instalación y mantenimiento de estos dispositivos es fundamental para maximizar sus beneficios y garantizar su operación segura y eficiente.

13.3. CONEXIONADO DE MOTORES TRIFÁSICOS

El conexionado correcto de un motor trifásico es fundamental para su funcionamiento eficiente y seguro. Un adecuado cableado y configuración eléctrica garantizan un rendimiento óptimo del motor, minimizando riesgos de fallas o sobrecargas.

6.4.1 PRINCIPIOS DEL CONEXIONADO DE MOTORES TRIFÁSICOS

Los motores trifásicos pueden conectarse a la red eléctrica mediante dos configuraciones principales:

- **Conexión en estrella:** Permite reducir la tensión aplicada a cada devanado.
- **Conexión en triángulo:** Utiliza la tensión de línea directamente en los devanados.

La elección entre estrella y triángulo depende de las necesidades de la instalación y la tensión de alimentación disponible.

Ventajas del Conexionado Correcto

- Reducción de caídas de tensión y pérdidas eléctricas.
- Protección contra sobrecalentamientos y fallas de aislamiento.
- Asegurar un funcionamiento eficiente del motor sin desequilibrios de fases.

6.4.2 PASOS PARA EL CONEXIONADO DE UN MOTOR TRIFÁSICO

1. **Identificación de terminales:** Verificar las etiquetas U, V, W en los devanados.
2. **Selección del método de conexión:** Determinar si la instalación requiere estrella o triángulo.
3. **Instalación de protecciones eléctricas:** Uso de disyuntores, relés térmicos y fusibles adecuados.
4. **Conexión de los cables de alimentación:** Asegurar una conexión firme y sin falsos contactos.
5. **Verificación del giro del motor:** Aplicar corriente y comprobar la dirección de rotación.

6.4.3 ERRORES COMUNES EN EL CONEXIONADO DE MOTORES

- **Conexión incorrecta de fases:** Puede causar inversión del giro del motor.
- **Falta de protecciones adecuadas:** Puede provocar daños en el motor y la instalación.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

- **Sobrecarga del sistema eléctrico:** Uso de cables o dispositivos inadecuados para la potencia del motor.
- **Desbalance de fases:** Genera vibraciones y calentamiento excesivo.

Métodos de Corrección

- Revisar y seguir las especificaciones del fabricante.
- Uso de medidores de voltaje y amperaje para verificar la conexión.
- Implementación de protecciones adicionales para evitar fallos eléctricos.

6.4.4 APLICACIONES DEL CONEXIONADO DE MOTORES TRIFÁSICOS

El correcto conexionado de motores trifásicos es crucial en múltiples aplicaciones industriales y comerciales:

- **Industria manufacturera:** Operación de maquinaria automatizada y robots industriales.
- **Sistemas de bombeo:** Control eficiente del flujo de líquidos en redes hidráulicas.
- **Transporte y elevación:** Uso en grúas, ascensores y escaleras mecánicas.
- **Energías renovables:** Aplicaciones en aerogeneradores y sistemas fotovoltaicos.

Conclusión

El conexionado de motores trifásicos es una tarea crítica que requiere precisión y conocimientos técnicos para garantizar el rendimiento óptimo y la seguridad de los sistemas eléctricos. La correcta selección entre conexión en estrella o triángulo, junto con la instalación de protecciones adecuadas, permite maximizar la eficiencia energética y evitar problemas operativos en aplicaciones industriales y comerciales

13.3. CONEXIONADO DE OTROS DISPOSITIVOS ELÉCTRICOS

El conexionado de dispositivos eléctricos es una tarea fundamental en cualquier instalación industrial, comercial o residencial. Además de los motores eléctricos, existen numerosos dispositivos que requieren una correcta instalación para garantizar su funcionamiento eficiente y seguro.

13.3.1. TIPOS DE DISPOSITIVOS ELÉCTRICOS

Los dispositivos eléctricos que requieren conexionado en una instalación pueden clasificarse en:

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

1. Dispositivos de Protección

- **Interruptores automáticos**: Protegen contra sobrecargas y cortocircuitos.
- **Fusibles**: Dispositivos de protección que interrumpen la corriente en caso de sobrecarga.
- **Relés térmicos**: Protegen los motores eléctricos contra sobrecalentamiento.
- **Diferenciales**: Detectan fugas de corriente y protegen a las personas contra descargas eléctricas.

2. Dispositivos de Control

- **Pulsadores y selectores**: Permiten la activación o desactivación de circuitos eléctricos.
- **Contactores**: Conmutan circuitos eléctricos de alta potencia.
- **Temporizadores**: Regulan el tiempo de activación de un sistema eléctrico.

3. Dispositivos de Medición y Supervisión

- **Voltímetros y amperímetros**: Miden tensión y corriente en los circuitos eléctricos.
- **Sensores de corriente y voltaje**: Monitorean el estado de los sistemas eléctricos.
- **PLC (Controlador Lógico Programable)**: Dispositivos de automatización para el control de procesos industriales.

13.3.2. PRINCIPIOS GENERALES DEL CONEXIONADO DE DISPOSITIVOS ELÉCTRICOS

Para garantizar una instalación eficiente, es necesario seguir ciertos principios básicos:

- **Identificación de terminales y conexiones**: Cada dispositivo eléctrico posee una serie de terminales que deben ser correctamente identificados antes de la conexión.
- **Selección del calibre del cableado**: La sección del cable debe ser adecuada para la corriente que circulará por el circuito.
- **Instalación de protecciones adecuadas**: Es fundamental incluir fusibles, disyuntores o diferenciales según el tipo de dispositivo.
- **Normativas de instalación**: Seguir normativas internacionales como IEC o UNE para asegurar la correcta instalación.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

13.3.3. CONEXIONADO DE TRANSFORMADORES

Los transformadores son dispositivos esenciales en las instalaciones eléctricas, ya que permiten modificar la tensión de alimentación de un circuito. Su correcta instalación garantiza la seguridad y el rendimiento del sistema eléctrico.

Tipos de Transformadores

- **Transformadores de potencia**: Usados en la distribución de energía eléctrica.
- **Transformadores de control**: Empleados en sistemas de automatización y control industrial.
- **Transformadores de aislamiento**: Protegen contra diferencias de potencial peligrosas.

Pasos para el Conexionado de un Transformador

1. **Identificación de primario y secundario**: Verificar las tensiones de entrada y salida.
2. **Selección de cables adecuados**: Dimensionar el cable según la corriente que circulará.
3. **Conexión de protecciones**: Instalar fusibles o disyuntores para evitar sobrecargas.
4. **Prueba de funcionamiento**: Medir la tensión de salida antes de conectar la carga.

13.3.4. CONEXIONADO DE SENSORES Y ACTUADORES

En los sistemas de automatización, los sensores y actuadores juegan un papel crucial para la detección y el control de procesos. Su correcta instalación es fundamental para evitar errores en la operación.

Tipos de Sensores

- **Sensores de proximidad**: Detectan la presencia de objetos sin contacto físico.
- **Sensores de temperatura**: Miden la temperatura ambiente o de equipos.
- **Sensores de presión**: Controlan la presión en sistemas hidráulicos y neumáticos.

Tipos de Actuadores

- **Motores eléctricos**: Convierten la energía eléctrica en movimiento mecánico.
- **Válvulas electroneumáticas**: Controlan el flujo de aire en sistemas neumáticos.
- **Servomotores**: Motores de alta precisión utilizados en robótica y automatización.

Pasos para el Conexionado de Sensores y Actuadores

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

1. **Identificación de la alimentación**: Comprobar la tensión de operación del sensor o actuador.
2. **Conexión de señales de control**: Establecer la comunicación con el PLC u otro sistema de control.
3. **Verificación de funcionamiento**: Probar la respuesta del sensor o actuador antes de su uso en la producción.

13.3.5. APLICACIONES INDUSTRIALES DEL CONEXIONADO DE DISPOSITIVOS

Los dispositivos eléctricos se utilizan en múltiples aplicaciones industriales y comerciales, tales como:

- **Automatización de procesos industriales**: Implementación de sensores y actuadores en líneas de producción.
- **Sistemas de seguridad eléctrica**: Instalación de protecciones diferenciales y fusibles en redes eléctricas.
- **Energías renovables**: Conexionado de inversores y controladores en sistemas solares y eólicos.
- **Sistemas de climatización y ventilación**: Control de temperatura mediante termostatos y sensores de ambiente.

Conclusión

El conexionado de dispositivos eléctricos es un proceso clave para garantizar el correcto funcionamiento y la seguridad de una instalación eléctrica. Desde transformadores hasta sensores y actuadores, cada dispositivo requiere un procedimiento de instalación adecuado que debe seguir normativas técnicas y principios de protección. Comprender y aplicar correctamente estos conocimientos es esencial para cualquier técnico en electricidad y automatización industrial.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

MÓDULO 7: INSTALACIONES ELÉCTRICAS

14. TIPOS DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS

14.1. CLASIFICACIÓN DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS:

- **Instalaciones de generación, transmisión y distribución:** Son las encargadas de producir y transportar la energía eléctrica desde las centrales generadoras hasta los consumidores finales. Incluyen:
  - Centrales de generación (hidroeléctricas, térmicas, solares, eólicas, nucleares, etc.).
  - Líneas de transmisión de alta tensión.
  - Redes de distribución en media y baja tensión.
- **Instalaciones de consumo:** Destinadas a utilizar la energía eléctrica para diversos fines. Se clasifican en:
  - **Residenciales:** Instalaciones en viviendas unifamiliares y edificios.
  - **Comerciales:** Tiendas, oficinas, centros comerciales, hoteles, etc.
  - **Industriales:** Instalaciones en fábricas, plantas de producción y otras infraestructuras de gran demanda energética.
- **Instalaciones temporales y permanentes:**
  - **Temporales:** Instalaciones utilizadas en eventos, obras de construcción y ferias.
  - **Permanentes:** Infraestructuras eléctricas diseñadas para un uso prolongado en el tiempo.

14.1.1. INSTALACIONES DE BAJA

14.1.2. , MEDIA Y ALTA TENSIÓN

- **Baja tensión (BT):** Menor a 1 kV. Aplicaciones en viviendas, comercios y pequeñas industrias.
- **Media tensión (MT):** Entre 1 kV y 36 kV. Utilizada en redes de distribución secundaria y alimentaciones industriales.
- **Alta tensión (AT):** Mayor a 36 kV. Usada en transmisión de energía a largas distancias.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

14.1.3. REDES DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA

- **Esquema de distribución eléctrica:**
  - Redes urbanas: Subterráneas para minimizar impacto visual.
  - Redes rurales: Aéreas por costos y accesibilidad.
- **Componentes principales:**
  - Transformadores de distribución.
  - Celdas de protección y maniobra.
  - Medidores eléctricos.
- **Diferencias entre redes de distribución en corriente alterna y continua:**
  - La CA es la más usada por facilidad en transformación de voltajes.
  - La CC se emplea en sistemas específicos como telecomunicaciones y energías renovables.

14.1.4. INSTALACIONES AÉREAS Y SUBTERRÁNEAS

- **Comparación de ventajas y desventajas:**
  - **Aéreas:** Menor costo, fácil mantenimiento, pero mayor exposición a fenómenos ambientales.
  - **Subterráneas:** Mayor seguridad, menor impacto visual, pero costos de instalación y mantenimiento más altos.

14.1.5. APLICACIONES SEGÚN EL TIPO DE INSTALACIÓN

- **Uso en sectores específicos:**
  - **Residencial:** Consumo eficiente y automatización domótica.
  - **Industrial:** Alta demanda energética y automatización de procesos.
  - **Comercial:** Enfocado en iluminación, climatización y seguridad eléctrica.
  - **Agrícola:** Sistemas de riego eléctrico y bombeo de agua.

14.2. INSTALACIONES EN VIVIENDAS Y EDIFICIOS

14.1.6. SÍMBOLOS NORMALIZADOS PARA LOS ESQUEMAS UNIFILARES Y MULTIFILARES

¿Qué es la simbología eléctrica?

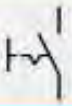
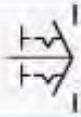
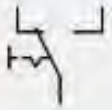
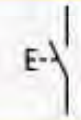
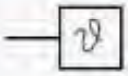
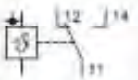
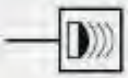
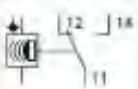
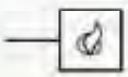
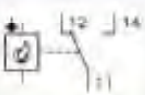
La Simbología Eléctrica es la representación gráfica de cada uno de los elementos eléctricos dentro de un circuito eléctrico o una instalación eléctrica.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

Los símbolos de circuitos eléctricos se utilizan para dibujar un diagrama esquemático. en otras palabras, es la representación gráfica que se realiza de cada elemento de un circuito o instalación eléctrica.

Los símbolos de conexiones eléctricas más utilizados para instalaciones domiciliarias. Para la representación de interruptores en circuitos unifilares de edificaciones, la norma UNE-EN 60617-11 define los siguientes símbolos.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

Elemento	Simbología unifilar	Simbología multifilar	Descripción
			Interruptor unipolar Interruptor SPST
			Interruptor doble Por ejemplo, para los diferentes niveles de iluminación.
			Interruptor unipolar de 3 vías Conmutador de vaivén
			Botón / pulsador normalmente abierto
			Conmutador intermedio.Conmutador de cruce
			Interruptor graduable, Dimmer regulador de intensidad de luz
			Toma de corriente bipolar
			Punto de luz
			Timbre
			Termostato
			Detector de movimiento
			Detector de humo Detector de incendios

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

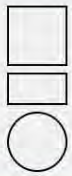
NORMA UNE-EN 60617 (IEC 60617)

La norma IEC 60617 define una serie que trata sobre símbolos gráficos para esquemas eléctricos. Esta serie consta de las siguientes partes:

Partes	Descripción
UNE-EN 60617-2	Elementos de símbolos, símbolos distintivos y otros símbolos de aplicación general
UNE-EN 60617-3	Conductores y dispositivos de conexión
UNE-EN 60617-4	Componentes pasivos básicos
UNE-EN 60617-5	Semiconductores y tubos electrónicos
UNE-EN 60617-6	Producción, transformación y conversión de la energía eléctrica
UNE-EN 60617-7	Aparamenta y dispositivos de control y protección
UNE-EN 60617-8	Instrumentos de medida, lámparas y dispositivos de señalización
UNE-EN 60617-9	Telecomunicaciones: Conmutación y equipos periféricos
UNE-EN 60617-10	Telecomunicaciones:Transmisión
UNE-EN 60617-11	Esquemas y planos de instalación, arquitectónicos y topográficos
UNE-EN 60617-12	Operadores lógicos binarios
UNE-EN 60617-13	Operadores analógicos

CONTORNOS Y ENVOLVENTES

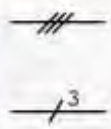
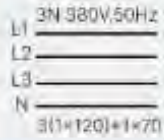
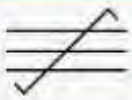
La norma UNE-EN 60617-2 en su Capítulo I, define cómo deben representarse los límites que definen dónde se alberga un determinado circuito.

Símbolo Eléctrico	Descripción
	**Objeto** (contorno de un Objeto) Por ejemplo: Equipo, Dispositivo, Unidad funcional, Componente, Función. Si la presentación lo exige se puede utilizar un contorno con otra forma.
	**Pantalla, Blindaje** Por ejemplo, para reducir la penetración de campos eléctricos o electromagnéticos. El símbolo debe dibujarse con la forma que convenga.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

CONDUCTORES Y DISPOSITIVOS DE CONEXIÓN

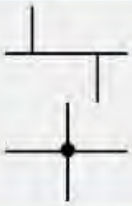
La representación de los conductores que integran un circuito es tratada en la norma UNE-EN 60617-3 en su Sección 1. También es objeto de la norma UNE-EN 60617-11 para el caso particular de la representación de instalaciones de edificios.

Símbolo Eléctrico	Descripción
	Línea eléctrica / cable **Conductor** de un solo hilo
	Línea con tres **conductores** (unifilar) Cuando un grupo de conductores se representa por un trazo único se puede indicar añadiendo el mismo número de pequeños trazos oblicuos, o con un solo trazo oblicuo acompañado de una cifra correspondiente al número de conexiones.
	**Conductor** Se pueden dar informaciones complementarias en la forma siguiente: Por ejemplo: Circuito de corriente trifásica, 380 V, 50 Hz, tres conductores de 120 mm2 , con hilo neutro de 50 mm2
	Conexión flexible
	Conductor apantallado
	Conductores entrelazados Ejemplo: 3 conductores
	Conductor con línea de protección y neutro
	Conductor trifásico, protección y neutro
	Cable coaxial
	Red de bajo voltaje
	Cable refrigerdo

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

UNIONES Y RAMIFICACIONES

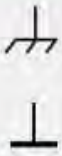
La representación de la unión entre dos o más conductores, o bien la ramificación de un conductor en varios, es objeto de la norma UNE-EN 60617-3 en su Sección 2.

Símbolo Eléctrico	Descripción
	**Unión** (Punto terminal de conexión)
	Terminal
	**Regleta** de terminales Se pueden añadir marcas de terminales Ejemplo: 5 conexiones
	**Conexión en T** Símbolo 03-02-04 representado con el símbolo de unión
	**Unión doble** de conductores. La forma 2 se debe utilizar solamente si es necesario por razones de presentación.
	Cruce de líneas sin conexión
	Cruce de líneas con conexión

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

PUESTA A TIERRA Y A MASA

Los símbolos que representan la puesta a tierra y a masa de las carcasas de los equipos eléctricos están reunidos en la Sección 15 de la norma UNE-EN 60617-2.

Símbolo Eléctrico	Descripción
	**Tierra**, símbolo general Se puede dar información adicional sobre el estado de la tierra, o su finalidad, si no es evidente.
	Conexión a tierra
	Masa Chasis Se puede omitir completa o parcialmente las rayas si no existe ambigüedad. Si se omiten, la línea de masa debe ser más gruesa.
	Punto neutro

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

NATURALEZA DE CORRIENTE Y TENSIÓN

La simbología que regula cómo reflejar en los esquemas la naturaleza del suministro eléctrico es objeto de la norma UNE-EN 60617-2.

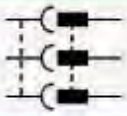
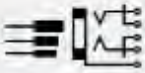
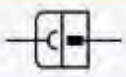
Símbolo Eléctrico	Descripción
⎓ ⎓ ⎓	Corriente continua DC El valor de la tensión puede indicarse a la derecha del símbolo y el tipo de red a la i Por ejemplo: 2/M ⎓ 24/30V
~ ~ 50Hz ~ 100..600Hz	Corriente alterna, AC El valor numérico de la frecuencia o de la banda de frecuencias puede indicarse a la derecha del símbolo. EJEMPLOS: Corriente alterna, 50 Hz. Corriente alterna en la banda de frecuencias de 100 kHz a 600 kHz.
≂ ≂	Corriente mixta, Corriente rectificada
+	Polaridad positiva
−	Polaridad negativa
⎓/~	Convertidor de DC / AC
~/⎓	Convertidor de AC / DC
N	Neutro
R S T	Fases R/S/T o L1/L2/L3

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

TOMAS DE CORRIENTE

Las tomas de corriente, los enchufes y en general los conectores son objeto de la Sección 3 de la norma UNE-EN 60617-3. A continuación se describen los símbolos de mayor uso.

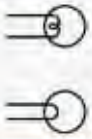
Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

Símbolo Eléctrico	Descripción
	**Conector hembra** Símbolo genérico en el Sistema IEC
	**Conector macho** Toma de corriente, enchufe o clavija Símbolo genérico en el Sistema IEC
	Base y clavija Conexión macho hembra
	Base y clavija multipolares El símbolo se muestra en una representación multilíneal con 3 contactos hembra y 3 contactos macho.
	Base y clavija multipolares El símbolo se muestra en representación unilíneal 3 contactos hembra y 3 contactos macho.
	Conector a presión
	Conexión hembra hembra
	Clavija y conector tipo jack bipolar
	Clavija y conector tipo jack tripolar con contactos de ruptura
	Toma de corriente con tierra
	Toma de corriente múltiple
	Conector de corriente con obturador
	Base de enchufe con interruptor unipolar
	Conectores enchufados

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

SIMBOLOGÍA DE ILUMINACIÓN

Para la representación de instalaciones de iluminación en circuitos de edificaciones, la norma UNE-EN 60617-11 define los siguientes símbolos.

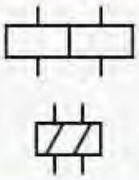
Símbolo Eléctrico	Descripción
	Punto de salida para aparato de iluminación
	Punto de iluminación en pared
	Bombilla / Lámpara Símbolo genérico
	Bombilla / Lámpara incandescente
	Lámpara oscilatoria
	Lámpara de Neón
	Indicador luminoso
	**Luminaria**, símbolo general Lámpara fluorescente, símbolo general.
	Luminaria con tres tubos fluorescentes (multifilar)
	Luminaria con 3 tubos fluorescentes (unifilar)
	Salida de fluorescente
	Proyector luminico
	Diodo LED Diodo emisor de luz
	Diodo LED bicolor El color depende de la polaridad

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

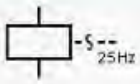
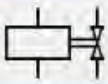
SIMBOLOGÍA DE RELÉS Y MANDOS ELECTROMAGNÉTICOS

La representación general de un relé es objeto de la norma UNE-EN 60617-7 en su Capítulo IV.

Los relés son dispositivos de conexión capaces de establecer, soportar e interrumpir corrientes en un circuito. Permiten el cierre o apertura de un contacto a distancia, algo necesario en un circuito de potencia. También permiten el diseño de sistemas de control, siendo la alternativa a los ordenadores industriales (PLCs) siempre que se trate de sistemas no excesivamente complejos.

Símbolo Eléctrico	Descripción
	Relé / Bobina del relé, **contactor** u otro dispositivo de mando. Símbolo genérico
	Dispositivo de mando con dos bobinas
	Dispositivo de mando retardado a la desconexión Desconexión retardada al activar el mando.
	Dispositivo de mando retardado a la conexión Conexión retardada al activar el mando
	Relé de reposo con funcionamiento retardado Conexión retardada al activar el mando y también al desactivarlo
	Termo-relé – Termostato
	Mando de un relé polarizado.
	Mando de un Relé diferencial
	Relé de alta velocidad, tanto a la conexión como a la desconexión

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

	Relé de desactivación lenta
	Relé de paso a paso o impulsos
	Relé de remanencia
	Telerruptor Relé de enclavamiento mecánico
	Relé electrónico
	Relé de mando a distancia por radiofrecuencia
	Relé de resonancia mecánica Ejemplo: 25Hz
	Electroválvula
	Relé de medida Se sustiuye el asterisco por las letras o símbolos de la magnitud a medir

14.1.7. DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS RESIDENCIALES:

14.2.1.1. ESQUEMAS UNIFILARES.

El esquema unifilar eléctrico, como su nombre indica, es una representación gráfica simplificada de un circuito eléctrico en la que cada conductor, sin importar el número de hilos que lo compongan, se representa con una sola línea.

Aunque es menos detallado que un esquema multifilar, el unifilar resulta más funcional para proyectos de obra, ya que facilita la interpretación global del sistema eléctrico y su relación con la estructura del edificio o instalación.

Su simplicidad y eficacia permiten una representación gráfica clara de los circuitos eléctricos, enfocándose en mostrar de manera resumida y ordenada los componentes principales y conexiones básicas.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

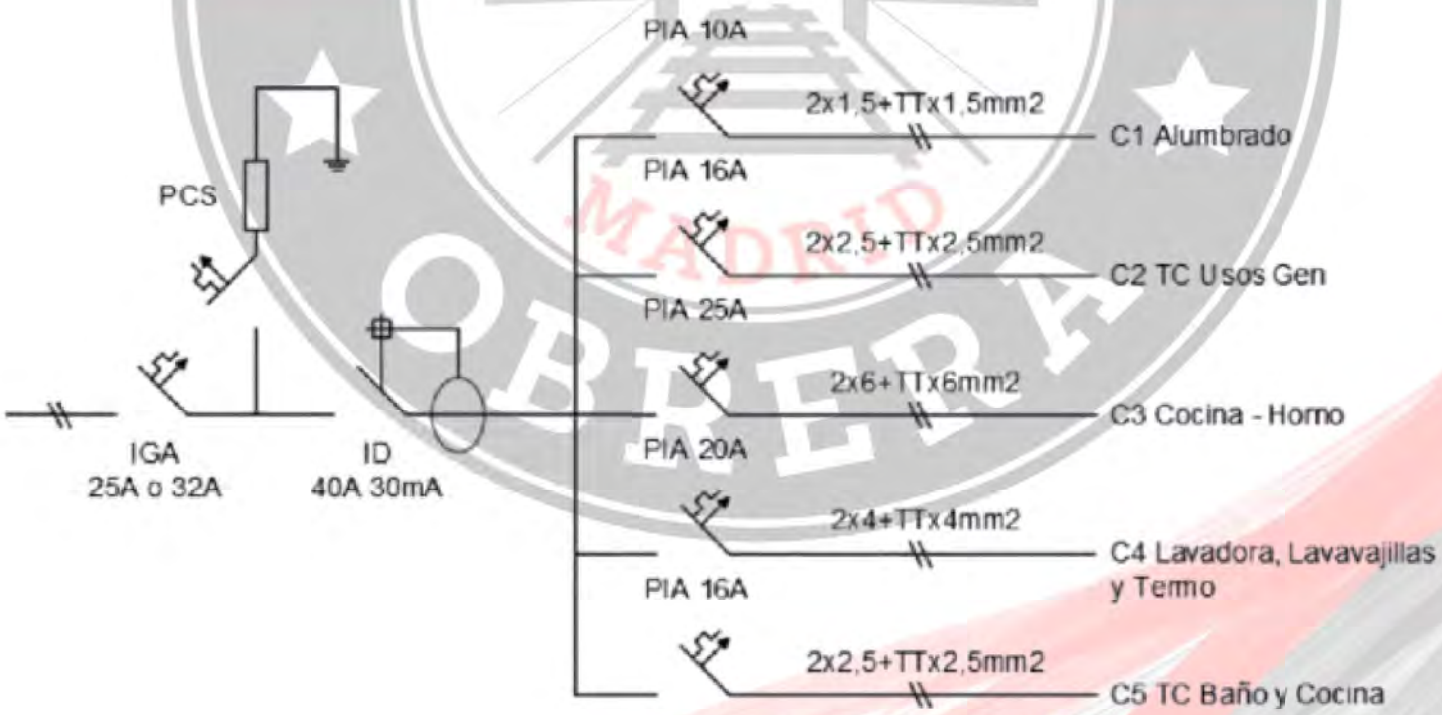
Como los esquemas unifilares reducen todos los conductores de un tramo a una sola línea, su correcta interpretación requiere familiaridad con este tipo de esquemas. Es indispensable conocer a fondo tanto la simbología estandarizada como los diferentes componentes eléctricos y sus requerimientos, ya que cada elemento determina la cantidad de conductores necesarios y su disposición.

El objetivo principal de un esquema unifilar es simplificar la comprensión y ejecución de los circuitos eléctricos, siendo un esquema fundamental para la planificación, ejecución y mantenimiento de las instalaciones eléctricas en edificios.

Además, los esquemas unifilares topográficos destacan la ubicación de elementos como interruptores, enchufes, luminarias, cuadros de distribución y canalizaciones. Por esta razón, son utilizados ampliamente en planos de planta y alzados arquitectónicos.

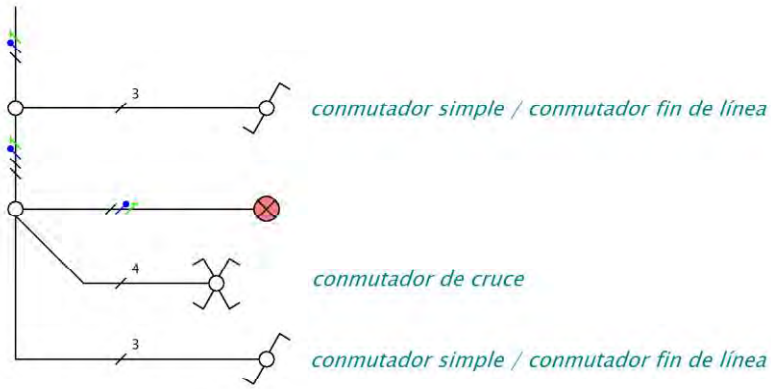
Por otro lado, los esquemas unifilares de cuadros eléctricos se utilizan para identificar las cargas y circuitos asociados. Indican el destino de cada circuito (por ejemplo, iluminación, tomas de corriente, motores o circuitos auxiliares), el tipo de protección, sección y canalización de los conductores, pero no ubican espacialmente los elementos de la instalación.

En definitiva, los esquemas unifilares son herramientas indispensables en la ingeniería eléctrica, constituyendo la base para la elaboración de los planos eléctricos.



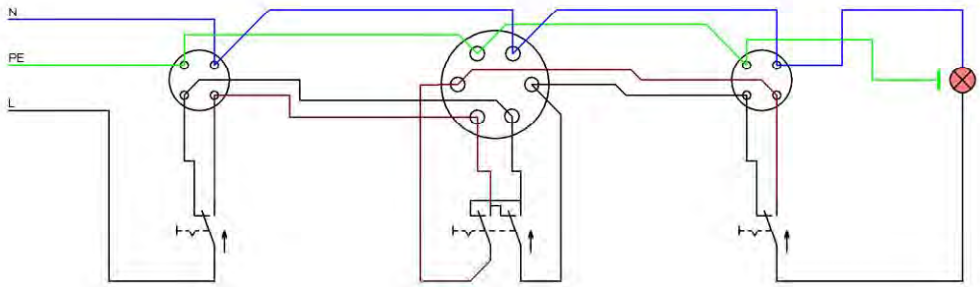
Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

14.2.1.2. ESQUEMAS MULTIFILARES.



Esquema unifilar

Esquema funcional



conmutador simple / conmutador fin de línea conmutador de cruce conmutador simple / conmutador fin de línea

El esquema multifilar eléctrico es una herramienta de representación gráfica utilizada para mostrar de forma detallada todas las conexiones eléctricas de un circuito o instalación.

A través de este tipo de esquemas, se visualizan individualmente todos los conductores, elementos eléctricos (como interruptores, lámparas, motores, receptores), y sus relaciones eléctricas.

De todos los planos de las instalaciones eléctricas, el esquema mutifilar es una de las representaciones más completas y útiles en el diseño, análisis, instalación y mantenimiento de sistemas eléctricos.

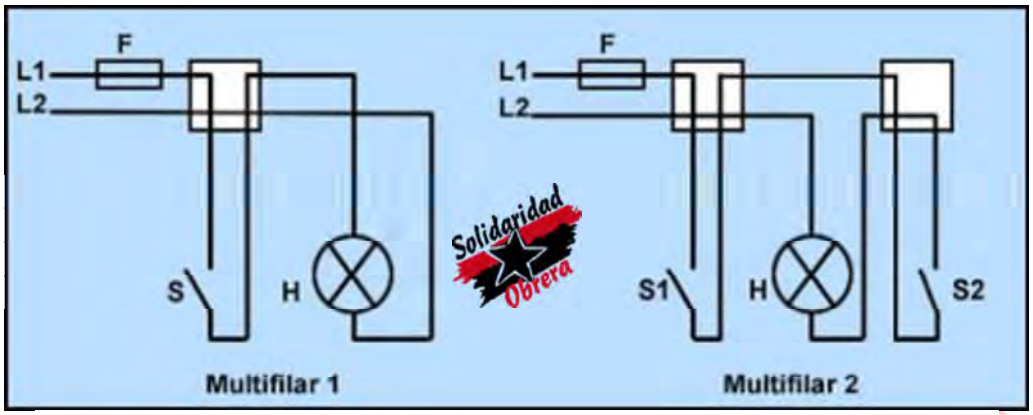
No obstante, aunque estos esquemas pueden ser complejos y detallados, su utilidad en la práctica supera con creces sus limitaciones.

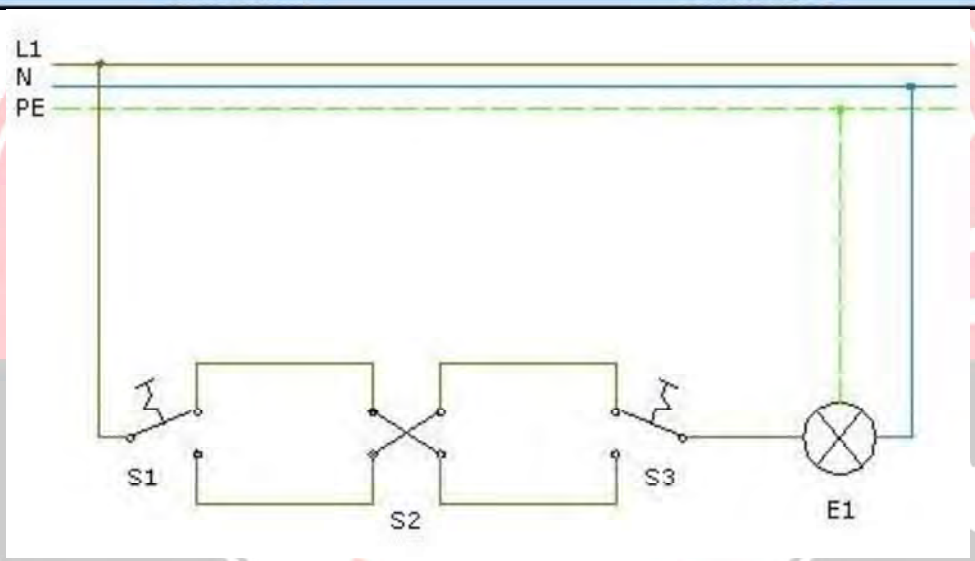
Aunque los diagramas multifilares no sitúan los elementos en el espacio real (paredes, techos, suelos) como lo haría un esquema topográfico, en ocasiones, se utiliza un

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

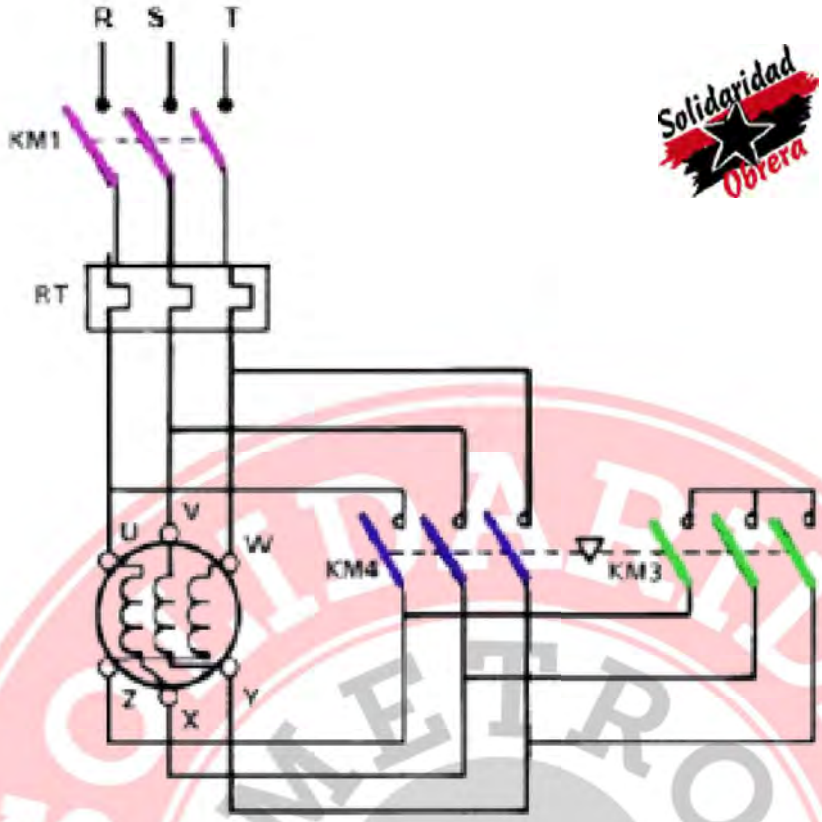
esquema multifilar híbrido. Este esquema combina claridad técnica y ubicación práctica de los elementos eléctricos en el espacio.

Esta capacidad del esquema multifilar para adaptarse a diversas configuraciones lo hace imprescindible en cualquier proyecto de ingeniería eléctrica.





Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.



COMPARACIÓN ENTRE ESQUEMA UNIFILAR Y MULTIFILAR

Característica	Esquema Unifilar	Esquema Multifilar
Nivel de detalle	Bajo (simplificado)	Alto (detallado)
Representación de cables	Solo una línea por circuito	Cada conductor por separado
Uso principal	Diseño general y planificación	Instalación, mantenimiento y diagnóstico
Facilidad de interpretación	Fácil y rápido	Más detallado pero más complejo

Ambos esquemas son fundamentales en el diseño y mantenimiento de instalaciones eléctricas. El **esquema unifilar** se usa para la planificación y distribución general de la instalación, mientras que el **esquema multifilar** es clave para la ejecución detallada y el análisis de conexiones específicas.

14.1.8. SELECCIÓN DE MATERIALES Y EQUIPOS ADECUADOS.

14.2.1.3. TIPOS DE CONDUCTORES ELÉCTRICOS:

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

Los **conductores eléctricos** son materiales que permiten el flujo de la corriente eléctrica con baja resistencia. Se utilizan en instalaciones eléctricas para transportar energía desde la fuente de alimentación hasta los dispositivos de consumo. La elección del tipo de conductor depende de la aplicación, el nivel de tensión, las condiciones ambientales y los requisitos de seguridad.

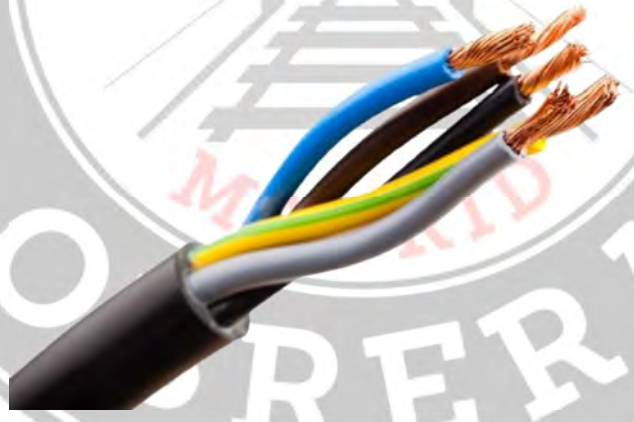
CLASIFICACIÓN DE LOS CONDUCTORES ELÉCTRICOS

Los conductores eléctricos pueden clasificarse según diferentes criterios, como el **material del conductor, la estructura del cableado, el aislamiento y la aplicación específica**.

1. Según el Material del Conductor

El material del conductor influye en su capacidad de conducción, resistencia y aplicación.

1. **Cobre:**
   - Es el material más utilizado debido a su **alta conductividad** y resistencia mecánica.
   - Tiene **baja resistencia eléctrica**, lo que minimiza las pérdidas de energía.
   - Se emplea en **instalaciones eléctricas domésticas, industriales y de alta potencia**.



2. **Aluminio:**
   - Menos conductor que el cobre, pero **más ligero y económico**.
   - Se usa en **líneas de transmisión y distribución de energía eléctrica** debido a su menor peso.
   - Tiene mayor resistencia a la corrosión en aplicaciones exteriores.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.



3. **Aleaciones de aluminio y cobre:**
    - Combinan propiedades de ambos materiales para mejorar resistencia mecánica y conductividad.
    - Se emplean en **instalaciones industriales y sistemas eléctricos de alta demanda**.



4. **Conductores de plata y oro:**
    - **Alta conductividad**, pero su elevado costo limita su uso a aplicaciones electrónicas específicas.
    - Se encuentran en **microprocesadores y circuitos electrónicos avanzados**.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.



2. Según la Estructura del Cableado

Los conductores pueden presentarse en diferentes formas según su flexibilidad y resistencia mecánica.

1. **Conductores Sólidos (Hilos Únicos):**
   - Compuestos por un único hilo grueso de cobre o aluminio.
   - Se utilizan en **instalaciones fijas** debido a su mayor rigidez.
   - Ofrecen **menor resistencia eléctrica** pero menor flexibilidad.



2. **Conductores Trenzados o Multifilares:**
   - Formados por varios hilos finos trenzados juntos.
   - Mayor flexibilidad, lo que facilita su instalación en **zonas con movimiento o vibraciones**.
   - Se usan en **circuitos móviles, conexiones eléctricas flexibles y vehículos**.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.



3. **Conductores Compactados:**

   - Combinan las ventajas de los conductores sólidos y trenzados.
   - Menor diámetro con mayor flexibilidad y conductividad.
   - Utilizados en **instalaciones de alta eficiencia energética**.



---

3. Según su Aislamiento

Los conductores pueden estar desnudos o aislados, dependiendo de la aplicación.

1. **Conductores Desnudos:**
   - No tienen recubrimiento aislante.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

- Se usan en **líneas de transmisión y distribución aérea**.
- Deben instalarse con suficiente distancia entre ellos para evitar cortocircuitos.



2. **Conductores Aislados:**
   - Recubiertos con materiales como **PVC, XLPE, PE o goma**.
   - Se utilizan en **instalaciones domésticas, industriales y subterráneas**.
   - Protegen contra contactos accidentales y mejoran la durabilidad del conductor.



---

4. Según la Aplicación

Los conductores están diseñados para aplicaciones específicas según su entorno de uso.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

1. **Conductores para Baja Tensión:**

    - Voltajes hasta **1000V en corriente alterna (CA)**.
    - Se emplean en **viviendas, oficinas y pequeñas industrias**.

2. **Conductores para Media Tensión:**

    - Voltajes entre **1kV y 36kV**.
    - Se usan en **redes de distribución y alimentación de grandes consumidores**.



3. **Conductores para Alta Tensión:**

    - Voltajes superiores a **36kV**.
    - Se utilizan en **líneas de transmisión de energía a largas distancias**.



4. **Conductores para Ambientes Especiales:**

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

- **Ignífugos:** Resistentes al fuego para **salidas de emergencia y lugares públicos**.
- **Resistentes a la humedad:** Para **ambientes marinos y subterráneos**.
- **Libres de halógenos:** No generan gases tóxicos en caso de incendio.





Conclusión

La correcta selección del **tipo de conductor eléctrico** es esencial para garantizar la seguridad, eficiencia y durabilidad de una instalación eléctrica. Factores como la **conductividad, flexibilidad, aislamiento y aplicación** deben evaluarse antes de su instalación.

14.2.1.4. AISLANTES Y RECUBRIMIENTOS:

Los aislantes eléctricos son materiales que impiden o limitan el flujo de corriente, protegiendo los conductores y garantizando la seguridad en las instalaciones eléctricas.

TIPOS DE AISLANTES Y RECUBRIMIENTOS:

1. **Policloruro de vinilo (PVC):**
   - Material más común en conductores eléctricos.
   - Alta resistencia mecánica y térmica.
   - Usado en instalaciones domésticas e industriales.
2. **Polietileno Reticulado (XLPE):**
   - Mayor capacidad de aislamiento térmico.
   - Resistente a altas temperaturas y ambientes húmedos.
   - Aplicado en cables de media y alta tensión.
3. **Etileno Propileno (EPR):**

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

- Resistente a la humedad y aceites.
- Utilizado en instalaciones submarinas y ambientes con alta humedad.

4. **Caucho de silicona:**

- Alta flexibilidad y resistencia al calor extremo.
- Empleado en equipos eléctricos de alto rendimiento.

5. **Libre de Halógenos (LSZH - Low Smoke Zero Halogen):**

- No emite gases tóxicos en caso de incendio.
- Recomendado en hospitales, aeropuertos y lugares con alta concentración de personas.

Los cables eléctricos están protegidos con materiales como PVC, XLPE o goma, los cuales garantizan seguridad y durabilidad en la instalación.

14.3. ELEMENTOS DE PROTECCIÓN ELÉCTRICA:

Los elementos de protección eléctrica son dispositivos diseñados para prevenir fallos eléctricos, garantizar la seguridad de las personas y evitar daños en equipos eléctricos e instalaciones. Su función principal es interrumpir o desviar la corriente eléctrica en situaciones anómalas, como sobrecargas, cortocircuitos, fugas de corriente o picos de tensión.

14.1.9. Protección contra sobrecargas y cortocircuitos:

- Los **interruptores automáticos** y **fusibles** interrumpen el paso de corriente si esta excede el límite permitido, evitando daños en cables y equipos eléctricos.



Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

14.1.10. Prevención de electrocuciones y fugas de corriente:

- Los **interruptores diferenciales (ID)** detectan fugas de corriente y desconectan la instalación para evitar accidentes por contacto eléctrico.



14.1.11. Protección contra sobrecalentamientos:

- Los **relés térmicos** supervisan la temperatura de los motores eléctricos y desconectan el sistema si hay riesgo de sobrecalentamiento.



Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

14.1.12. Protección contra sobretensiones y descargas atmosféricas:

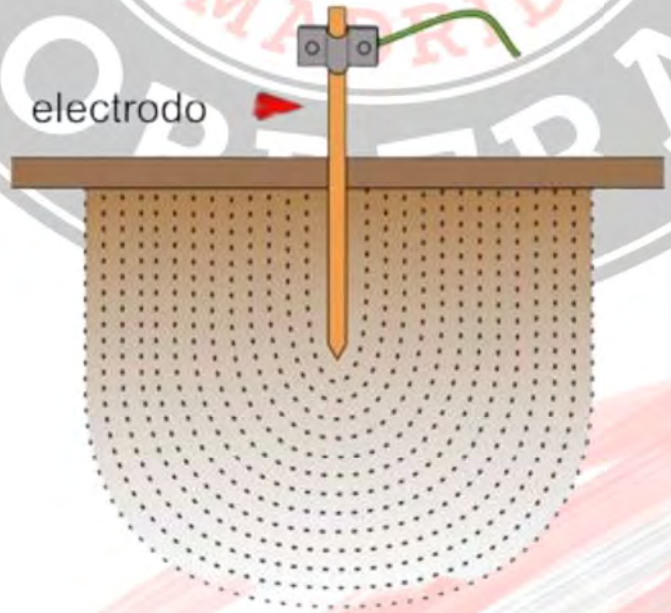
- Los **pararrayos y descargadores de sobretensión** protegen las instalaciones de daños causados por rayos y variaciones bruscas de voltaje.





14.1.13. Seguridad en la disipación de corriente en caso de fallo:

- Los **sistemas de puesta a tierra** desvían las corrientes de fuga al suelo, evitando acumulaciones peligrosas de voltaje.



Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

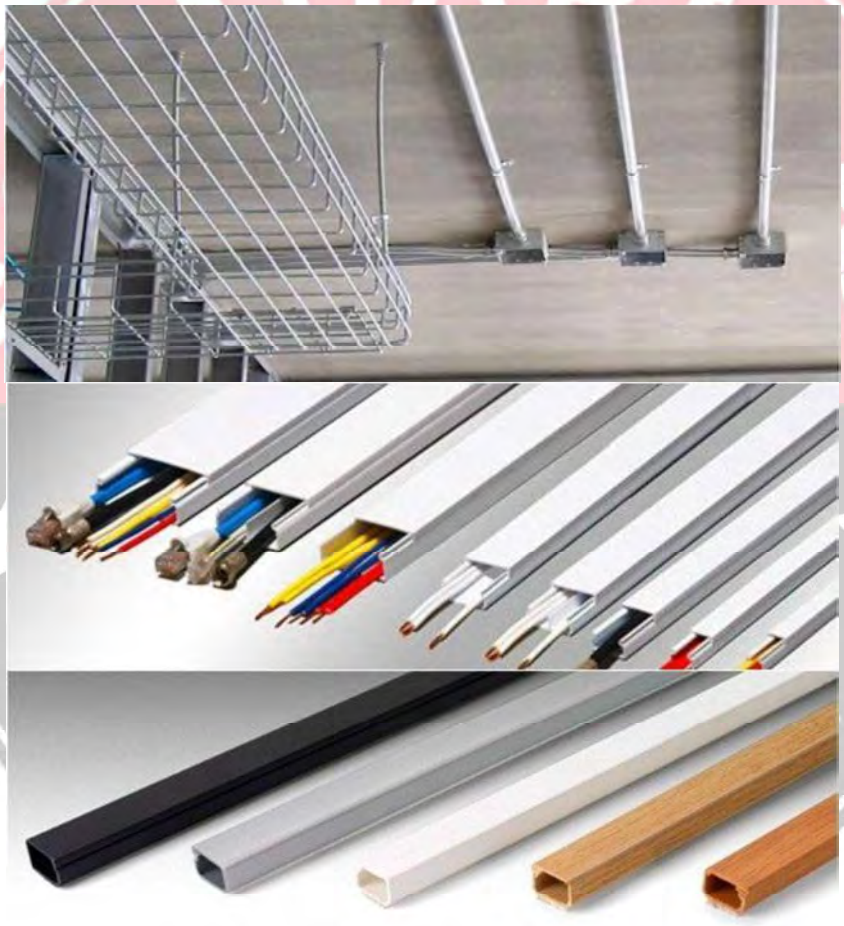
CUMPLIMIENTO NORMATIVO Y SEGURIDAD EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS:

Todos estos dispositivos aseguran que las instalaciones eléctricas cumplan con las **normativas de seguridad** y minimicen riesgos eléctricos en viviendas, comercios e industrias.

En conclusión, los **elementos de protección eléctrica son fundamentales** para garantizar un sistema eléctrico seguro, eficiente y libre de riesgos tanto para las personas como para los equipos conectados.

14.1.14. CANALIZACIONES Y SOPORTES:

Se utilizan tuberías, canaletas y bandejas portacables para organizar y proteger los conductores.



Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

14.1.15. TABLEROS Y CUADROS ELÉCTRICOS:

Elementos esenciales donde se concentran las protecciones y maniobras de la instalación eléctrica





14.1.16. INSTALACIONES DE ILUMINACIÓN:

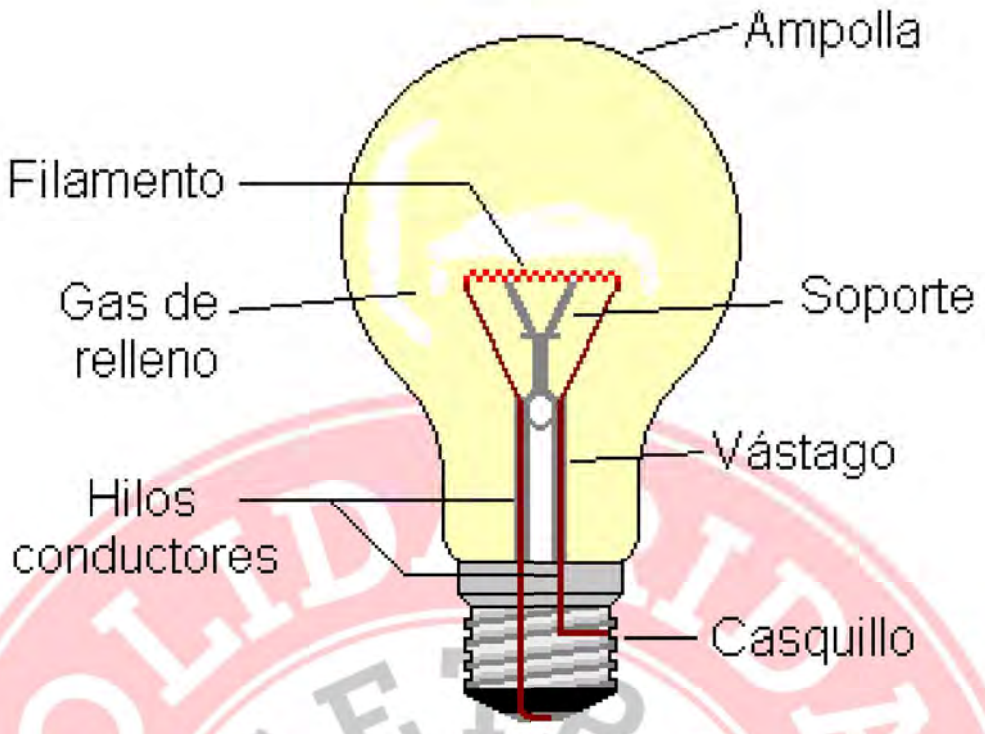
Las instalaciones de iluminación son un componente fundamental en cualquier tipo de edificación, ya que garantizan la visibilidad adecuada para las actividades humanas, contribuyen a la seguridad y mejoran la eficiencia energética. En este apartado, se analizarán los tipos de luminarias y su aplicación, así como el cálculo de niveles de iluminación según normativa.

14.3.1.1. TIPOS DE LUMINARIAS Y SU APLICACIÓN

Las luminarias se pueden clasificar según su tecnología, diseño y aplicación específica. Entre las más utilizadas se encuentran:

1. **Lámparas incandescentes**: Aunque actualmente en desuso debido a su baja eficiencia energética, se utilizaban en espacios residenciales por su luz cálida y costo inicial reducido.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.



Partes de una bombilla

2. **Lámparas fluorescentes**: Comunes en oficinas y comercios, ofrecen una mayor eficiencia y durabilidad en comparación con las incandescentes. Están disponibles en formatos tubulares y compactos (CFL).

3. **Luminarias LED (Diodo Emisor de Luz)**: Actualmente la opción más utilizada debido a su alta eficiencia, larga vida útil y menor consumo energético. Se emplean en cualquier tipo de aplicación, desde el alumbrado residencial hasta el industrial y vía pública.

4. **Lámparas de descarga de alta intensidad (HID)**: Incluyen las lámparas de haluros metálicos, sodio y mercurio. Son comúnmente usadas en iluminación de calles, estadios y almacenes debido a su capacidad para iluminar grandes áreas.

5. **Luminarias solares**: Integran paneles solares y baterías para operar de manera autónoma. Son ideales para zonas rurales o donde no se dispone de energía eléctrica convencional.

Cada tipo de luminaria se selecciona según la aplicación específica, considerando factores como la intensidad luminosa, temperatura de color, ángulo de apertura y eficiencia energética.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

CÁLCULO DE NIVELES DE ILUMINACIÓN SEGÚN NORMATIVA

Para garantizar una iluminación adecuada, se deben cumplir los niveles de iluminancia establecidos por normativas internacionales como la **UNE-EN 12464-1** (Iluminación en lugares de trabajo interiores) y la **Norma CIE 086**. Los pasos generales para el cálculo de iluminación incluyen:

1. **Determinación del nivel de iluminancia requerido**: Se mide en **lux (lx)** y varía según la actividad. Por ejemplo:
   - Oficinas: 300-500 lx
   - Hospitales: 500-1000 lx (quirófanos)
   - Almacenes: 100-300 lx
   - Calles y vías públicas: 10-50 lx

2. **Cálculo del flujo luminoso necesario**: Se emplea la fórmula:

$$F = (E \times A)/M$$

   Donde:

   - F es el flujo luminoso total (lúmenes)
   - E es la iluminancia requerida (lux)
   - A es el área del espacio (m^2)
   - M es el coeficiente de mantenimiento (considera depreciación de la luminaria y limpieza)

3. **Elección del número de luminarias**: Se divide el flujo luminoso total entre el flujo unitario de cada luminaria elegida.

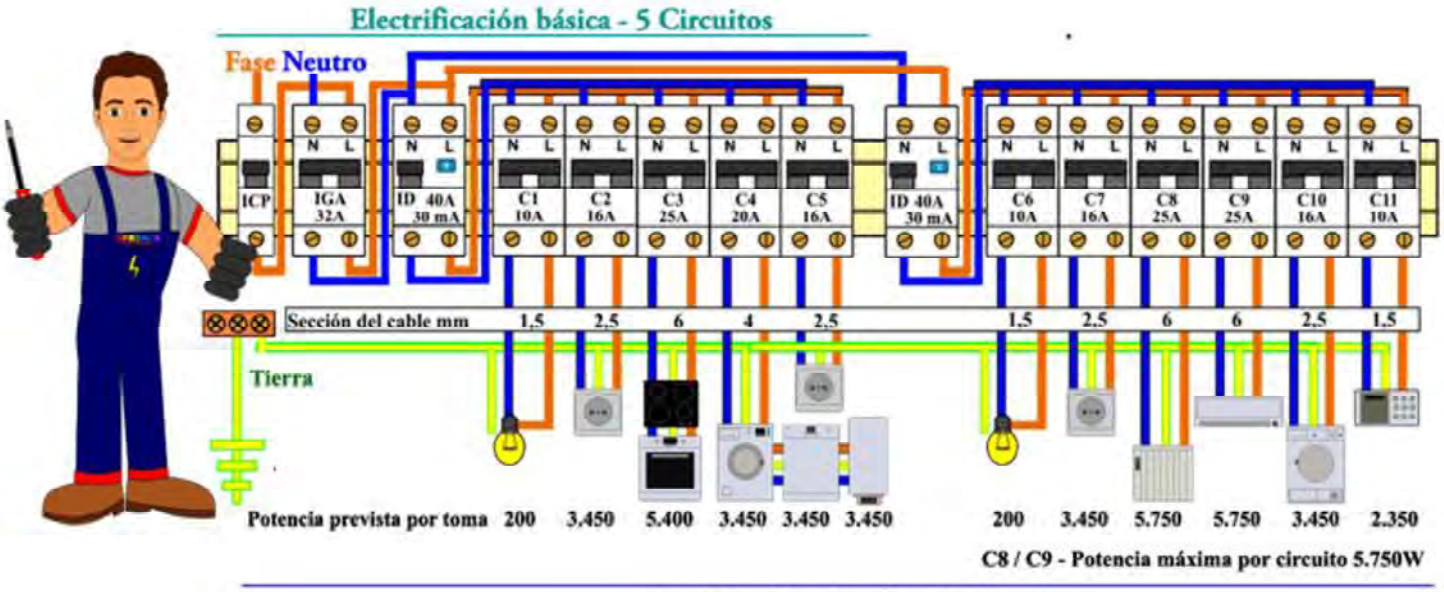
4. **Distribución y ubicación de luminarias**: Se debe garantizar uniformidad y evitar deslumbramientos.

Con estos principios, se asegura una iluminación eficiente, segura y cómoda para los usuarios, cumpliendo con las exigencias normativas y optimizando el consumo energético.

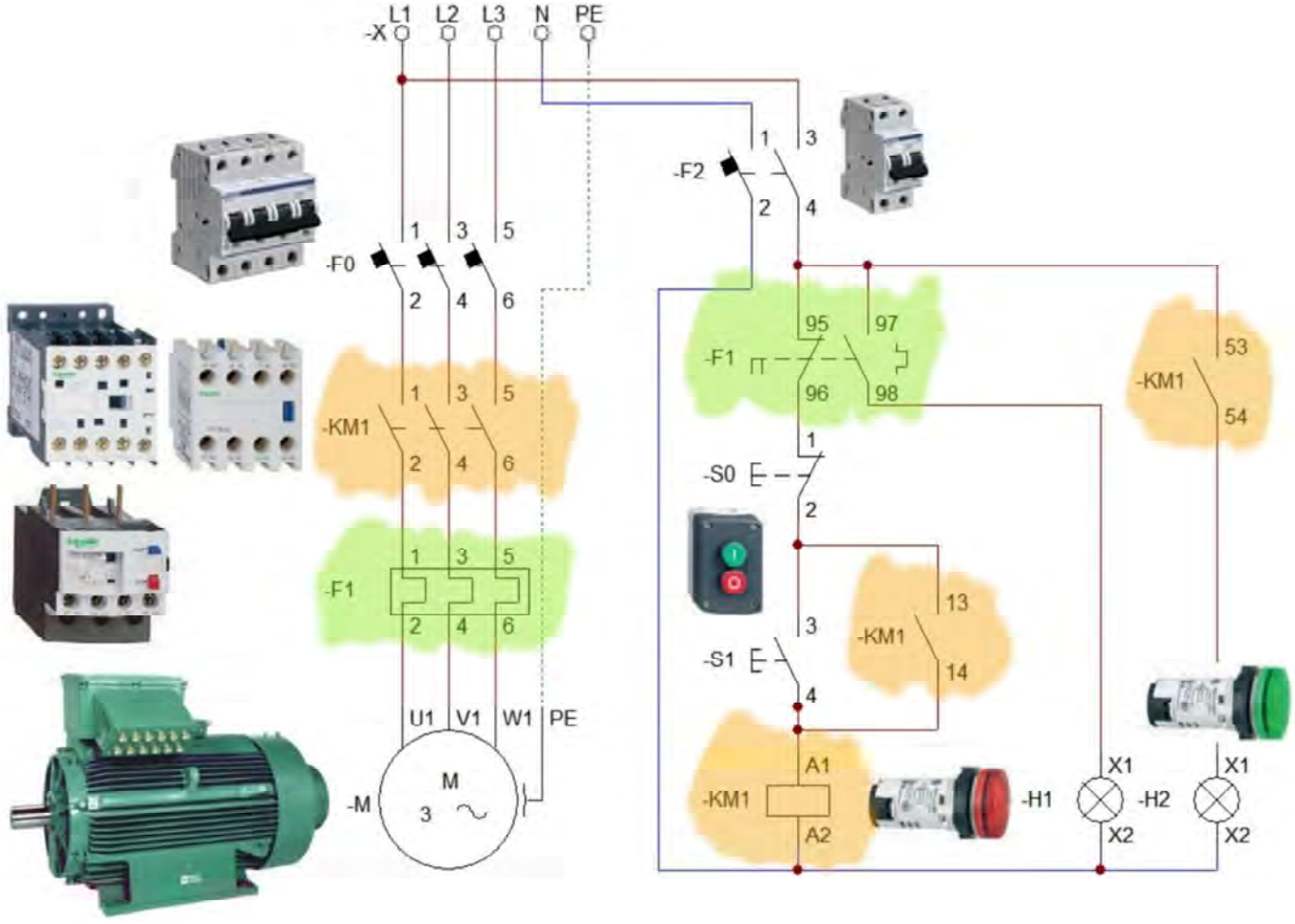
14.1.17. INSTALACIONES DE FUERZA:

Las instalaciones de fuerza comprenden el sistema de distribución eléctrica para alimentar equipos y electrodomésticos de alto consumo en una vivienda. Su diseño debe garantizar un suministro eficiente, equilibrado y seguro.ç

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.



Electrificación elevada - 11 Circuitos



Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

14.3.1.2. CIRCUITOS PARA ELECTRODOMÉSTICOS Y EQUIPOS DE ALTO CONSUMO

Los circuitos de fuerza están destinados a dispositivos que requieren mayor potencia, como refrigeradores, lavadoras, hornos eléctricos, aires acondicionados y calentadores de agua. Estos circuitos deben diseñarse con conductores adecuados y protecciones específicas para evitar sobrecargas y riesgos eléctricos. Se recomienda que cada equipo de alto consumo disponga de su propio circuito independiente con interruptores termomagnéticos y diferenciales.

14.3.1.3. CÁLCULO DE CARGAS Y EQUILIBRADO DE FASES

El equilibrado o reparto de cargas de una instalación eléctrica implica distribuir uniformemente la carga eléctrica entre las diferentes fases de un sistema trifásico.

Al distribuir la carga de manera equitativa se aprovecha al máximo la capacidad de los equipos eléctricos, evitando sobrecargas en algunas fases y subutilización en otras.

Un desequilibrio significativo puede provocar problemas operativos, como la sobrecarga de una fase específica. Esto podría llevar al disparo innecesario del interruptor automático general (IGA) y afectar negativamente a todos los circuitos conectados.

El reparto de cargas es un aspecto fundamental en los sistemas de instalación de las instalaciones interiores o receptoras. Es especialmente importante en entornos industriales o en cualquier otra instalación en donde se manejen receptores monofásicos y trifásicos.

Estos sistemas deben diseñarse y planificarse cuidadosamente para asegurar que la carga eléctrica se distribuya de manera uniforme entre las diferentes fases.

Cálculo de la Intensidad Nominal del IGA

El Interruptor General Automático (IGA) es el responsable de desconectar la instalación en caso de sobrecarga general, o en caso de cortocircuito en cualquier punto de la instalación cuando falla cualquier interruptor automático aguas abajo.

CÁLCULO DEL INTERRUPTOR GENERAL AUTOMÁTICO EN INSTALACIÓN TRIFÁSICA EQUILIBRADA

En general, para **el cálculo de la intensidad nominal del Interruptor General Automático (IGA)** de una instalación trifásica, se consideran tanto las cargas trifásicas como las monofásicas:

– **Cargas trifásicas:** se suman las potencias de todos los receptores trifásicos de la instalación.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

– **Cargas monofásicas:** se suman las potencias de los receptores monofásicos y se consideran distribuidas uniformemente entre las 3 fases.

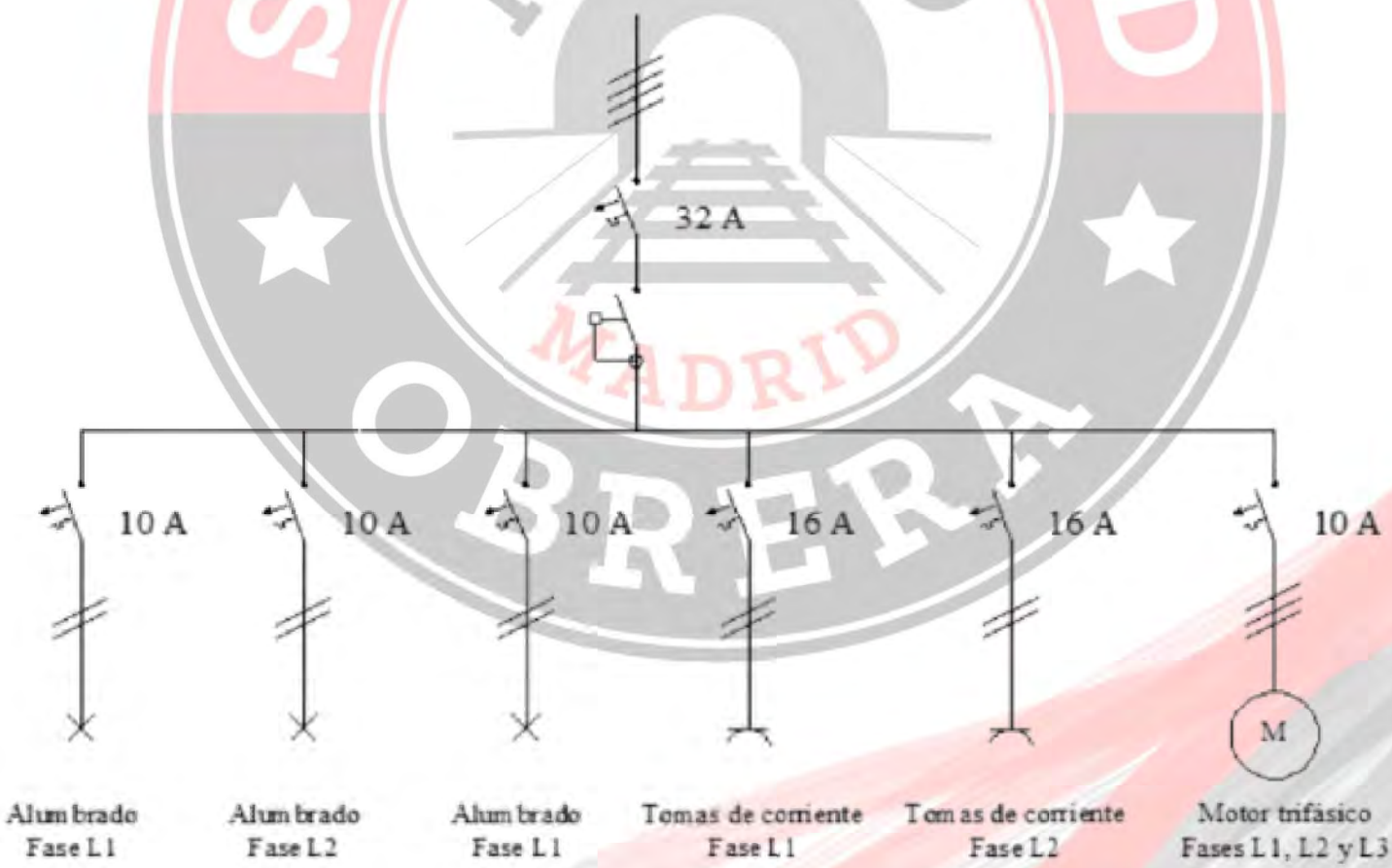
Esto implica tratar los receptores monofásicos como si fueran trifásicos, es decir, que están **distribuidos equitativamente entre las 3 fases**, al igual que cualquier carga trifásica. Por tanto, supone que cada fase soporta una carga equivalente.

La fórmula de **cálculo de la corriente I** para la potencia trifásica es:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \varphi}$$

Siendo la **potencia P** la suma de todos los receptores tanto monofásicos como trifásicos.

Se tomará un interruptor general automático (IGA) cuyo **calibre IN sea superior a esta corriente I calculada.**



Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

DISPARO DEL INTERRUPTOR GENERAL AUTOMÁTICO POR DESEQUILIBRIO

Si no se han distribuido las cargas monofásicas de forma uniforme entre las 3 fases, el **cálculo trifásico** de la intensidad nominal del IGA suponiendo la instalación equilibrada, **será incorrecto**.

A continuación, veremos un **ejemplo** en el que las cargas monofásicas mal distribuidas causan la apertura del IGA:

Considerando el factor de potencia de todas las cargas cos ϕ = 1, tendremos:

– **Alumbrado**, PIAs de 10 A:

$$P = V \cdot I \cdot \cos\varphi = 230 \cdot 10 \cdot 1 = 2.300\ W$$

– **Tomas de corriente**, PIAs de 16 A:

$$P = V \cdot I \cdot \cos\varphi = 230 \cdot 16 \cdot 1 = 3.680\ W$$

– **Motor trifásico**:

$$P = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos\varphi = \sqrt{3} \cdot 400 \cdot 10 \cdot 1 = 6.928{,}2\ W$$

Al conectar gran parte del alumbrado y algunas tomas monofásicas a las fases L1 y L2, **se corre el riesgo de generar un desequilibrio en el sistema de alimentación trifásico**.

Si **suponemos un sistema equilibrado** y sumamos la potencia total instalada del sistema trifásico, considerando cos ϕ de 1, obtenemos una intensidad total I de:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos\varphi} = \frac{2.300 + 2.300 + 2.300 + 3.680 + 3.680 + 6.928{,}2}{\sqrt{3} \cdot 400} =$$

$$= 30{,}58\ A \Rightarrow \text{IGA de } 32\ A$$

Pero, cuando los 2 circuitos de alumbrado de la fase L1, las tomas de corriente conectadas a la fase L1 y el motor estén funcionando a plena carga, la **corriente en la**

El IGA trifásico está diseñado para disparar cuando **cualquiera de las tres fases** supera la intensidad nominal I_N o calibre. Por ello, una mala distribución de las cargas monofásicas puede provocar disparos prematuros aunque la potencia total esté dentro del límite permitido

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

fase L1 será de I = 10 + 10 + 16 + 10 = **46 A**. El IGA de 32 A interrumpirá la alimentación de toda la instalación debido a una sobrecarga en dicha fase.

IMPORTANCIA DEL EQUILIBRADO DE CARGAS MONOFÁSICAS

Un **sistema trifásico ideal** tiene las mismas cargas conectadas en cada una de sus fases. Sin embargo, en instalaciones reales, especialmente en aquellas con numerosas cargas monofásicas, es común que las fases no estén equilibradas.

Las cargas monofásicas no distribuidas uniformemente, **causan los siguientes problemas**:

- **Sobrecarga en una fase y disparo del IGA**: el IGA está **calibrado para proteger cada fase individualmente**. Si una fase se sobrecarga, el dispositivo actuará para proteger esa fase en particular, incluso si las otras 2 fases están operando dentro de los límites normales.

Si una fase queda sobrecargada, provocará que el IGA **dispare antes de alcanzar la corriente máxima calculada para las 3 fases** con la fórmula trifásica.

- **Corrientes en el neutro y sobrecalentamiento**: en un sistema trifásico con equilibrado de las cargas, **las corrientes de las 3 fases se cancelan en el neutro**, por lo que la corriente en este conductor es nula. En cambio, cuando las cargas conectadas a cada fase son diferentes, la suma vectorial de estas corrientes ya no es cero. Esto provoca **la aparición de una corriente por el neutro**.

Además, en instalaciones cuyos **receptores generan muchos armónicos**, estos no se cancelan en el neutro, incluso en condiciones de equilibrio.

Por ello, cuando se combinan los armónicos con el desequilibrio de las fases, **se amplifica la corriente en el neutro**. Incluso la corriente del neutro podría ser mayor que la corriente en las fases.

- **Inestabilidad en el transformador y desequilibrio de tensión**: provoca **inestabilidad en el transformador**, incrementando sus pérdidas y generando desequilibrios en la tensión de salida.

Por tanto, se ha de hacer lo posible en la fase de diseño para distribuir las cargas monofásicas de forma equitativa entre las 3 fases. De esta manera se podrán **minimizar los efectos del desequilibrio**.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

EQUILIBRADO DE CARGAS EN INSTALACIONES INDUSTRIALES

En instalaciones industriales **el equilibrado de cargas es un aspecto crítico** debido a la diversidad de equipos monofásicos y trifásicos que se utilizan, requiriendo un especial cuidado en su planificación y gestión:

- **Distribución de receptores monofásicos**: es importante distribuir los receptores monofásicos (iluminación, motores pequeños, tomas de corriente, etc.) **de manera uniforme entre las 3 fases**.

Se recomienda realizar un análisis detallado de los **patrones de consumo**, considerando tanto las cargas instaladas como las cargas que se puedan agregar en el futuro. Al conectar nuevos equipos, debe verificarse su impacto en el equilibrio de las fases.

- **Diseño del sistema eléctrico**: durante la fase de diseño de la instalación, se ha de prevenir **la distribución de cargas futuras** para evitar desequilibrios con el tiempo.

El cálculo de la intensidad nominal del IGA debe basarse en la suma de todas las potencias de los receptores monofásicos y trifásicos, asumiendo una distribución uniforme. Si no se garantiza el equilibrio, es **necesario dimensionar el IGA con un margen adicional** para prevenir disparos innecesarios.

- **Sobredimensionar el neutro**: en instalaciones industriales que emplean numerosos equipos electrónicos o cargas no lineales (como variadores de velocidad, fuentes de alimentación conmutadas, etc.), las **corrientes armónicas pueden ser significativas**.

Estas corrientes armónicas **tienden a centrarse en el neutro**, incrementando la corriente total que debe soportar este conductor. Para evitar sobrecalentamientos y fallos, se recomienda aumentar su sección.

Por **ejemplo**, si los conductores de fase tienen una sección de S, el neutro puede dimensionarse con una sección de 1,5 · S, o incluso de 2 · S, dependiendo de la proporción de cargas no lineales.

Si no se corrigen los armónicos, **una corriente excesiva por el neutro** podría incluso superar el calibre del IGA, provocando aperturas intempestivas.

14.3.1.4. IMPORTANCIA DE UNA INSTALACIÓN ADECUADA

Un correcto diseño y distribución de los circuitos de fuerza evita fallos eléctricos, mejora el rendimiento energético y garantiza la seguridad de los usuarios. Cumplir con

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

normativas eléctricas y realizar mantenimientos periódicos es esencial para un funcionamiento óptimo de la instalación.

14.4. INSTALACIONES INDUSTRIALES Y COMERCIALES

Las instalaciones industriales y comerciales son fundamentales para el correcto funcionamiento de los sistemas eléctricos en diversos entornos productivos y de servicios. A continuación, se presenta un resumen de los principales aspectos relacionados con estas instalaciones, estructurado en seis puntos clave:

1. **Sistemas de distribución en baja y media tensión.**

Los sistemas de distribución eléctrica en baja y media tensión son esenciales para transportar la energía desde los puntos de generación hasta los usuarios finales. La media tensión abarca niveles de voltaje entre 1 kV y 36 kV, mientras que la baja tensión se refiere a voltajes inferiores a 1 kV. Estos sistemas incluyen componentes como transformadores, líneas de transmisión y dispositivos de protección. Un diseño adecuado garantiza la eficiencia energética y la seguridad en la distribución eléctrica.

2. **Motores eléctricos y arrancadores.**

Los motores eléctricos son dispositivos que convierten la energía eléctrica en energía mecánica, siendo ampliamente utilizados en la industria para accionar diversos equipos y maquinarias. Para su correcto funcionamiento y protección, se emplean arrancadores que facilitan el inicio del motor, controlan la corriente de arranque y protegen contra sobrecargas. Existen diferentes tipos de arrancadores, como los directos, estrella-triángulo y los de arranque suave, cada uno adecuado para aplicaciones específicas.

3. **Instalaciones de alumbrado industrial.**

El alumbrado industrial es crucial para garantizar condiciones óptimas de trabajo y seguridad en entornos productivos. Las instalaciones de alumbrado deben diseñarse considerando factores como la intensidad lumínica requerida, la eficiencia energética y la durabilidad de los equipos. La tendencia actual es la implementación de luminarias LED debido a su bajo consumo energético y larga vida útil. Por ejemplo, el Ayuntamiento de Petrer ha modernizado su alumbrado público, sustituyendo lámparas de vapor de sodio por tecnología LED, logrando una reducción del 50% en el consumo energético.

4. **Sistemas de automatización y control industrial.**

La automatización industrial implica el uso de sistemas de control para operar maquinaria y procesos en fábricas y otras instalaciones, reduciendo la intervención humana. Estos sistemas incluyen controladores lógicos programables (PLC), sensores, actuadores y software de supervisión. La integración de tecnologías como el Internet de las Cosas (IoT) y la inteligencia artificial está revolucionando la automatización, permitiendo una mayor eficiencia y flexibilidad en los procesos productivos. Empresas como Telefónica y Siemens están impulsando la digitalización y automatización de la

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

industria en España, utilizando tecnologías IoT, 5G e inteligencia artificial para optimizar procesos productivos

5. **Cálculo de demanda energética y eficiencia energética en la industria.**

El cálculo preciso de la demanda energética es vital para dimensionar adecuadamente las instalaciones eléctricas y garantizar un suministro eficiente. Este proceso implica analizar el consumo de todos los equipos y sistemas, considerando factores como horarios de operación y cargas simultáneas. La eficiencia energética se logra mediante la implementación de tecnologías avanzadas, mantenimiento preventivo y prácticas operativas optimizadas. Por ejemplo, la modernización de sistemas de alumbrado y la incorporación de sistemas de automatización contribuyen significativamente a la reducción del consumo energético.

6. **Mantenimiento y supervisión de instalaciones industriales y comerciales.**

El mantenimiento regular y la supervisión constante de las instalaciones eléctricas son esenciales para prevenir fallos, prolongar la vida útil de los equipos y garantizar la seguridad. Las actividades de mantenimiento incluyen inspecciones periódicas, pruebas funcionales, calibración de dispositivos y reemplazo de componentes defectuosos. La implementación de sistemas de monitoreo en tiempo real permite detectar anomalías y realizar intervenciones preventivas, minimizando tiempos de inactividad y costos asociados a reparaciones inesperadas.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

14.5. INFRAESTRUCTURA COMÚN DE TELECOMUNICACIONES:

1. ¿Qué es una ICT?

Vocabulario

Punto de interconexión o de terminación de red. Lugar en que se conecta la instalación del edificio con las redes de los operadores de telecomunicaciones (Telefónica, Ono, etc.).

Infraestructura común de telecomunicación (ICT) es el conjunto de equipos, cables y medios técnicos que transportan los servicios de comunicaciones desde los **puntos de interconexión** de los diferentes servicios (radio y televisión, teléfono y comunicaciones de banda ancha) hasta las tomas de usuario, en el interior de las viviendas. También comprende las canalizaciones por donde discurren los cables y los armarios de distribución o registro en los que se instala el equipamiento técnico.

A mediados del siglo XX dio comienzo un cambio tecnológico que ha representado una verdadera transformación en nuestra forma de vivir.

Mucho antes, las primeras transmisiones de radio habían iniciado la era de las telecomunicaciones. Pero fue con la llegada de la televisión cuando los tejados de las viviendas se poblaron de antenas, que los vecinos instalaron sin regulación alguna. Por cada antena que se colocaba se tendía un cable desde el tejado hasta el domicilio del usuario. Como consecuencia, los edificios aparecían llenos de cables que deslucían las fachadas (Fig. 1.1).



Fig. 1.1. *Acumulación de antenas y cables en el tejado de un edificio.*

Muy pronto se impuso la necesidad de ordenar el sector, lo que llevó a dictar las primeras normas destinadas a regular la instalación de antenas y líneas de distribución en edificios. A partir de ese momento se empezaron a montar las instalaciones que llevaban la señal de radio y televisión hasta las viviendas, utilizando la misma antena y red de cables para todos. El término **antena colectiva** se fue haciendo más familiar, hasta convertirse en el sistema estándar en edificios con varios vecinos.

Desde entonces, la evolución de los criterios técnicos y constructivos y los usos de la sociedad han originado necesidades nuevas. Para organizar los múltiples servicios de telecomunicaciones que se han incorporado a nuestra vida diaria, han aparecido normas que se ajustan mejor a las necesidades actuales.

La mayoría de hogares dispone hoy día de receptores de televisión de emisoras terrestres. Además, muchos reciben también los programas a través de satélites de comunicaciones o por redes de cable o fibra óptica.

¿Sabías que...?

Si dispones de un receptor de televisión interactiva, puedes acceder a información actualizada de noticias, el tiempo por localidades, juegos, participar en concursos y disfrutar de muchas otras prestaciones.

Los progresos tecnológicos se han trasladado también a la forma en que usamos la televisión. No sólo ha aumentado enormemente la oferta de canales y su calidad, sino que hemos pasado de ser espectadores pasivos a utilizar servicios interactivos o programas «a la carta».

Asimismo, se han producido grandes avances en el campo de la telefonía. Junto a las transmisiones de voz, y a través de las mismas líneas, se han integrado servicios de comunicación de datos de alta velocidad. Esto ha permitido conectar a personas que se encuentran muy distantes, con un coste muy bajo.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

Los servicios que hoy utilizamos prácticamente a diario (correo electrónico, chat, videoconferencia, navegación por Internet, etc.) son fruto del desarrollo de la tecnología de transmisión de datos.

Las infraestructuras comunes de telecomunicación se crearon para que todos estos servicios llegaran a los usuarios con la mayor calidad posible y unificar las instalaciones en los edificios colectivos de viviendas y oficinas.

Las ICT deben proporcionar los siguientes servicios (Fig. 1.2):



Fig. 1.2. *Servicios distribuidos a través de ICT.*

Funciones de las ICT	
Servicio de radio y televisión (RTV)	Captar, adaptar y distribuir las señales de radio y televisión que llegan hasta el edificio, para que puedan ser interpretadas por los receptores de los usuarios.
Servicio de telefonía (TB + RDSI)	Proporcionar el acceso a los servicios de telefonía y transmisión de datos a través de la red telefónica básica (TB) o la red digital de servicios integrados (RDSI).
Servicio de comunicaciones por cable (TLCA + SAFI)	Proporcionar el acceso a los servicios de telecomunicaciones de banda ancha (televisión, datos, etc.), por cable (TLCA) o mediante un acceso fijo inalámbrico (SAFI).

Tabla 1.1. *Funciones de las ICT.*

1.1. Normativa ICT

Para desarrollar dichas funciones, las infraestructuras tienen que respetar una serie de normas técnicas que garanticen la calidad de los servicios que prestan y de los que se puedan incorporar en el futuro. El marco legal que regula las ICT es el siguiente:

- Real Decreto-Ley 1/1998, de 27 de febrero, sobre infraestructuras comunes en los edificios para el acceso a los servicios de telecomunicación.
- Real Decreto 401/2003, de 4 de abril, por el que se aprueba el reglamento regulador de las ICT para el acceso a los servicios de telecomunicación en el interior de edificios.
- Orden de 14 de mayo de 2003, por la que se desarrolla el reglamento regulador de las ICT.
- Orden ITC/1077/2006, de 6 de abril, por la que se establece el procedimiento a seguir en las instalaciones colectivas de recepción de televisión en el proceso de adecuación para la recepción de la televisión digital terrestre.

Según esta legislación, en los edificios construidos a partir de 1998, o que hayan sido sometidos a una rehabilitación integral desde esa fecha, existe la obligación de instalar infraestructuras comunes de telecomunicaciones.

En estas normas se recogen cuestiones relacionadas con la instalación, desde los servicios que se deben distribuir a cada usuario, al número de tomas que se pueden instalar en cada vivienda.

También se contemplan criterios técnicos. Entre otros, los niveles de señal en las tomas de usuario y parámetros varios que nos permiten comprobar la calidad de los servicios.

En las siguientes unidades describiremos estas infraestructuras y aprenderemos a montar y mantener las instalaciones.

Web

En la siguiente web:
http://www.mityc.es/es-ES/OficinaVirtual/Paginas/Legislacion.aspx
puedes encontrar toda la legislación relativa a ICT.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

2. Recintos y canalizaciones

Vocabulario

Recinto de telecomunicaciones. Local o habitáculo (generalmente una habitación pequeña o un armario) donde se instalan los elementos necesarios para procesar y distribuir las señales de telecomunicaciones.

Canalización. Tubos, bandejas o galerías que contienen los cables.

PAU. Es el punto de acceso al usuario y el primer elemento de la zona privada, en el que se concentran todos los servicios. Existe un único punto de acceso al usuario por cada vivienda, oficina o local comercial.

Una de las principales ventajas de las ICT es que, mediante la organización del cableado de las diferentes instalaciones, facilitan que cada usuario reciba las líneas de telefonía, de radio y televisión y los servicios de banda ancha de forma ordenada.

Para llevar dichos servicios a los usuarios, los edificios deben disponer de diversos **recintos,** donde se alojan los equipos de tratamiento y distribución de las señales y se realizan las conexiones necesarias.

Para interconectar los recintos se utilizan **canalizaciones,** por cuyo interior discurrirán los cables y las líneas de transmisión.

El conjunto de registros y canalizaciones que servirán de soporte a una instalación se estructura en las siguientes zonas: **zona exterior, zona común** y **zona privada** (Fig. 1.3).

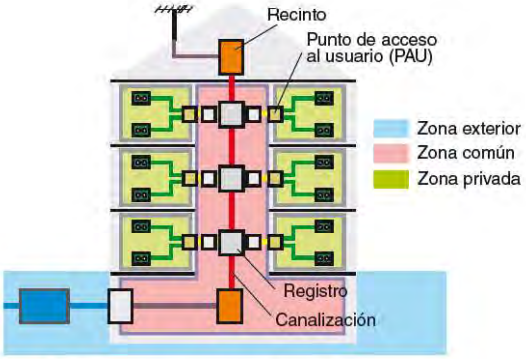


Fig. 1.3. *División por zonas de las ICT.*



Fig. 1.4. *Arqueta para telecomunicaciones.*

2.1. Zona exterior

Es el conjunto de elementos de comunicaciones que se encuentra fuera del edificio. Los proveedores de servicios montan sus instalaciones en calles, avenidas, etc., y las conectan con las **arquetas** existentes en las proximidades de los edificios a los que prestarán servicio.

Como muestra la Figura 1.4, las arquetas se encuentran generalmente en la acera del edificio. Sus dimensiones dependen del número de usuarios de la instalación, como muestra la siguiente tabla:

Número de puntos de acceso a usuarios	Dimensiones (mm)		
	Longitud	Anchura	Profundidad
Hasta 20	400	400	600
Entre 21 y 100	600	600	800
Más de 100	800	700	820

Tabla 1.2. *Dimensiones de la arqueta.*

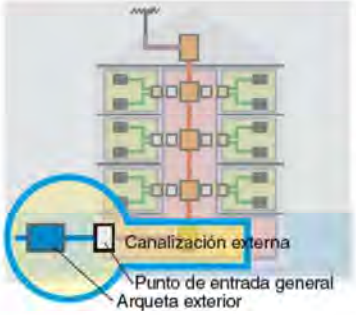


Fig. 1.5. *Canalización externa.*

Desde la arqueta sale la **canalización externa** (Fig. 1.5). Esta se halla compuesta por entre tres y seis tubos de 63 mm de diámetro, según el número de usuarios.

Esta canalización conecta con el edificio por el **punto de entrada general,** por donde accede a la zona común del inmueble. A través de estas canalizaciones se reciben las líneas de telefonía básica (TB) o de la red digital de servicios integrados (RDSI), que prestan servicios tanto de voz como de datos, así como las señales de televisión por cable.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

En la tabla siguiente se muestra el número de conductos en función de su utilización y los puntos de acceso:

Número de puntos de acceso a usuarios	Número de conductos	Utilización de los conductos
Hasta 4	3	1 TB + RDSI, 1 TLCA, 1 reserva
Entre 5 y 20	4	1 TB + RDSI, 1 TLCA, 2 reserva
Entre 21 y 40	5	2 TB + RDSI, 1 TLCA, 2 reserva
Más de 40	6	3 TB + RDSI, 1 TLCA, 2 reserva

Tabla 1.3. *Número de conductos. RDSI: red digital de servicios integrados; TB: telefonía básica; TLCA: televisión por cable.*

Actividades

1. En un edificio de ocho plantas, con cuatro viviendas por planta, ¿qué tamaño deberá tener la arqueta de entrada?, ¿cuántos conductos deberemos instalar?

En algunos casos excepcionales, cuando la acera no tiene la anchura suficiente, o si está prohibida la instalación de arquetas en el suelo, esta se podrá sustituir por un armario (que se instalará en la zona exterior de la finca donde esté ubicado el edificio) capaz de albergar los servicios de la arqueta de entrada. Si tampoco fuera posible la instalación de este armario, se montaría un pasamuros con capacidad suficiente para albergar la canalización externa, señalizando su posición en el exterior del edificio.

Caso Práctico 1

Estructura de la zona exterior de un edificio

Una instalación como la de la Figura 1.5, que da servicio a seis usuarios, tendrá las siguientes características:

a) **Dimensiones de la arqueta**

Deberá tener 400 mm de largo, 400 mm de ancho y 600 mm de profundidad, como corresponde a una instalación de hasta veinte usuarios.

b) **Canalizaciones**

Es necesario que esté conectada con cuatro conductos de 63 mm, por hallarse incluida en la categoría de entre cinco y veinte usuarios. Uno de los tubos servirá para canalizar la telefonía, mientras que los servicios de televisión por cable ocuparán otro de los conductos. Los dos restantes quedarán como reserva. La Figura 1.6 muestra la estructura.

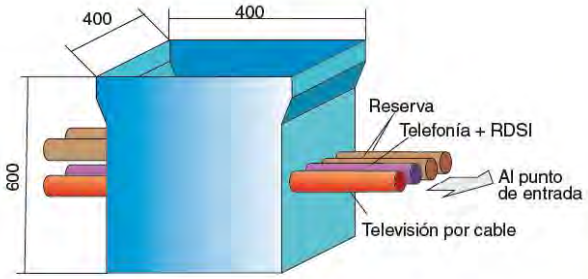


Fig. 1.6. *Estructura y dimensiones de una arqueta.*

2.2. Zona común

Una vez que los tubos están dentro del edificio, la canalización exterior se denomina **canalización de enlace,** porque conecta las redes de los proveedores de servicios con la ICT (Fig. 1.7). Esta canalización comienza en el punto de entrada general del edificio y se extiende hasta el lugar donde se instalan los recintos de telecomunicaciones.

Existen canalizaciones de enlace **inferior** y **superior** en función de su situación en el edificio:

- Los servicios de telefonía y televisión por cable suelen llegar por **vía subterránea.** Utilizan la canalización de enlace inferior, ubicada en el sótano del edificio y conectada con la arqueta del exterior.
- La radio y la televisión terrestre o por satélite se reciben habitualmente por **vía aérea.** Así que entran en el edificio por la canalización de enlace superior, situada en el tejado o la azotea.

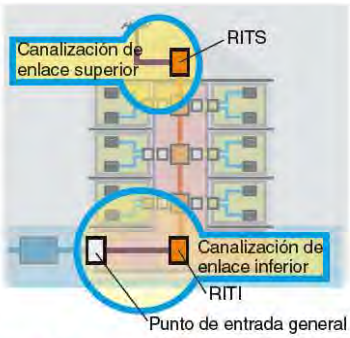


Fig. 1.7. *Canalizaciones de enlace en una ICT.*

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

A. Canalización de enlace inferior

La Figura 1.8 muestra los elementos que componen la canalización de enlace inferior y sus medidas.

Canalización de enlace inferior

Está formada por tubos (generalmente construidos en PVC), bandejas o canales de material plástico o metálico. Se pueden instalar empotrados o en superficie, e incluso en canalizaciones subterráneas. Estos conductos deben contener únicamente redes de telecomunicación. Tiene que contar con el mismo número de tubos que haya en la canalización externa.

Canalización de telefonía y RDSI

Su tamaño dependerá del número de cables que se necesite instalar, de acuerdo con la siguiente tabla:

Número de pares	Diámetro del cable mayor (mm)	Diámetro de los tubos (mm)
Hasta 250	Hasta 28	40
Entre 250 y 525	Hasta 35	50
Entre 525 y 800	Hasta 45	63

Tabla 1.4. *Diámetro de cables y tubos.*

Canalización de banda ancha

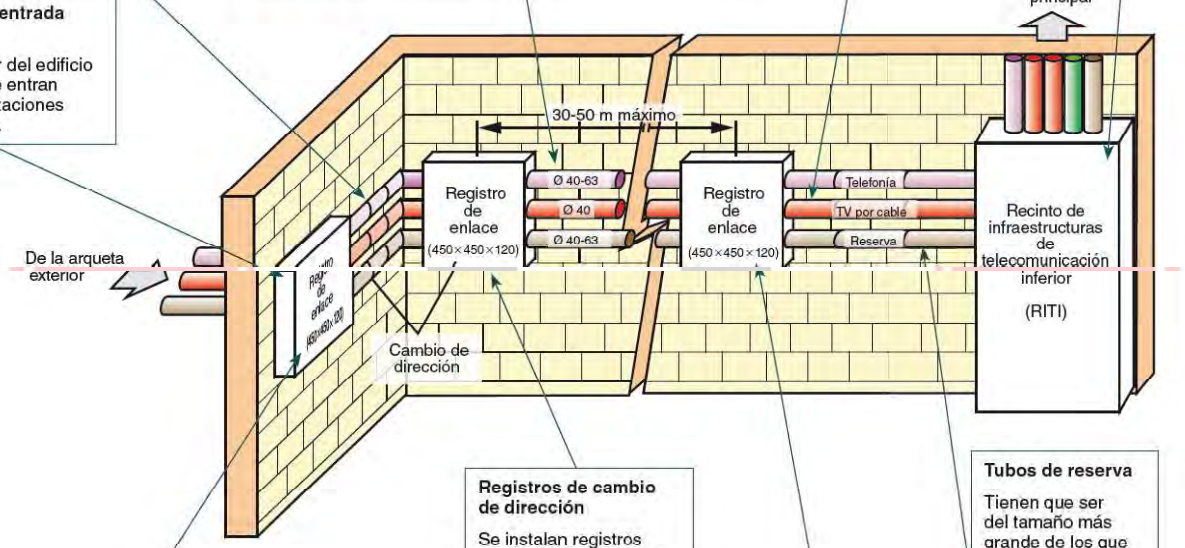
El diámetro mínimo de los tubos de televisión por cable es de 40 mm.

RITI

La canalización de enlace inferior finaliza en el recinto de infraestructuras de telecomunicación inferior, de donde parte la red principal de distribución del edificio.

Punto de entrada general

Es el lugar del edificio por el que entran las canalizaciones exteriores.



Registros de cambio de dirección

Se instalan registros cuando la canalización cambia de dirección, cuando se divide en dos ramas o donde confluyen dos canalizaciones para unirse en una sola.

Tubos de reserva

Tienen que ser del tamaño más grande de los que se hayan montado para el resto de los servicios. Normalmente serán del mismo diámetro que los utilizados en telefonía.

Registro de enlace

Puede ser un armario en la pared o una arqueta, si la canalización se instala bajo el suelo. Las dimensiones internas mínimas de estos registros son las siguientes:

Tipo de registro	Dimensiones mínimas (mm)		
	Longitud	Anchura	Profundidad
Armario de pared	450	450	120
Arqueta de suelo	400	400	400

Tabla 1.5. *Dimensiones internas mínimas.*

Registros de enlace intermedios

Las instalaciones empotradas en la pared deben disponer de un registro de enlace cada 30 m de canalización. Este margen se amplía hasta 50 m en canalizaciones subterráneas o montadas en superficie.

Fig. 1.8. *Estructura de la canalización de enlace inferior.*

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

Si la canalización de enlace se realiza utilizando canales, estos tendrán cuatro espacios interiores independientes, con la siguiente utilización:

- Dos para telefonía básica y RDSI.
- Dos para televisión por cable (TLCA).

El tamaño mínimo de las paredes interiores de cada espacio del canal será 1,3 veces el diámetro del cable más grueso que alojará. Además, cada espacio tendrá una sección útil mínima, que se calcula a partir de la siguiente expresión:

$$S_i \geq C \cdot S_l$$

Donde:

S_i = Superficie interior del espacio del canal.

C = 2 para cables coaxiales, o C = 1,82 para el resto de los cables.

S_l = Suma de las secciones de los cables a montar en ese espacio.

Caso Práctico 2

Estructura de la canalización de enlace inferior de un edificio

Si tuviéramos que montar la canalización de enlace inferior del edificio de la Figura 1.7 deberíamos tener en cuenta las siguientes cuestiones:

a) **Número de tubos de la canalización**
Debe disponer de cuatro, pues son los que llegan de la canalización exterior.

b) **Diámetro del tubo para servicios de banda ancha**
El tubo por el que montaríamos las líneas de televisión por cable y los servicios de banda ancha tendría un diámetro de 40 mm.

c) **Diámetro del tubo para servicios de telefonía**
Puesto que hay pocos usuarios, el número de líneas telefónicas no será muy elevado, y en todo caso no superará las 250. Por lo tanto, el tubo para telefonía básica y RDSI también será de 40 mm.

d) **Diámetro de los tubos de reserva**
La instalación dispondrá de dos tubos de reserva en la canalización de enlace. Según la norma, el diámetro será igual al mayor de los utilizados para los servicios distribuidos. En este caso, como los tubos de telefonía y televisión por cable (TLCA) son del mismo diámetro, también los de reserva instalados tendrán 40 mm de diámetro.

e) **Registros de enlace**
Habrá al menos un registro, que se instalará junto al pasamuros del punto de entrada general. El trazado de la canalización indicará si son necesarios más registros de enlace. En tal caso, se instalará uno en cada cambio de dirección de la canalización. Si en algún tramo la distancia entre registros es mayor de la permitida (30 m en canalización empotrada y 50 m en superficie), se instalará un registro adicional en el centro, dividiendo el tramo excesivamente largo en dos de menor longitud.

Actividades

2. En un edificio que tiene ocho plantas y que cuenta con cuatro viviendas por planta, ¿cuántos conductos debemos instalar en la canalización de enlace inferior sabiendo que la vamos a montar con tubos?, ¿qué usos tendrían asignados?, ¿qué tamaño tendrá cada uno?

3. Si al montar la canalización de enlace inferior de la actividad anterior utilizando canaletas, sabemos que cada una de ellas tiene dos espacios independientes, ¿cuántas canaletas utilizaremos?; ¿qué tamaño tendrá cada uno de estos espacios, si la ocupación máxima es de 3 cables coaxiales de 10 mm^2 de sección?

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

B. Canalización de enlace superior

¿Sabías que...?

Cuando una canalización vertical sale al exterior, como en los pasamuros colocados en los tejados, se curva el extremo del tubo, haciendo que los cables entren en él de abajo arriba. Esto se hace para evitar que, en caso de lluvia, entre agua hacia el interior del edificio a través de las canalizaciones.

Esta canalización tiene una **estructura más sencilla** que la inferior, puesto que el número de servicios que llegan por la parte alta del edificio es menor (Fig. 1.9).

En la azotea o el tejado, los cables de radio y televisión no necesitan canalización. Pueden fijarse al anclaje de las antenas o a las paredes del edificio, hasta llegar al punto de entrada superior.

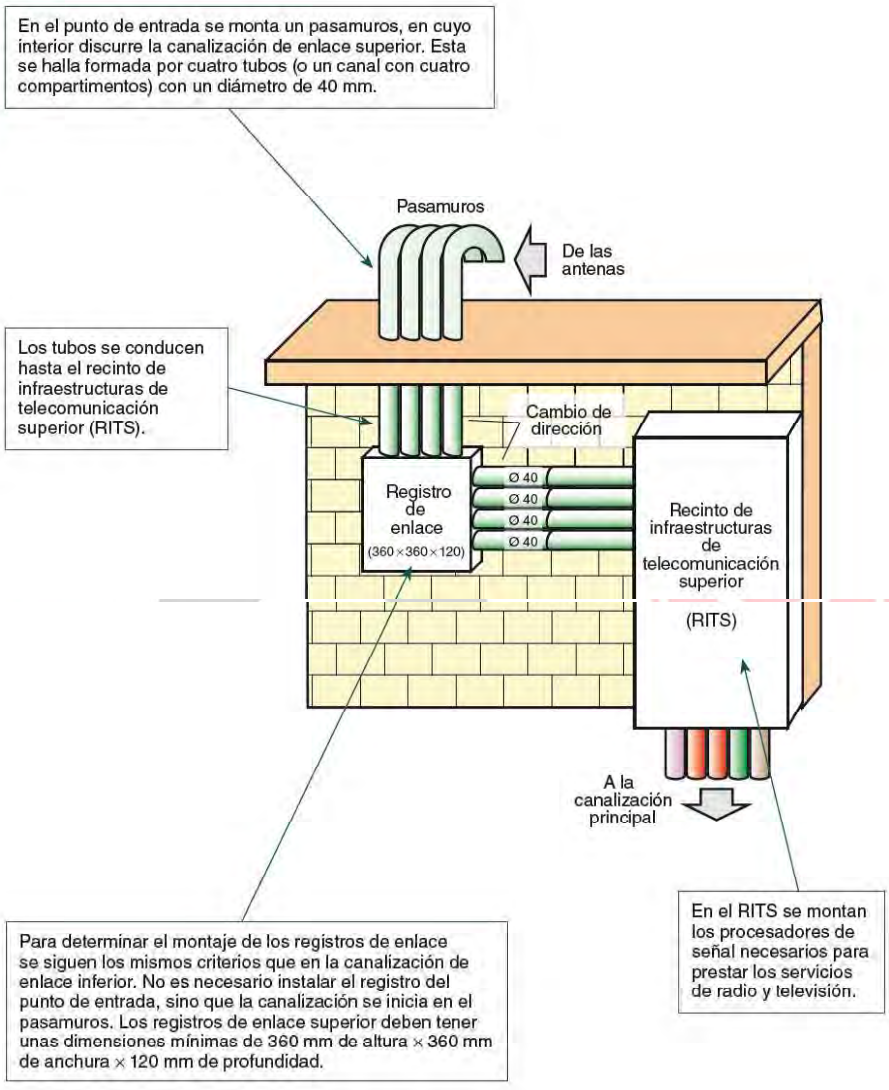


Fig. 1.9. *Estructura de la canalización de enlace superior.*

C. Recintos de instalaciones de telecomunicaciones

Las canalizaciones de enlace superior e inferior llegan a sendos recintos de infraestructuras de telecomunicaciones. Estos recintos pueden ser habitaciones o armarios donde se halla instalado el equipamiento necesario para procesar o distribuir las señales recibidas desde el exterior.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

Según el lugar que ocupen en la instalación, puede haber cuatro tipos de recintos:

- **Recinto de infraestructuras de telecomunicaciones superior (RITS):** se encuentra en la parte alta del edificio, junto a la red de enlace superior. Suele instalarse en el tejado o azotea del edificio y nunca por debajo de la planta más alta (Fig. 1.10).
- **Recinto de infraestructuras de telecomunicaciones inferior (RITI):** estará situado en la parte baja del edificio, preferentemente a ras de suelo, y contendrá los registros de los operadores de telefonía y televisión por cable, entre otros (Fig. 1.10). En el caso de que el RITI se sitúe por debajo de la rasante, se le dotará de un desagüe que impida la acumulación de agua.
- **Recinto de infraestructuras de telecomunicaciones único (RITU):** en instalaciones pequeñas, los recintos superior e inferior se pueden sustituir por uno solo, que alojará el equipamiento de todos los servicios recibidos. Este habitáculo debe estar situado en la zona baja del inmueble, donde estaría el RITI. Se puede instalar en viviendas unifamiliares y en edificios de hasta tres alturas y planta baja, y un máximo de diez puntos de acceso de usuarios (PAU) (Fig. 1.11).
- **Recinto de infraestructuras de telecomunicaciones modular (RITM):** en los edificios con un máximo de 45 usuarios y en los conjuntos de hasta diez viviendas unifamiliares, los recintos pueden ser armarios modulares, en lugar de construirse con material de obra del edificio.

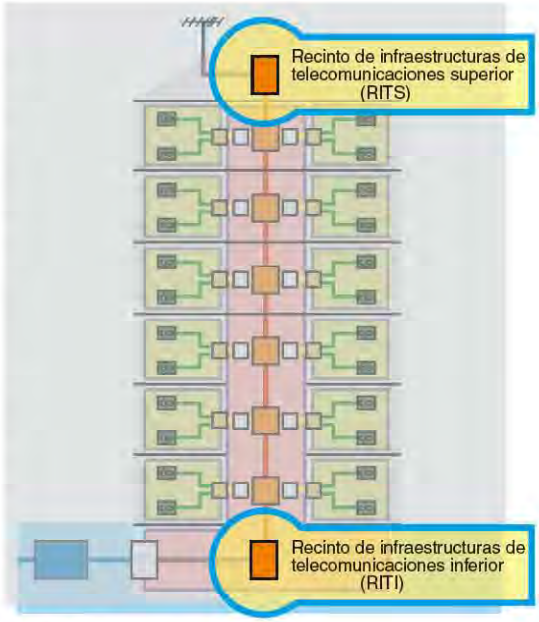


Fig. 1.10. *Ubicación del RITS y el RITI.*

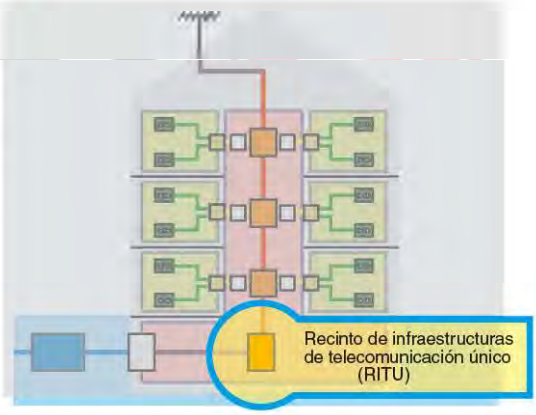


Fig. 1.11. *Ubicación del RITU.*

Estos recintos deben estar situados siempre en la zona comunitaria del edificio, protegidos de la humedad y, al menos a 2 m de distancia de transformadores eléctricos, cuartos de máquinas de ascensores o maquinaria de aire acondicionado. Han de tener ventilación, natural o artificial, para garantizar la renovación del aire en el interior. Sus dimensiones, como las del resto de la instalación, dependen del número de usuarios. En recintos superiores (RITS) e inferiores (RITI), las medidas mínimas son las siguientes:

Número de puntos de acceso a usuario	Medidas mínimas de recintos RITS o RITI (mm)		
	Altura	Anchura	Profundidad
Hasta 20	2000	1000	500
Entre 21 y 30	2000	1500	500
Entre 31 y 45	2000	2000	500
Más de 45	2300	2000	2000

Tabla 1.6. *Medidas mínimas de recintos RITS o RITI.*

En un registro único (RITU), las medidas mínimas son:

Número de puntos de acceso a usuario	Medidas mínimas de recintos RITU (mm)		
	Altura	Anchura	Profundidad
Hasta 10	2000	1000	500
Más de 10	2300	2000	2000

Tabla 1.7. *Medidas mínimas de recinto RITU.*

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.



Fig. 1.12. *Bandeja perimetral en un RITI.*

En el interior del recinto (excepto en los modulares) se instala una **bandeja horizontal,** a lo largo de todo el perímetro, a 30 cm del techo. Esta bandeja (Fig. 1.12) aloja los cables de la instalación.

Los recintos contienen equipamiento eléctrico y electrónico para distribuir y procesar las señales de los diferentes servicios. Necesitan **suministro eléctrico,** por lo que se montará una instalación eléctrica que deberá cumplir los siguientes requisitos:

- Red de alimentación eléctrica con cables de 6 mm² de sección (fase, neutro y tierra), en un tubo de 32 mm de diámetro.
- Interruptor magnetotérmico general de 25 A.
- Interruptor diferencial de 25 A, con intensidad de defecto de 30 mA, de tipo selectivo.
- Interruptor magnetotérmico para la red de alumbrado, de 10 A.
- Interruptor magnetotérmico para las bases de toma de corriente, de 16 A.
- Cuadro de protección con una previsión de ampliación de demanda de un 50%, situado cerca de la puerta de entrada, con tapa.
- Como mínimo, dos bases de enchufe de 16 A, con cable de 2,5 mm² de sección y toma de tierra.
- Alumbrado suficiente para obtener una iluminación media de 300 lx.
- Iluminación de emergencia autónoma.

En el recinto superior, deben instalarse además los siguientes elementos:

- Interruptor magnetotérmico para los equipos de cabecera de radio y televisión, de 16 A.
- Las bases de enchufe necesarias para alimentar el equipamiento de cabecera de radio y televisión.

Caso Práctico 3

Selección de registros de telecomunicaciones

Determinemos los registros más indicados para la instalación del *Caso Práctico* de la página 11 (Fig. 1.5 o 1.7).

a) **¿Qué tipo de recintos se montarán?**

Se puede utilizar un recinto único (RITU). El edificio sólo tiene tres plantas, mientras que el máximo en este tipo de recinto es de cuatro. Hay seis puntos de acceso al usuario, cuando el máximo permitido es diez. Además, se podría montar un armario modular (RITM), ya que el número de puntos de acceso es menor de 45. Por lo tanto, la estructura de la ICT quedaría como aparece en la Figura 1.11.

b) **¿Cuáles serán las medidas mínimas?**

Por tener menos de diez puntos de acceso a usuarios, las medidas mínimas del recinto serán de 2 000 × 1 000 × 500.

Actividades

4. En el edificio de las actividades 2 y 3 (de ocho plantas y con cuatro viviendas por planta), ¿qué tipo de recintos deberemos instalar?, ¿cuáles serían sus medidas?

D. Canalización principal

La canalización principal (Fig. 1.13, página siguiente) es la parte de la instalación encargada de distribuir los servicios de telecomunicaciones que llegan a través de las canalizaciones de enlace a todo el edificio.

En los edificios de viviendas, la canalización principal es vertical, uniendo los recintos superior (RITS) e inferior (RITI). Siempre debe estar instalada en la **zona común** del edificio, generalmente junto al hueco de ascensores o en la escalera del edificio.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

Debido al tipo de construcción, el edificio puede necesitar una canalización principal más amplia. En tal caso, dispone de varias secciones de distribución vertical para dar servicio a diferentes zonas del edificio.

La canalización

Puede estar formada por tubos, galerías de distribución vertical, bandejas y canales. En la distribución con tubos, la sección mínima es de 50 mm y tendrán las paredes interiores lisas. La siguiente tabla muestra el número de tubos en función de los puntos de acceso y la utilización:

Número de puntos de acceso a usuarios	Número de tubos	Utilización
Hasta 12	5	RTV(1), TB + RDSI(1), TLCA (2), reserva (1)
Entre 13 y 20	6	RTV(1), TB + RDSI(1), TLCA (2), reserva (2)
Entre 21 y 30	7	RTV(1), TB + RDSI(1), TLCA (3), reserva (2)
Más de 30	Variable	RTV(1), TB + RDSI(2), TLCA (1 por cada 10 PAU), reserva (1 por cada 15 PAU)

Tabla 1.8. *Número de tubos en función de los puntos de acceso y su utilización.*

Los registros secundarios

Hay que instalar **registros secundarios** en los cambios de dirección de la canalización principal cuando el tramo supere los 30 m. También cuando se bifurque en dos ramales. Estos registros se montan asimismo en las conexiones entre la canalización principal y la secundaria (un ejemplo son las diferentes plantas de un edificio de viviendas).

Dimensiones de los registros secundarios

Las dimensiones de estos registros dependen del número de usuarios. En la siguiente tabla se muestran sus medidas mínimas:

Situación	Medidas mínimas (altura × prof. × fondo) (mm)
PAU por planta ≤ 3, con un máximo de 20 en total PAU por planta ≤ 4, con un máximo de 5 plantas Cambio de dirección o longitud mayor de 30 m Viviendas unifamiliares	450 × 450 × 150
Edificios con PAU ≤ 20, si no está en el apartado anterior Edificios de viviendas, con entre 21 y 30 PAU	500 × 700 × 150
Edificios con PAU > 30	550 × 1 000 × 150
Arquetas, en canalización subterránea	400 × 400 × 400

Tabla 1.9. *Dimensiones mínimas de los registros secundarios.*

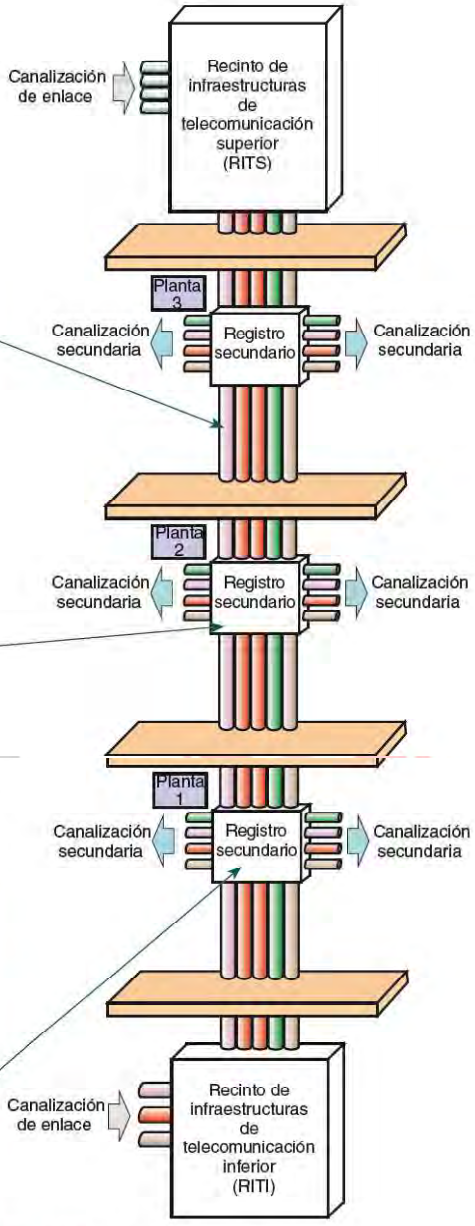


Fig. 1.13. *Canalización principal.*

Una instalación de ICT puede afectar también a **varios edificios.** Los recintos de telecomunicaciones se instalan solo en uno de ellos y las redes se distribuyen al resto a través de la canalización principal.

Otro caso particular es el de las instalaciones conjuntas para **viviendas unifamiliares.** Se utiliza generalmente un recinto único, situado junto al punto de montaje del sistema de antenas de televisión. La canalización principal sale de este recinto (tendida horizontalmente) hasta llegar a cada una de las casas de la urbanización.

Actividades

5. Determina, para el edificio de ocho plantas y con cuatro viviendas por planta, el número de tubos y las medidas de los registros secundarios necesarios.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

Caso Práctico 4

Canalización principal de la ICT

Siguiendo con el ejemplo del edificio de los casos prácticos anteriores, determinar para un edificio como el de la Figura 1.11:

a) **La composición de la canalización principal del edificio**

Al tratarse de una instalación con menos de doce puntos de acceso, se utilizarán cinco tubos de 50 mm de diámetro con el siguiente uso:

- Uno para radio y televisión terrestre y por satélite.
- Uno para telefonía básica y RDSI.
- Dos para servicios de banda ancha (televisión por cable).
- Uno de reserva.

b) **Las dimensiones de los registros secundarios**

El edificio tiene solamente dos puntos de acceso al usuario por planta, con un total de seis. Por lo tanto, las dimensiones de los registros secundarios serán de 450 × 450 × 150 mm (Tabla 1.9 de la página 17).

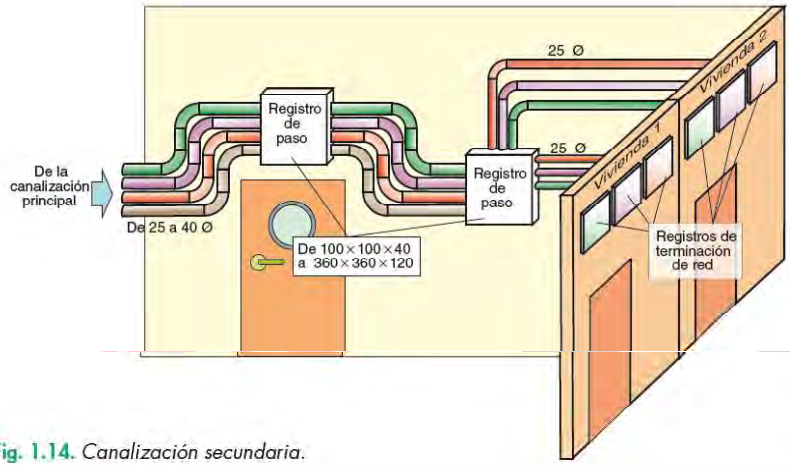


Fig. 1.14. *Canalización secundaria.*

E. Canalización secundaria

La canalización secundaria es la que se expande desde la principal y llega a los usuarios (Fig. 1.14).

Parte siempre de los registros secundarios. Está formada por cuatro tubos como mínimo, uno por cada servicio de ICT más otro de reserva.

También se puede optar por utilizar canales, que tienen que separarse en cuatro zonas.

El tamaño de la canalización depende del servicio, en función del número de cables que contenga cada tubo, según la siguiente tabla:

Diámetro del tubo (mm)	Número de cables de acometida interior (teléfonía + RDSI)		Número de cables de acometida exterior (telefonía + RDSI)	Número de acometidas de usuario (televisión por cable)	Número de acometidas de usuario (radio y televisión)
	De 1 par	De 2 pares			
25	De 1 a 5	De 1 a 5	2	2	2
32	Entre 6 y 12	Entre 6 y 11	4	6	6
40	Entre 13 y 40	Entre 12 y 16	6	8	8

Nota: si el número de cables excede los indicados, se deberá aumentar el número de tubos correspondiente a ese servicio, distribuyendo los cables entre ellos según esta tabla.

Tabla 1.10. *Descripción de los elementos más representativos de la fachada.*

Vocabulario

Acometida. Instalación que deriva una parte de la energía principal de una red hacia una zona concreta de un edificio, vivienda o aparato.

La canalización secundaria discurre por las zonas comunes del edificio y realiza generalmente la distribución horizontal por las diferentes plantas.

Si es necesario que el trazado haga más de dos curvas de 90°, hay que instalar **registros de paso,** los cuales se empotran en la pared y facilitan las labores de cableado. Asimismo, se utilizará uno de estos registros para dividir la canalización con el fin de dar servicio a varios usuarios. Para llegar a la instalación de cada usuario se instalan tubos de 25 mm de diámetro. Estos enlazan con los **registros de terminación de red,** que podrán ser independientes para cada uno de los servicios distribuidos o bien agrupados en dos o tres servicios.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

Según el número de aberturas de cada lateral y el diámetro de los tubos, los registros de paso pueden ser de tres tipos:

	Tipo A	Tipo B	Tipo C
Dimensiones (mm)	360 × 360 × 120	100 × 100 × 40	100 × 160 × 40
N.º de aberturas en cada lateral	6	3	3
Diámetro máximo del tubo (mm)	40	25	25
Aplicaciones	Canalizaciones secundarias en tramos comunitarios	Canalizaciones secundarias en tramos de acceso a viviendas Canalizaciones interiores de telefonía + RDSI	Canalizaciones interiores de televisión por cable, terrestre y por satélite

Tabla 1.11. *Descripción de los elementos más representativos de la fachada (las dimensiones se dan en altura × anchura × profundidad).*

Actividades

6. ¿Tienes una ICT en tu casa?

Busca en el interior de tu vivienda, y en las zonas comunes del edificio, los registros, recintos y canalizaciones que hemos estudiado. Una vez localizados estos elementos, piensa en la distribución de ICT que emplea tu edificio, luego dibújala en un croquis. Puedes hacer fotografías y adjuntarlas al dibujo, recreando así la instalación.

También se utilizan registros de paso cuando los tramos de canalización superan los 15 m de longitud, así como en los cambios de dirección de radio menores de 120 mm para viviendas o de 250 mm para oficinas.

2.3. La zona privada

La zona privada alberga la canalización interior de usuario. Es la que lleva los servicios de telecomunicaciones hasta los usuarios, en el interior de las viviendas u oficinas. Se trata de una **canalización triple** (Fig. 1.15), realizada con canales o con tubos empotrados de 20 mm de diámetro como mínimo.

Parten de los registros de terminación de red y llegan hasta los de toma específicos. Los registros de terminación de red pueden ser independientes o hallarse agrupados, con las medidas mínimas que indica la Tabla 1.12. Dentro de los registros es necesario instalar una toma de corriente.

En las viviendas se deben instalar tres registros de toma (uno por servicio) en cada dos estancias o fracción, sin contar los baños ni los trasteros.

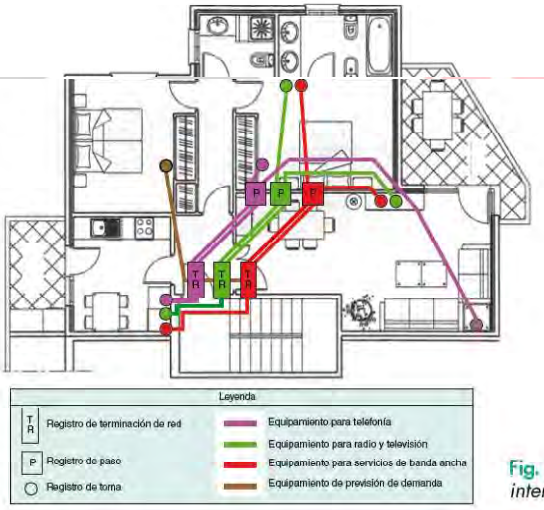


Fig. 1.15. *Canalización interior de usuario.*

En cualquier caso, el número mínimo de **registros de toma** por cada servicio será de dos por vivienda. En las estancias en las que no se instalen registros, se montará uno de reserva para demandas futuras. Estará conectado a los registros de terminación de red mediante un tubo específico. En locales y oficinas se ha de instalar al menos un registro de toma por cada servicio. El número exacto y la ubicación se establecen en función de la distribución interior del inmueble.

Normalmente, los registros de RTV y de servicios de banda ancha y TLCA se montarán próximos entre sí, y como máximo a 500 mm de una toma de corriente alterna.

Servicio	Dimensiones (mm)		
	Altura	Anchura	Profundidad
Telefonía	100	170	40
RTV	200	300	60
TLCA + SAFI	200	300	40
Dos servicios	300	400	60
Tres servicios	300	500	60

Tabla 1.12. *Medidas de los registros de terminación de red.*

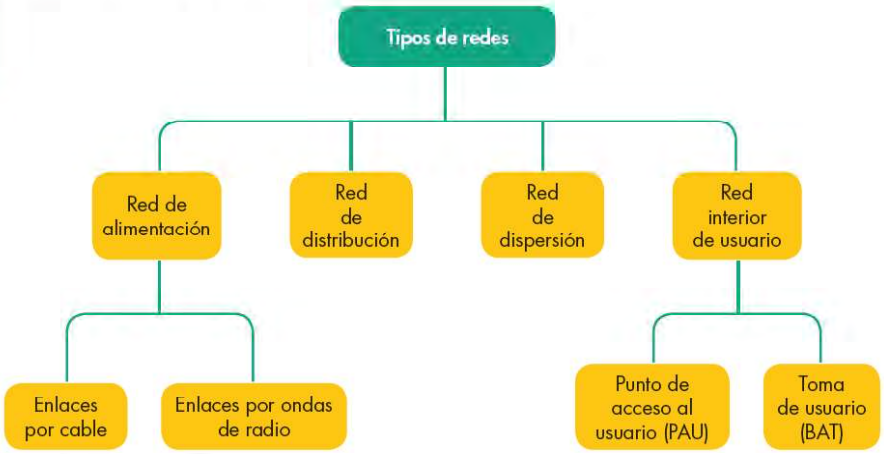
Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

3. Redes de distribución de ICT

Vocabulario

Red. Conjunto de elementos necesarios para asegurar la distribución de las señales desde la zona exterior del edificio hasta las tomas de usuario.

Una vez descritas las canalizaciones y los registros, estudiaremos las redes que se instalan en su interior. Dentro de las infraestructuras de telecomunicaciones, se pueden diferenciar varios tipos de redes:



A. Red de alimentación

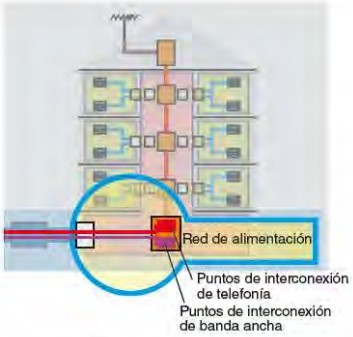


Fig. 1.16. *Red de alimentación.*

Es la parte de la red que **introduce los servicios hasta los recintos** de infraestructuras de telecomunicaciones, desde donde serán distribuidos (Fig. 1.16). Este tipo de red se monta en las instalaciones de telefonía básica y RDSI (TB + RDSI) y de servicios de banda ancha (TLCA + SAFI). No se usa en instalaciones de RTV. El diseño, dimensionado y montaje de esta red es responsabilidad de los distintos operadores de los servicios. Estos deben instalar los dispositivos necesarios para enlazar con el resto de las redes del edificio.

Cabe diferenciar dos tipos de red de alimentación diferentes, según el medio por el que lleguen las señales de los distintos servicios.

Redes de alimentación	
Enlaces por cable	• Los servicios que llegan por cable de cobre o fibra óptica pasan por la arqueta exterior del edificio y entran en su interior por la canalización exterior; desde esta, conectan con la canalización de enlace. • A través de esta canalización atraviesan los registros de enlace correspondientes hasta llegar al recinto de infraestructuras de telecomunicación inferior (RITI). Dentro de este recinto se ubica un registro principal, que aloja los puntos de interconexión con la red propia del edificio.
Enlaces mediante ondas de radio	• Los servicios también pueden llegar al edificio mediante **transmisiones radioeléctricas.** • En estos casos, la red de alimentación comienza en los equipos de captación (antenas), situados en el tejado o azotea del edificio. Desde aquí, la señal pasa por el pasamuros, a través de la canalización de enlace superior del edificio hasta llegar al recinto de infraestructuras de telecomunicaciones superior (RITS). • Este recinto contiene los equipos de recepción y procesado de las señales. Las correspondientes a cada servicio se distribuyen por cables que bajan por la canalización principal del edificio hasta el registro principal situado en el RITI, donde enlazan con la red de distribución de ICT.

Tabla 1.13. *Redes de alimentación.*

Ten en cuenta

Las líneas telefónicas suelen utilizar enlaces por cable. El operador de telefonía lleva desde la central hasta el edificio dos hilos por cada abonado, que se conectan a un repartidor que se instala en el registro principal de telefonía. Desde este repartidor se extraen las líneas de distribución del interior del edificio, que llegan hasta los usuarios.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

B. Red de distribución

Es la parte de la red integrada por los cables y los elementos que distribuyen los servicios de telecomunicaciones por la **canalización principal** del edificio (Fig. 1.17).

En instalaciones de telefonía	• Esta red parte generalmente de los puntos de interconexión situados en el recinto de infraestructuras de telecomunicaciones inferior (RITI) y enlaza en los registros secundarios con la red de dispersión.
En servicios de radio y televisión	• El punto de partida suele ser la salida del equipo de cabecera y procesado de las señales, localizado en el recinto de infraestructuras de telecomunicación superior (RITS). A medida que la red se propaga por la canalización principal se instalan dispositivos que facilitan la distribución de las señales a través de la red de dispersión.
En instalaciones de banda ancha (televisión por cable o servicio de acceso fijo inalámbrico)	• La red puede partir de cualquier recinto de telecomunicaciones (RITI o RITS). A partir de ellas, se extiende por las canalizaciones principal, secundaria y de usuario hasta llegar a los registros de toma del interior de las viviendas, donde se halla instalada la base de conexión al servicio.

Tabla 1.14. *Redes de distribución telefónica, radio, televisión y banda ancha.*

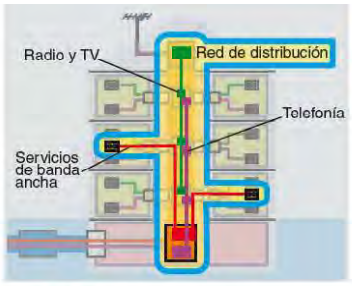


Fig. 1.17. *Red de distribución.*

En las instalaciones de radio y televisión y telefonía, el diseño y el tendido de la red de distribución es responsabilidad de los propietarios del edificio. En los servicios de banda ancha son los operadores del servicio quienes dimensionan e instalan la red de distribución.

C. Red de dispersión

Es la parte de la red que enlaza el sistema de distribución con la red interior de usuario (Fig. 1.18). Sale de los puntos de distribución o derivación situados en los registros secundarios y, a través de las canalizaciones secundarias, llega a los puntos de acceso al usuario situados en los registros de terminación de red, en el interior de las viviendas.

En algunas redes de telefonía no existen puntos de distribución en los registros secundarios. Los cables llegan directamente desde el registro principal (en el RITI) hasta el punto de acceso al usuario (en el registro de terminación de red).

Las redes de dispersión de telefonía y de RTV, son responsabilidad de los propietarios del edificio. Los servicios de banda ancha no utilizan redes de dispersión, sino que llegan directamente al usuario a través de la red de distribución.

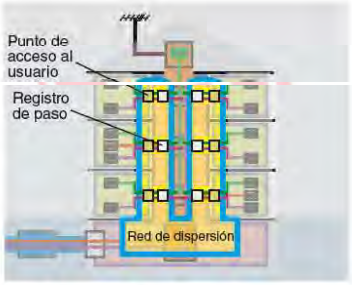


Fig. 1.18. *Red de dispersión.*

D. Red interior de usuario

Desde los puntos de acceso a usuario, esta parte de la instalación distribuye las señales por el interior de las viviendas, oficinas o locales (Fig. 1.19). Al hallarse en una zona privada, esta red pertenece a cada uno de los propietarios del inmueble.

Generalmente, la red interior se expande en forma de estrella y termina en las tomas de usuario. Estas se encuentran en los registros de toma correspondientes, en las distintas dependencias de la vivienda o local.

Los PAU permiten **diferenciar la red interior** de usuario del resto de la instalación. Se instalan en los registros de terminación de red, situados en el interior de las viviendas, locales u oficinas.

En caso de avería en la instalación, el PAU permite separar las redes para comprobar si el problema está en la red del usuario o en un lugar anterior.

Las tomas de usuario (BAT) permiten la conexión a la red de los equipos de usuario para acceder a los servicios de telecomunicaciones. También se llaman **base de acceso de terminal.**

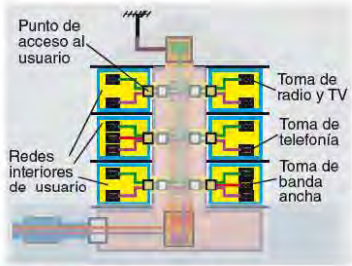


Fig. 1.19. *Red interior de usuario.*

Actividades

7. Copia la Figura 1.3 e indica la situación de las distintas redes que forman la infraestructura de telecomunicaciones del edificio.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

14.6. AUTOMATIZACIÓN DOMÓTICA:

14.1.18. INTRODUCCIÓN A LAS VIVIENDAS INTELIGENTES

En la actualidad, el concepto de vivienda inteligente se ha convertido en una realidad accesible para todos, marcando un antes y un después en la manera en que interactuamos con nuestro entorno habitacional. Una vivienda inteligente utiliza la domótica, es decir, sistemas automatizados de control, para gestionar de manera eficiente la iluminación, la climatización, los electrodomésticos, los sistemas de seguridad y entretenimiento, entre otros aspectos. La finalidad de integrar estas tecnologías es triple: mejorar la comodidad, incrementar la seguridad y, fundamentalmente, optimizar el uso de la energía en el hogar.

El núcleo de una vivienda inteligente reside en su capacidad para interconectar dispositivos y sistemas a través de una red doméstica, permitiendo su control remoto y automatizado. Este nivel de gestión se logra gracias a la combinación de internet, sensores inteligentes, y la posibilidad de procesar y analizar datos en tiempo real. Estas características habilitan a la vivienda no solo a responder a las necesidades inmediatas de sus ocupantes, sino también a anticiparse a ellas, aprendiendo de sus hábitos y preferencias.

La eficiencia energética es uno de los pilares fundamentales de las viviendas inteligentes. A través del uso estratégico de la domótica, es posible reducir significativamente el consumo de energía y, por ende, el impacto ambiental del hogar. Esto se logra mediante la optimización de los sistemas de climatización, tanto calefacción, ventilación y refrigeración, la regulación inteligente de la iluminación y el aprovechamiento de fuentes de energía renovables. Además, los sistemas de gestión energética en tiempo real permiten a los usuarios monitorear y ajustar su consumo energético, fomentando un uso más consciente y eficiente de los recursos.

Esta guía se ha creado con el propósito de ofrecer una comprensión profunda de cómo la domótica y las viviendas inteligentes pueden transformar la experiencia del hogar, centrándose especialmente en el ahorro y la eficiencia energética. Al explorar las siguientes secciones, los lectores obtendrán un conocimiento detallado de los componentes, sistemas y tecnologías que hacen posible la vivienda inteligente, así como las estrategias para maximizar su potencial energético.

14.1.19. ARQUITECTURA DE LA VIVIENDA INTELIGENTE

Dentro de la arquitectura de una vivienda inteligente, la transformación hacia un hogar conectado y automatizado puede lograrse mediante dos métodos principales: la incorporación de dispositivos inteligentes individuales y la integración de sistemas inteligentes a través del cuadro eléctrico. Cada uno de estos enfoques ofrece un camino distinto hacia la modernización del hogar, permitiendo a los usuarios elegir según sus preferencias, necesidades y recursos disponibles.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

En cuanto al primer método: este método consiste en la adición progresiva de dispositivos inteligentes que ofrecen funcionalidades específicas y pueden ser controlados remotamente. La gran ventaja aquí es la flexibilidad y la posibilidad de personalizar el ecosistema de tu hogar inteligente pieza por pieza. Ejemplos típicos de estos dispositivos incluyen bombillas inteligentes que ajustan la iluminación a tu estado de ánimo o actividades, termostatos inteligentes que optimizan el uso de energía basándose en tus patrones de vida, enchufes inteligentes que dotan de inteligencia a aparatos convencionales, y sistemas de seguridad que fortalecen la protección del hogar. Estos dispositivos se conectan principalmente a través de Wi-Fi o Bluetooth, facilitando una instalación simple que, en muchos casos, los propios usuarios pueden realizar.

En cuanto al segundo método: la integración a través del cuadro eléctrico implica una visión más integrada y centralizada de la domótica. A través de este enfoque, se instala un sistema domótico que se conecta directamente al cuadro eléctrico de la casa, permitiendo un control unificado de iluminación, electrodomésticos, sistemas HVAC, y más. Esta integración facilita la automatización de toda la casa y ofrece una gestión energética más eficiente, al permitir el monitoreo y control precisos del consumo eléctrico en tiempo real. Aunque este método puede requerir una inversión inicial más alta y la intervención de profesionales para su instalación, ofrece como resultado un sistema domótico más cohesivo y potente, capaz de proporcionar una experiencia de hogar inteligente totalmente integrada.

La arquitectura de una vivienda inteligente se construye sobre una infraestructura tecnológica avanzada, diseñada para integrar de manera fluida la automatización del hogar y el control inteligente. Esta sección desglosa los principales componentes que constituyen la base de cualquier sistema domótico, su conectividad, y las interfaces de usuario que permiten la interacción con el hogar inteligente.

14.6.1.1. COMPONENTES

La domótica en una vivienda inteligente integra una diversidad de componentes esenciales y tecnologías de conectividad para automatizar y optimizar el funcionamiento del hogar. En esta guía se citan algunos de ellos:

- **Dispositivos de control de infrarrojos (IR):** Estos dispositivos actúan como puentes entre el sistema domótico y los aparatos que operan con tecnología infrarroja, como televisores, equipos de aire acondicionado y sistemas de audio. A través de transmisores IR inteligentes, es posible integrar y automatizar el control de estos electrodomésticos no conectados.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.



- **Termostatos inteligentes:** Optimizan el uso de sistemas de calefacción y refrigeración para mejorar la eficiencia energética y el confort del hogar, aprendiendo de los hábitos de los residentes y ajustándose automáticamente.



- **Sistemas de iluminación inteligente:** Permiten un control preciso de la iluminación, incluyendo la intensidad y el color, lo que contribuye a un consumo energético más eficiente.



- **Enchufes y Switches inteligentes:** Facilitan el control remoto de dispositivos, permitiendo apagarlos cuando no están en uso para ahorrar energía.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.



- **Detectores de humo y CO2 inteligentes:** Aumentan la seguridad mediante la monitorización en tiempo real y la capacidad de enviar alertas inmediatas.



- **Cámaras de seguridad y sensores de movimiento:** Mejoran la vigilancia del hogar y pueden interactuar con otros sistemas, como la iluminación, para acciones automatizadas.



Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

- **Sistemas de riego inteligente:** Ajustan el uso del agua en exteriores basándose en la necesidad real, promoviendo un uso eficiente del recurso.



- **Sistemas de recursos solares inteligentes:** Gestionan la producción, almacenamiento y uso de energía solar para maximizar la autosuficiencia y reducir la dependencia de la red eléctrica.



- **Cerraduras inteligentes y sistemas de acceso:** Ofrecen soluciones avanzadas de seguridad y conveniencia, permitiendo el control remoto y la gestión de accesos.



Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

- **Asistentes domésticos y altavoces inteligentes:** Sirven como puntos de control centralizados para la gestión por voz del hogar, simplificando la interacción con el sistema domótico.



14.6.1.2. CONECTIVIDAD

- **Wifi:** Esta tecnología de red inalámbrica es esencial para conectar la mayoría de los dispositivos inteligentes en el hogar, desde termostatos y cámaras de seguridad hasta altavoces inteligentes y dispositivos de control de infrarrojos. El Wi-Fi facilita la transmisión de altos volúmenes de datos a velocidades rápidas, lo cual es crucial para el funcionamiento eficiente y en tiempo real de los sistemas domóticos.

- **Infrarrojos (IR):** La tecnología IR se utiliza tradicionalmente en controles remotos para televisores, sistemas de aire acondicionado, y otros electrodomésticos. Los transmisores IR inteligentes pueden enviar señales a estos dispositivos, permitiendo su control a través del sistema domótico. Esto abre la posibilidad de automatizar y controlar aparatos que no poseen conectividad nativa a Internet.

- **Bluetooth y BLE (Bluetooth Low Energy):** Utilizado para la conexión de corto alcance entre dispositivos, el Bluetooth es ideal para el control de dispositivos dentro de la misma habitación. BLE, por su parte, ofrece una versión de baja energía que es especialmente útil para sensores y dispositivos de batería pequeña.

- **NFC (Near Field Communication):** Aunque menos común en la domótica residencial, NFC permite la comunicación entre dispositivos mediante el acercamiento físico. Se utiliza principalmente para sistemas de acceso o identificación.

- **Radiofrecuencia (RF):** Algunos dispositivos domóticos utilizan señales de radiofrecuencia para la comunicación, especialmente en el caso de sensores y actuadores que no requieren una gran cantidad de datos para operar. Es útil para dispositivos que necesitan penetrar a través de obstáculos o abarcar mayores distancias dentro de la casa.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.



14.6.1.3. INTERFAZ DE USUARIO Y CONTROL

Las interfaces de usuario y control son el nexo entre los habitantes de una vivienda inteligente y su sistema domótico, permitiendo una gestión eficiente y personalizada del hogar. Estas interfaces incluyen aplicaciones móviles, paneles de control mural, y comandos de voz, cada una ofreciendo distintas formas de interactuar con los dispositivos inteligentes del hogar. Permiten el control remoto de funciones como la iluminación, la temperatura, y los sistemas de seguridad, así como el monitoreo del consumo energético.

La eficiencia energética se ve directamente influenciada por la facilidad de uso de estas interfaces. Al proporcionar acceso instantáneo a información sobre el uso de energía y permitir ajustes sencillos a los dispositivos y sistemas del hogar, las interfaces facilitan la adopción de hábitos de consumo más eficientes. La capacidad de programar y automatizar respuestas a condiciones específicas, como ajustar automáticamente la temperatura según la hora del día, maximiza el ahorro energético sin necesidad de intervención continua del usuario.

En términos de seguridad, estas interfaces están diseñadas con robustas medidas de protección para garantizar que solo los usuarios autorizados puedan acceder y modificar la configuración del sistema. La personalización de las interfaces según las preferencias individuales no solo mejora la experiencia del usuario, sino que también contribuye a la optimización del uso energético del hogar, haciendo de la vivienda inteligente un espacio más seguro, confortable y eficiente.

14.1.20. GESTIÓN EFICIENTE DE LA ENERGÍA

La domótica permite la automatización de sistemas críticos como la calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC), la iluminación y los electrodomésticos para asegurar que se utilicen solo cuando sea necesario y de la manera más eficiente posible. Por ejemplo, los termostatos inteligentes pueden ajustar la temperatura basándose en la presencia real de personas en la casa o según patrones de uso habituales, mientras

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

que la iluminación inteligente puede apagarse automáticamente en habitaciones desocupadas.

Los sistemas domóticos avanzados proporcionan herramientas de monitorización en tiempo real que permiten a los usuarios ver exactamente cuánta energía está consumiendo su hogar y en qué áreas. Esta visibilidad puede revelar oportunidades para ajustes que resulten en ahorros de energía significativos. Además, el análisis detallado de los datos recopilados puede ayudar a identificar tendencias de consumo ineficiente y sugerir ajustes automáticos.

La integración de fuentes de energía renovable, como los paneles solares, con sistemas de gestión de energía domótica, permite a los hogares no solo consumir energía de manera más eficiente sino también producir su propia energía de forma sostenible. Los sistemas inteligentes pueden optimizar el uso de esta energía renovable para el consumo doméstico y, en algunos casos, vender el excedente de vuelta a la red eléctrica.

La gestión energética inteligente en viviendas no solo supone una reducción en el consumo de energía y, por consiguiente, en las facturas de electricidad, sino que también mejora el confort y la conveniencia para los habitantes del hogar. A través de la optimización y automatización de dispositivos y sistemas, se asegura un ambiente acogedor adaptado a las preferencias personales sin incurrir en gastos energéticos innecesarios. Este enfoque inteligente hacia el uso de la energía no solo representa un ahorro económico para los propietarios, sino que, al reducir la demanda de recursos energéticos, también apoya de manera indirecta esfuerzos más amplios por un futuro sostenible. La inversión en domótica, por lo tanto, resulta ser una decisión tanto práctica como estratégica, sincronizando las necesidades del confort moderno con la eficiencia energética.



Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

14.1.21. SEGURIDAD AVANZADA

La tecnología domótica también juega un papel crucial en la seguridad del hogar, mediante sistemas avanzados de vigilancia, alarmas inteligentes y control de accesos, asegurando una mayor protección para tu familia.

Para maximizar la seguridad en viviendas inteligentes, es crucial adoptar un enfoque que aborde tanto las amenazas físicas como las digitales, integrando tecnologías avanzadas y prácticas de seguridad sólidas. Este enfoque asegura no solo la protección contra intentos de intrusión, sino también la salvaguarda contra vulnerabilidades cibernéticas, proporcionando así una defensa robusta para el hogar inteligente y sus ocupantes.

Mantener los sistemas y dispositivos constantemente actualizados es el primer paso para cerrar brechas de seguridad que podrían ser explotadas por ciberatacantes. La utilización de contraseñas fuertes, únicas para cada dispositivo y cuenta, fortalece esta defensa, mientras que la autenticación de dos factores añade una capa adicional de seguridad, complicando significativamente el acceso no autorizado.

La red Wi-Fi del hogar, siendo el canal de comunicación entre dispositivos inteligentes, debe estar protegida con encriptación de última generación. Considerar una red dedicada exclusivamente para dispositivos inteligentes puede minimizar el riesgo de ataques cibernéticos, limitando la potencial exposición de datos personales y de control del hogar.

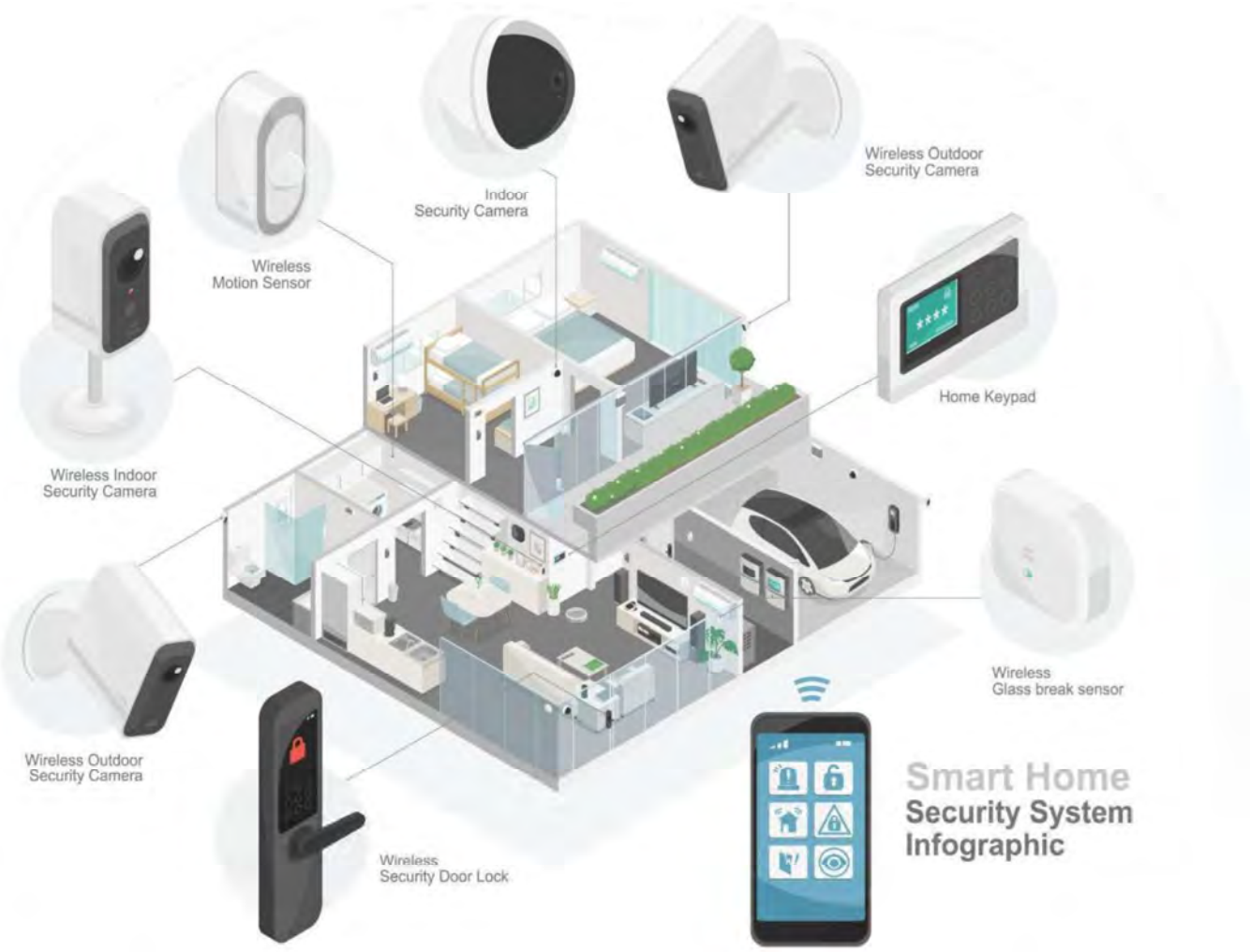
En el plano físico, la instalación de cámaras de seguridad exteriores e interiores equipadas con visión nocturna y detección de movimiento, junto con sistemas de alarma que alertan sobre cualquier intento de intrusión, constituye una sólida línea de defensa. Estas cámaras, además de disuadir a posibles intrusos, permiten la monitorización en tiempo real del entorno del hogar, mientras que las alarmas aseguran una respuesta inmediata ante incidentes. Existen cámaras en el mercado a un precio asequible que pueden enviar a tu dispositivo móvil una notificación en cuanto detectan un movimiento. Estas cámaras distinguen cuando se trata de una persona y cuando no, para evitar avisos innecesarios. Además, a día de hoy disponen de micrófonos y altavoces para que desde el teléfono podamos hablar utilizando la cámara de emisor. Por otro lado, pueden utilizarse para asegurar la salud de familia o animales con un simple vistazo al teléfono, siempre desde el respeto y la privacidad.

La iluminación inteligente, activada por sensores de movimiento en el exterior, elimina zonas oscuras que podrían ser aprovechadas por intrusos. Complementariamente, sensores de rotura de vidrio en ventanas y puertas añaden una capa de seguridad, alertando sobre intentos de entrada forzada.

Las cerraduras inteligentes ofrecen una solución de seguridad física avanzada, permitiendo el control remoto de accesos y la generación de códigos temporales para visitantes, lo que refuerza las entradas sin sacrificar la conveniencia. La elección de puertas y ventanas reforzadas incrementa la resistencia contra ataques físicos, complementando la seguridad perimetral establecida por vallas o cercas robustas.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

Finalmente, la integración de detectores inteligentes de humo y monóxido de carbono en el sistema domótico protege contra riesgos internos, alertando sobre la presencia de incendios o niveles peligrosos de gases, y asegurando una evacuación oportuna.



14.1.22. APLICACIONES EN DOMÓTICA E INTEGRACIÓN DE ASISTENTES VIRTUALES E INTELIGENCIA ARTIFICIAL

La revolución en la gestión de nuestros hogares se debe a la sinergia entre la domótica, los asistentes virtuales y la inteligencia artificial, transformando profundamente la manera en que interactuamos con nuestro entorno. Esta integración tecnológica nos brinda una comodidad, eficiencia y seguridad sin precedentes, permitiendo un nivel de personalización en la gestión del hogar que antes parecía futurista.

A través de sistemas inteligentes de gestión de energía, nuestros hogares ahora pueden ajustar de manera autónoma la climatización y la iluminación, aprendiendo de nuestros patrones de comportamiento y adaptándose a las condiciones externas para maximizar el confort mientras minimizan el consumo de energía. La iluminación se adapta no solo a la hora del día sino también a nuestras actividades, creando ambientes perfectos para

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

cada momento con solo un comando de voz o con rutinas que se pueden establecer mediante aplicaciones.

La seguridad del hogar se ha reforzado significativamente gracias a cámaras de seguridad inteligentes y sistemas de alarma que pueden ser gestionados remotamente a través de dispositivos móviles o comandos de voz, ofreciendo tranquilidad al diferenciar entre familiares, visitantes e intrusos, y enviando alertas en tiempo real.

El entretenimiento doméstico también se ha transformado, con asistentes virtuales que nos permiten acceder a música, series y películas mediante simples comandos de voz, adaptando los centros de entretenimiento a nuestras preferencias y creando ambientes personalizados que cambian la iluminación, el sonido y la temperatura con facilidad.

La asistencia en tareas domésticas es otra área donde la integración de estas tecnologías brilla, con robots de limpieza y electrodomésticos inteligentes que se pueden controlar por voz, programar para operar en momentos específicos o incluso dar recomendaciones basadas en nuestros hábitos de consumo. Esto no solo simplifica las tareas diarias sino que también nos permite administrar mejor nuestro tiempo y energía.

La salud y el bienestar se benefician igualmente, con sensores que monitorizan la calidad del aire y dispositivos de salud que se integran con asistentes virtuales para mantener un ambiente saludable en el hogar, proporcionar recordatorios para tomar medicamentos o realizar ejercicios, y hasta alertar a servicios de emergencia si es necesario.

Además, la productividad personal y la organización diaria se han visto mejoradas, permitiéndonos establecer recordatorios, crear listas de compras o gestionar tareas con comandos de voz, lo que facilita la organización y la eficiencia personal sin interrumpir nuestras actividades.

La integración de controles por voz nos ha abierto las puertas a un mundo de entretenimiento, educación y aprendizaje, permitiéndonos acceder a información, noticias y recursos educativos instantáneamente, fomentando un ambiente de constante crecimiento y relajación.

A pesar de los enormes beneficios que esta integración tecnológica ofrece, no está exenta de desafíos, como las preocupaciones sobre la privacidad de datos, la necesidad de un mantenimiento continuo y la interoperabilidad entre dispositivos de diferentes marcas. Sin embargo, la promesa de hogares más inteligentes, seguros y eficientes continúa impulsando la evolución de estas tecnologías, prometiendo un futuro donde nuestra vida cotidiana esté aún más integrada en la comodidad que ofrecen estos servicios, transformando nuestros hogares en espacios verdaderamente adaptados a nuestras necesidades y deseos.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.



14.6.1.4. ASISTENTES VIRTUALES

La integración de asistentes virtuales como Alexa, Google Assistant y Siri en la domótica representa una revolución en cómo interactuamos con nuestros hogares, colocándolos como ejes centrales en estas instalaciones modernas. Su capacidad para permitir un control por voz natural y eficiente es más que una simple comodidad; es una transformación fundamental en la gestión del hogar. Estos asistentes ofrecen una interacción natural y accesible, permitiendo a los usuarios emitir comandos en un lenguaje cotidiano, lo que hace que el control del hogar sea intuitivo y accesible para todos, desde niños hasta ancianos, y especialmente valioso para personas con discapacidades físicas.

La centralización del control es otra ventaja crítica. Alexa, Google Assistant y Siri pueden gestionar todos los dispositivos inteligentes del hogar, desde iluminación y climatización hasta seguridad y electrodomésticos, a través de un único punto de acceso. Esto simplifica enormemente la gestión del hogar inteligente, eliminando la necesidad de navegar por múltiples aplicaciones o interfaces. La capacidad de estos asistentes para automatizar y personalizar la experiencia domótica, mediante la programación de rutinas que ejecutan múltiples acciones con un solo comando de voz, no solo mejora la comodidad sino que también contribuye a la eficiencia energética y la personalización del hogar.

Además, estos asistentes virtuales aprenden de los hábitos y preferencias de los usuarios, adaptando sus servicios para ofrecer ajustes automáticos y sugerencias personalizadas que reflejan los patrones diarios y las necesidades cambiantes de los ocupantes del hogar. Esta inteligencia y adaptabilidad enriquecen la experiencia domótica, haciéndola más intuitiva y ajustada a las vidas de quienes habitan el espacio.

La interoperabilidad es otra fortaleza significativa. Los asistentes virtuales de hoy están diseñados para integrarse con un amplio espectro de dispositivos y marcas, asegurando

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

que, sin importar la selección específica de tecnologías para el hogar, todo pueda ser controlado armónicamente bajo el paraguas de un asistente común. Esta capacidad amplía enormemente las posibilidades de personalización y mejora la cohesión del sistema domótico.

Finalmente, la seguridad del hogar se ve potenciada por la integración de estos asistentes, permitiendo a los usuarios controlar sistemas de alarma, monitorear cámaras de seguridad y recibir alertas en tiempo real mediante comandos de voz. Esta funcionalidad no solo añade una capa de protección sino que también ofrece una tranquilidad invaluable, haciendo que el control de la seguridad del hogar sea tan sencillo como mantener una conversación.

En conclusión, los asistentes virtuales como Alexa, Google Assistant y Siri son fundamentales en la domótica moderna no solo por ofrecer una forma más natural e intuitiva de interactuar con nuestro entorno sino también por su capacidad para centralizar el control, automatizar y personalizar la experiencia del hogar, aprender de nuestros hábitos, garantizar la interoperabilidad entre dispositivos de diferentes marcas, y mejorar la seguridad del hogar. Su rol en la domótica va mucho más allá de la conveniencia, transformando nuestros hogares en espacios inteligentes que son verdaderamente integrados, personalizados y seguros.

14.6.1.5. INTELIGENCIA ARTIFICIAL

La integración de la inteligencia artificial (IA) en el ámbito domótico está marcando el inicio de una era donde los hogares no solo son inteligentes en términos de conectividad y control remoto, sino también genuinamente adaptativos y proactivos en su interacción con los usuarios. Esta evolución promete transformaciones significativas, algunas de las cuales ya estamos comenzando a ver, mientras que otras aún están en el horizonte, anticipando un futuro donde la tecnología y la vida cotidiana se entrelazan de manera aún más intuitiva y útil.

Actualmente, la IA en la domótica está mejorando la personalización y la eficiencia de los hogares. Los sistemas pueden aprender de los patrones de comportamiento de los usuarios, ajustando automáticamente la iluminación, la temperatura, e incluso la música de fondo, no solo para satisfacer las preferencias individuales sino también para optimizar el uso de energía. Por ejemplo, la climatización puede adaptarse no solo a la hora del día sino también a las condiciones climáticas actuales y la presencia o ausencia de personas en el hogar, asegurando un ambiente confortable mientras se minimiza el consumo innecesario.

La seguridad es otro ámbito donde la IA está marcando una diferencia notable, con sistemas capaces de distinguir entre habitantes del hogar, visitantes conocidos y potenciales intrusos. La capacidad de analizar comportamientos sospechosos y alertar a los propietarios o a las autoridades en tiempo real añade una capa de seguridad sin precedentes. Además, la detección de anomalías, como una fuga de agua o un aparato

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

eléctrico dejado encendido accidentalmente, puede prevenir incidentes antes de que ocurran.

Mirando hacia el futuro, la IA podría llevar la domótica a nuevos niveles de interactividad y funcionalidad. La anticipación de necesidades basada en el análisis de grandes volúmenes de datos —desde agendas personales hasta preferencias de entretenimiento— permitirá a los sistemas no solo reaccionar sino también preparar el entorno del hogar para las actividades futuras, asegurando que todo esté dispuesto para cuando el usuario lo necesite. Imagina un hogar que prepara automáticamente un espacio de trabajo tranquilo y bien iluminado minutos antes de una videoconferencia importante, o que ajusta la iluminación y la temperatura para una noche de cine en familia.



La interfaz entre los humanos y los sistemas domóticos también se volverá más sofisticada. La IA no se limitará a comprender comandos de voz específicos; evolucionará para interpretar el lenguaje natural con una precisión cercana a la humana, reconociendo no solo palabras sino también intenciones, tono y contexto emocional. Esto permitirá interacciones más fluidas y naturales, donde el hogar entiende no solo lo que decimos, sino cómo nos sentimos.

Un desarrollo especialmente emocionante es la posibilidad de sistemas de salud integrados en el hogar, donde la IA monitoriza constantemente el bienestar de los residentes, ofreciendo recordatorios para medicamentos, ejercicios adaptados a las necesidades físicas de cada uno, e incluso alertando a servicios médicos en caso de emergencias detectadas a través de patrones anormales en signos vitales.

14.1.23. TENDENCIAS FUTURAS Y CONCLUSIONES

La domótica no es solo una ventana hacia el futuro del hogar, sino una realidad presente que mejora significativamente nuestra calidad de vida, seguridad y sostenibilidad ambiental.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

El futuro de la domótica se perfila hacia un horizonte donde la tecnología se integra aún más profundamente en nuestras vidas diarias, buscando no solo ofrecer mayor comodidad y eficiencia, sino también mejorar la seguridad, la sostenibilidad, y la inclusión. Estas tendencias emergentes sugieren un enfoque en la adaptabilidad personal, la interacción intuitiva, y la automatización inteligente, apoyándose en avances significativos en inteligencia artificial (IA), ciberseguridad, y tecnologías de interconexión.

Una de las proyecciones más emocionantes es la automatización del hogar basada en IA, que promete sistemas más inteligentes y adaptativos. La IA permitirá a los sistemas domóticos aprender de las preferencias y comportamientos de los usuarios para ajustar automáticamente dispositivos como iluminación y climatización, optimizando no solo el confort sino también la eficiencia energética.

La seguridad inteligente se transformará con la integración de tecnologías biométricas, ofreciendo un nivel avanzado de personalización y protección. El reconocimiento facial, de voz, o huellas dactilares proporcionará un acceso seguro al hogar, redefiniendo la manera en que interactuamos con nuestros espacios de vida.

La sostenibilidad tomará un papel central en la domótica futura, enfocándose en la reducción del impacto ambiental. Sistemas de gestión energética avanzados y la domótica verde serán esenciales para promover el uso eficiente de recursos y minimizar las huellas de carbono, integrando incluso la gestión de instalaciones solares para un aprovechamiento óptimo de la energía renovable.

Interfaces intuitivas y la automatización de la iluminación permitirán una interacción más natural y personalizada con la tecnología del hogar. La iluminación inteligente, por ejemplo, no solo mejorará el ahorro energético sino que también permitirá crear ambientes ajustados a las necesidades y momentos de cada usuario.

Por otro lado, la expansión de la realidad aumentada en el diseño de interiores facilitará la visualización de cambios en el hogar antes de su implementación, ayudando en la toma de decisiones de decoración y remodelación con una precisión nunca antes vista.

Los sistemas de control por pensamiento, aunque aún en etapas tempranas de desarrollo, sugieren un futuro donde la interacción con nuestros hogares podría realizarse simplemente con el poder de la mente, marcando el inicio de una era de control domótico sin precedentes.

Robots compañeros y la expansión de la automatización en la cocina representan otra dimensión de la domótica, ofreciendo desde asistencia en tareas domésticas hasta apoyo emocional y cuidados de salud, especialmente valorados para personas mayores o con necesidades especiales.

Finalmente, la tecnología Li-Fi, al utilizar la luz para la transmisión de datos, promete revolucionar la conectividad dentro del hogar, ofreciendo alternativas más rápidas y seguras al Wi-Fi tradicional. Esto complementará la creciente demanda de una

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

infraestructura de red doméstica eficiente para soportar la multitud de dispositivos conectados.

Estas tendencias reflejan una evolución hacia hogares inteligentes más seguros, eficientes y sostenibles, en los que la personalización y la adaptabilidad juegan roles fundamentales. A medida que la tecnología continúa avanzando, la domótica se encamina a transformar de manera significativa cómo vivimos, interactuamos, y cuidamos de nuestros espacios, prometiendo un futuro donde la comodidad y la sustentabilidad van de la mano.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

MÓDULO 8: MÁQUINAS ELÉCTRICAS

15. INTRODUCCIÓN A LAS MÁQUINAS ELÉCTRICAS

Las máquinas eléctricas son dispositivos fundamentales en la ingeniería y la industria moderna, ya que permiten la conversión de energía eléctrica en mecánica y viceversa. Su estudio y comprensión son esenciales para el diseño, operación y mantenimiento de sistemas eléctricos eficientes y seguros.

Definición de Máquinas Eléctricas

Una máquina eléctrica es un dispositivo que transforma energía eléctrica en otra forma de energía o viceversa. Esta conversión puede ser hacia energía mecánica, como en los motores, o desde energía mecánica hacia energía eléctrica, como en los generadores. Además, existen máquinas que modifican las características de la energía eléctrica sin cambiar su naturaleza, como los transformadores, que alteran los niveles de tensión y corriente.

Clasificación General de las Máquinas Eléctricas

Las máquinas eléctricas se pueden clasificar según diferentes criterios, entre los cuales destacan:

1. **Según la Función que Desempeñan:**
    - **Generadores:** Transforman energía mecánica en energía eléctrica. Se emplean en centrales eléctricas y en sistemas de generación autónomos.
    - **Motores:** Convierten energía eléctrica en energía mecánica, siendo esenciales en aplicaciones industriales, comerciales y domésticas.
    - **Transformadores:** Modifican los niveles de tensión y corriente de la energía eléctrica alterna sin cambiar su frecuencia, facilitando la transmisión y distribución eficiente de la electricidad.
2. **Según el Tipo de Corriente:**
    - **Máquinas de Corriente Alterna (CA):** Operan con corriente alterna y se subdividen en síncronas y asíncronas.
    - **Máquinas de Corriente Continua (CC):** Funcionan con corriente continua y se utilizan en aplicaciones que requieren control preciso de velocidad y torque.
3. **Según la Estructura Mecánica:**
    - **Máquinas Rotativas:** Poseen partes móviles, como el rotor, que gira respecto al estator. Ejemplos incluyen motores y generadores.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

- **Máquinas Estáticas:** Carecen de partes móviles. El transformador es el ejemplo más representativo de este tipo.

Importancia en los Sistemas Eléctricos

Las máquinas eléctricas son pilares en la generación, transmisión, distribución y utilización de la energía eléctrica. Su correcto funcionamiento garantiza la eficiencia energética y la continuidad del suministro eléctrico. Además, su aplicación en sistemas de automatización y control industrial contribuye al aumento de la productividad y la calidad en los procesos de manufactura.

Aplicaciones Industriales de las Máquinas Eléctricas

En el ámbito industrial, las máquinas eléctricas tienen una amplia gama de aplicaciones:

- **Automatización de Procesos:** Los motores eléctricos son componentes clave en sistemas automatizados, accionando maquinaria y equipos con alta precisión y control, lo que mejora la eficiencia y reduce los costos operativos.
- **Sistemas de Transporte:** Se emplean en vehículos eléctricos, grúas, cintas transportadoras y montacargas, proporcionando movimiento eficiente y controlado en entornos industriales.
- **Bombas y Compresores:** Los motores eléctricos impulsan bombas para el transporte de fluidos y compresores para la generación de aire comprimido, esenciales en procesos industriales como la refrigeración, ventilación y suministro de agua.
- **Herramientas Eléctricas:** Taladros, sierras, pulidoras y otras herramientas portátiles dependen de motores eléctricos para su operación, facilitando tareas de construcción, manufactura y mantenimiento.

Conclusión

El estudio de las máquinas eléctricas es esencial para cualquier profesional involucrado en el sector eléctrico e industrial. Comprender su funcionamiento, clasificación y aplicaciones permite optimizar su uso, mejorar la eficiencia energética y garantizar la seguridad en diversas aplicaciones. A medida que la tecnología avanza, las máquinas eléctricas continúan evolucionando, adaptándose a nuevas demandas y desafíos en campos como la automatización, la robótica y las energías renovables.

15.1. TRANSFORMADORES ELÉCTRICOS: FUNCIONAMIENTO Y TIPOS

Los transformadores eléctricos son dispositivos esenciales en los sistemas de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica. Su principal función es modificar los niveles de tensión e intensidad de la corriente alterna, facilitando así el transporte eficiente de energía a largas distancias y su adecuada distribución para el consumo final.

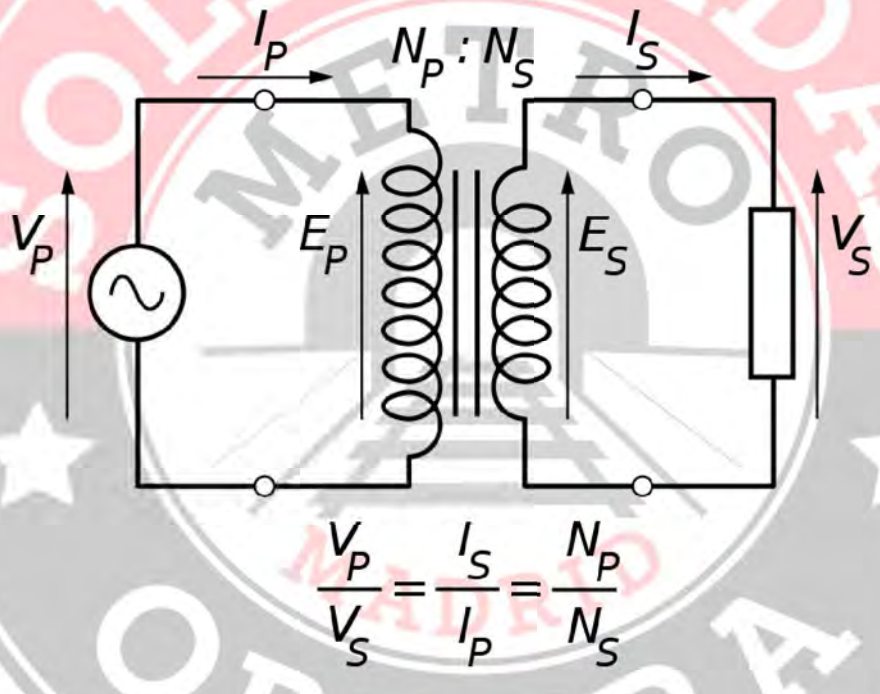
Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

Principio de Funcionamiento

El funcionamiento de un transformador se basa en el principio de la inducción electromagnética, descubierto por Michael Faraday en 1831. Este principio establece que una corriente eléctrica variable en un circuito puede inducir una corriente en otro circuito cercano a través de un campo magnético.

Un transformador típico consta de dos devanados de alambre conductor, denominados primario y secundario, enrollados alrededor de un núcleo de material ferromagnético. Cuando se aplica una tensión de corriente alterna al devanado primario, se genera un flujo magnético alterno en el núcleo

$$\frac{Vp}{Vs} = \frac{Np}{Ns}$$



donde Np y Ns representan el número de vueltas en los devanados primario y secundario, respectivamente. Esto implica que, al ajustar el número de vueltas en los devanados, se puede controlar la tensión de salida del transformador.

Componentes Principales

1. **Núcleo**: Fabricado generalmente de chapas de acero al silicio laminadas y aisladas entre sí para minimizar las pérdidas por corrientes parásitas. El núcleo sirve como camino para el flujo magnético generado entre los devanados.
2. **Devanados**: Bobinas de alambre conductor (habitualmente cobre o aluminio) enrolladas alrededor del núcleo. El devanado primario recibe la energía de

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

entrada, mientras que el secundario entrega la energía transformada al circuito de salida.

3. **Aislantes**: Materiales que separan eléctricamente los devanados entre sí y del núcleo, previniendo cortocircuitos y garantizando un funcionamiento seguro.
4. **Envolvente**: Carcasa protectora que resguarda los componentes internos del transformador de factores ambientales y mecánicos.

Tipos de Transformadores

Los transformadores se clasifican según diversas características, entre las cuales destacan:

1. **Según su Función**
   - **Transformadores de Potencia**: Utilizados en redes de transmisión para elevar o reducir los niveles de tensión, facilitando el transporte de energía a largas distancias con mínimas pérdidas.
   - **Transformadores de Distribución**: Encargados de reducir la tensión a niveles adecuados para el consumo doméstico o industrial. Se encuentran comúnmente en zonas urbanas y rurales, suministrando energía a hogares y empresas.
   - **Transformadores de Medida**: Incluyen transformadores de corriente y de potencial, empleados para medir magnitudes eléctricas sin necesidad de conectar directamente los instrumentos de medición a líneas de alta tensión.
2. **Según el Tipo de Sistema Eléctrico**
   - **Monofásicos**: Poseen un único conjunto de devanados y se utilizan en sistemas de distribución monofásicos, típicos en áreas residenciales.
   - **Trifásicos**: Constan de tres conjuntos de devanados y son empleados en sistemas de distribución trifásicos, comunes en entornos industriales debido a su eficiencia en la transmisión de energía.
3. **Según su Construcción**
   - **Transformadores Sumergidos en Aceite**: Los devanados y el núcleo están inmersos en aceite mineral, que actúa como aislante y refrigerante, disipando el calor generado durante el funcionamiento.
   - **Transformadores Secos**: Carecen de líquidos aislantes; en su lugar, utilizan aire o materiales sólidos como aislantes. Son preferidos en interiores o lugares donde el uso de aceite representa un riesgo.
4. **Según su Aplicación Específica**

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

- **Autotransformadores**: Utilizan un único devanado que actúa como primario y secundario, compartiendo parte de sus espiras. Son compactos y eficientes, pero no proporcionan aislamiento galvánico entre los circuitos de entrada y salida.
- **Transformadores de Aislamiento**: Diseñados para separar eléctricamente dos circuitos, proporcionando protección y seguridad al evitar la transferencia directa de potencial eléctrico entre ellos.

Aplicaciones Prácticas

Los transformadores son indispensables en múltiples sectores:

- **Transmisión y Distribución de Energía**: Permiten transportar energía eléctrica desde las plantas generadoras hasta los consumidores finales, ajustando los niveles de tensión según las necesidades específicas.
- **Industria**: Suministran energía a maquinaria y equipos especializados, adaptando las tensiones a los requerimientos de diferentes procesos industriales.
- **Electrónica**: Presentes en fuentes de alimentación y cargadores, transformando la tensión de la red eléctrica a niveles adecuados para dispositivos electrónicos.

Conclusión

Los transformadores eléctricos son componentes fundamentales en la infraestructura energética moderna. Su capacidad para modificar niveles de tensión e intensidad de corriente garantiza una distribución eficiente y segura de la energía eléctrica, adaptándose a las diversas demandas de consumo y aplicaciones industriales. Comprender su funcionamiento y tipos es esencial para el diseño y mantenimiento de sistemas eléctricos efectivos.

15.2. GENERADORES ELÉCTRICOS: ALTERNADORES Y DÍNAMOS

Los generadores eléctricos son dispositivos fundamentales en la conversión de energía mecánica en energía eléctrica, basándose en el principio de la inducción electromagnética descubierto por Michael Faraday en 1831. Entre los tipos más destacados de generadores se encuentran los alternadores y las dínamos, cada uno con características y aplicaciones específicas.

Principio de Funcionamiento de los Generadores Eléctricos

El principio básico que rige el funcionamiento de los generadores eléctricos es la inducción electromagnética. Cuando un conductor eléctrico se mueve dentro de un campo magnético, se induce una corriente eléctrica en dicho conductor. Este fenómeno es la base para la generación de electricidad en ambos tipos de generadores.

Alternadores: Generadores de Corriente Alterna

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

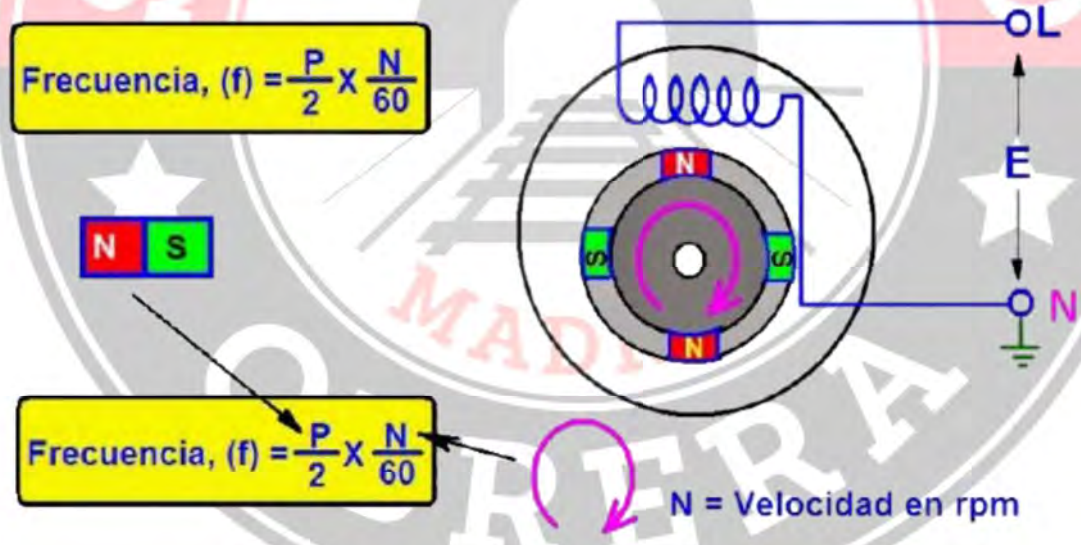
Los alternadores son máquinas diseñadas para convertir energía mecánica en energía eléctrica en forma de corriente alterna (CA). Son ampliamente utilizados en centrales eléctricas y en diversos sistemas donde se requiere suministro de CA.

Estructura y Componentes del Alternador

1. **Estátor**: Parte fija del alternador que contiene un conjunto de bobinas distribuidas uniformemente. Estas bobinas están conectadas a la carga externa y son responsables de recoger la energía generada.
2. **Rotor**: Parte móvil que gira dentro del estátor. Puede ser de dos tipos:
    - **Rotor de polos salientes**: Utilizado en máquinas de baja velocidad, como turbinas hidráulicas.
    - **Rotor cilíndrico**: Empleado en máquinas de alta velocidad, como turbinas de vapor o gas.

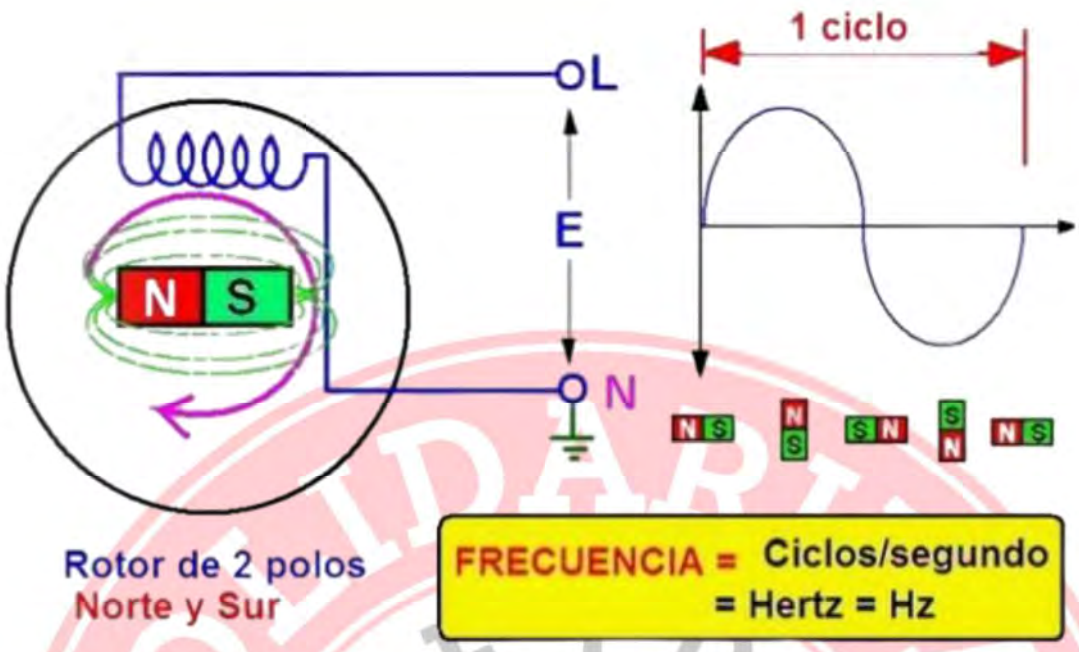
Funcionamiento del Alternador

Al suministrar energía mecánica al rotor, este gira creando un campo magnético rotatorio. Este campo induce una fuerza electromotriz (f.e.m.) en las bobinas del estátor, generando así corriente alterna. La frecuencia de la corriente producida depende de la velocidad de rotación del rotor y del número de pares de polos, según la fórmula:



donde **(f) es la frecuencia** en Hertz, **N** es la velocidad en revoluciones por minuto (rpm) y **P** es el número de polos.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.



Aplicaciones de los Alternadores

Los alternadores son esenciales en la generación de energía eléctrica a gran escala. Se emplean en:

- **Centrales eléctricas**: Transforman energía mecánica de turbinas en electricidad para suministro público.
- **Generadores portátiles**: Proporcionan energía en lugares remotos o durante cortes de suministro.
- **Automóviles**: Cargan la batería y alimentan los sistemas eléctricos del vehículo.

Dínamos: Generadores de Corriente Continua

Las dínamos son generadores que convierten energía mecánica en energía eléctrica en forma de corriente continua (CC). Aunque han sido reemplazadas en muchas aplicaciones por dispositivos más modernos, aún se utilizan en contextos específicos.

Estructura y Componentes de la Dínamo

1. **Inductor (Estátor)**: Parte fija que genera el campo magnético, compuesto por imanes permanentes o electroimanes.
2. **Inducido (Rotor)**: Parte móvil que rota dentro del campo magnético, formada por un núcleo de hierro laminado con bobinas enrolladas.
3. **Colector (Conmutador)**: Conjunto de delgas conectadas al rotor que rectifican la corriente inducida, convirtiéndola de alterna a continua.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

4. **Escobillas**: Contactos de carbón o grafito que transmiten la corriente desde el conmutador al circuito externo.

Funcionamiento de la Dínamo

Al girar el rotor dentro del campo magnético del estátor, se induce una corriente alterna en las bobinas del inducido. El conmutador, al estar segmentado, invierte la dirección de la corriente en cada medio ciclo, proporcionando una salida de corriente continua pulsante.

Aplicaciones de las Dínamos

Aunque su uso ha disminuido con la aparición de los alternadores y rectificadores, las dínamos se emplean en:

- **Bicicletas**: Para alimentar luces mediante el movimiento de las ruedas.
- **Sistemas de carga en vehículos antiguos**: Antes de la adopción generalizada de los alternadores.
- **Aplicaciones educativas**: Para demostrar principios básicos de generación eléctrica.

Comparativa entre Alternadores y Dínamos

- **Tipo de Corriente Generada**: Los alternadores producen corriente alterna, mientras que las dínamos generan corriente continua.
- **Eficiencia y Mantenimiento**: Los alternadores suelen ser más eficientes y requieren menos mantenimiento debido a la ausencia de conmutadores y escobillas, componentes sujetos a desgaste en las dínamos.
- **Aplicaciones Modernas**: Los alternadores predominan en la generación y distribución de energía eléctrica actual, mientras que las dínamos se reservan para aplicaciones específicas y educativas.

Conclusión

Tanto los alternadores como las dínamos han sido cruciales en el desarrollo de la tecnología eléctrica. Mientras que los alternadores dominan en la generación de corriente alterna para redes eléctricas modernas, las dínamos desempeñaron un papel histórico en la provisión de corriente continua y aún se utilizan en aplicaciones particulares. Comprender sus diferencias y principios de funcionamiento es esencial para profesionales y entusiastas del ámbito eléctrico.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

15.3. RENDIMIENTO Y MANTENIMIENTO DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS

Las máquinas eléctricas, como motores, generadores y transformadores, son componentes esenciales en diversas aplicaciones industriales y comerciales. Para garantizar su eficiencia operativa y prolongar su vida útil, es crucial implementar prácticas adecuadas de mantenimiento y optimización del rendimiento.

Rendimiento de las Máquinas Eléctricas

El rendimiento de una máquina eléctrica se define como la relación entre la potencia útil de salida y la potencia de entrada suministrada. Este parámetro indica la eficiencia con la que la máquina convierte la energía de entrada en energía útil. Un rendimiento elevado implica menores pérdidas energéticas y, por ende, una operación más económica y sostenible.

Factores que Afectan el Rendimiento

1. **Pérdidas en el Núcleo**: Causadas por la histéresis y las corrientes de Foucault en el material ferromagnético del núcleo.
2. **Pérdidas en el Bobinado**: Debidas a la resistencia eléctrica de los devanados, generando calor durante la operación.
3. **Pérdidas Mecánicas**: Incluyen fricción en los rodamientos y ventilación.
4. **Pérdidas por Fugas**: Asociadas a la dispersión del flujo magnético que no contribuye a la conversión de energía.

Estrategias para Mejorar el Rendimiento

- **Selección de Materiales de Alta Calidad**: Utilizar materiales con bajas pérdidas magnéticas y eléctricas.
- **Diseño Óptimo**: Implementar diseños que minimicen las pérdidas y maximicen la eficiencia.
- **Mantenimiento Regular**: Realizar inspecciones y servicios periódicos para asegurar condiciones óptimas de operación.

Mantenimiento de Máquinas Eléctricas

Un programa de mantenimiento bien estructurado es esencial para prevenir fallas inesperadas y garantizar un rendimiento constante. El mantenimiento puede clasificarse en preventivo, predictivo y correctivo.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

Mantenimiento Preventivo

Consiste en realizar inspecciones y tareas de servicio en intervalos regulares para evitar fallas. Las actividades incluyen:

- **Inspección Visual**: Detectar signos de desgaste, corrosión o acumulación de suciedad.
- **Limpieza**: Eliminar polvo y residuos que puedan afectar la disipación de calor.
- **Lubricación**: Aplicar lubricantes adecuados a componentes móviles para reducir la fricción.
- **Verificación de Conexiones**: Asegurar que las conexiones eléctricas estén firmes y libres de corrosión.

Mantenimiento Predictivo

Utiliza técnicas de monitoreo para anticipar posibles fallas antes de que ocurran. Métodos comunes incluyen:

- **Análisis de Vibraciones**: Detecta desequilibrios o desalineaciones en componentes rotativos.
- **Termografía Infrarroja**: Identifica puntos calientes que indican problemas eléctricos o mecánicos.
- **Análisis de Aceite**: Revela contaminantes o degradación en sistemas lubricados.

Mantenimiento Correctivo

Implica la reparación o reemplazo de componentes después de una falla. Aunque es inevitable en algunos casos, un buen programa de mantenimiento preventivo y predictivo puede minimizar su frecuencia.

Frecuencia de las Tareas de Mantenimiento

- **Diario**: Inspección visual y limpieza superficial.
- **Mensual**: Verificación de conexiones eléctricas y lubricación de componentes.
- **Trimestral**: Análisis de vibraciones y termografía infrarroja.
- **Anual**: Mantenimiento exhaustivo, incluyendo desmontaje y evaluación detallada de componentes clave.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

Importancia de un Registro de Mantenimiento

Llevar un registro detallado de todas las actividades de mantenimiento es vital para:

- **Identificar Tendencias**: Detectar patrones recurrentes de fallas o degradación.
- **Planificación Efectiva**: Programar intervenciones futuras basadas en el historial de la máquina.
- **Cumplimiento Normativo**: Demostrar adherencia a estándares y regulaciones aplicables.

Conclusión

El rendimiento óptimo y la longevidad de las máquinas eléctricas dependen en gran medida de prácticas de mantenimiento adecuadas y regulares. Implementar un enfoque proactivo, que combine mantenimiento preventivo y predictivo, no solo mejora la eficiencia operativa, sino que también reduce costos asociados a reparaciones inesperadas y tiempos de inactividad. La inversión en un programa de mantenimiento bien estructurado se traduce en beneficios significativos en términos de confiabilidad y desempeño de los sistemas eléctricos.

15.4. PROTECCIÓN Y CONTROL DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS

Las máquinas eléctricas, como motores, generadores y transformadores, son componentes esenciales en diversos sectores industriales y comerciales. Garantizar su funcionamiento seguro y eficiente requiere la implementación de sistemas de protección y control adecuados. Estos sistemas no solo salvaguardan las máquinas de posibles daños, sino que también aseguran la continuidad operativa y la seguridad del personal.

Importancia de la Protección en Máquinas Eléctricas

La protección de las máquinas eléctricas es crucial para prevenir daños que puedan resultar en costosas reparaciones, tiempos de inactividad y riesgos para la seguridad. Las principales amenazas incluyen:

- **Sobrecargas**: Ocurren cuando una máquina opera por encima de su capacidad nominal durante un período prolongado, lo que puede causar sobrecalentamiento y deterioro de los componentes.
- **Cortocircuitos**: Fallas eléctricas que generan corrientes extremadamente altas, capaces de dañar severamente la máquina y otros equipos conectados.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

- **Fallas a tierra**: Situaciones donde una corriente eléctrica toma un camino no intencionado hacia tierra, representando un riesgo tanto para la máquina como para la seguridad del personal.
- **Variaciones de voltaje**: Incluyen sobretensiones y caídas de tensión que pueden afectar el rendimiento y la vida útil de las máquinas.

Dispositivos de Protección Comunes

Para mitigar los riesgos mencionados, se emplean diversos dispositivos de protección:

1. **Interruptores Termomagnéticos**: Combinan protección térmica y magnética. La protección térmica actúa ante sobrecargas prolongadas, mientras que la magnética responde rápidamente a cortocircuitos.
2. **Relés de Sobrecarga**: Dispositivos que monitorean la corriente que fluye hacia la máquina y desconectan el suministro si detectan una sobrecarga sostenida. Pueden ser de tipo térmico o electrónico.
3. **Guardamotores o Disyuntores Magnetotérmicos**: Proporcionan protección específica para motores eléctricos, permitiendo ajustes precisos de la corriente de disparo según las características del motor.
4. **Fusibles**: Elementos de protección que se funden y abren el circuito cuando la corriente excede un valor predeterminado, protegiendo así la máquina de sobrecorrientes.

Sistemas de Control para Máquinas Eléctricas

Además de la protección, el control eficiente de las máquinas eléctricas es esencial para optimizar su rendimiento y adaptarlas a las necesidades específicas de cada aplicación. Los sistemas de control más comunes incluyen:

1. **Arrancadores Suaves**: Dispositivos que permiten un arranque gradual del motor, reduciendo las corrientes de arranque y minimizando el estrés mecánico y eléctrico.
2. **Variadores de Frecuencia**: Permiten ajustar la velocidad de los motores de corriente alterna controlando la frecuencia de la alimentación, lo que resulta en un control preciso y eficiente del rendimiento del motor.
3. **Controladores Programables (PLC)**: Sistemas que automatizan el control de máquinas y procesos industriales, ofreciendo flexibilidad y capacidad de adaptación a diferentes tareas.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

Integración de Protección y Control

La tendencia actual en la gestión de máquinas eléctricas es la integración de funciones de protección y control en dispositivos inteligentes. Estos sistemas combinan monitoreo en tiempo real, diagnóstico de fallas y capacidades de comunicación, permitiendo una gestión más eficiente y proactiva. Por ejemplo, los relés de protección inteligentes pueden detectar condiciones anómalas y enviar alertas antes de que ocurra una falla catastrófica.

Mantenimiento y Monitoreo Continuo

Para garantizar la eficacia de los sistemas de protección y control, es fundamental implementar programas de mantenimiento preventivo y predictivo. El monitoreo continuo de parámetros como la temperatura, vibración y consumo de corriente permite identificar tendencias que podrían indicar problemas incipientes. La adopción de tecnologías como la inteligencia artificial facilita la detección temprana de anomalías, mejorando la confiabilidad y eficiencia de las máquinas eléctricas.

Conclusión

La protección y el control adecuados de las máquinas eléctricas son pilares fundamentales para asegurar su desempeño óptimo, prolongar su vida útil y garantizar la seguridad en entornos industriales. La selección e implementación de dispositivos de protección apropiados, junto con sistemas de control avanzados y programas de mantenimiento efectivos, constituyen una estrategia integral para la gestión eficiente de estos activos críticos.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

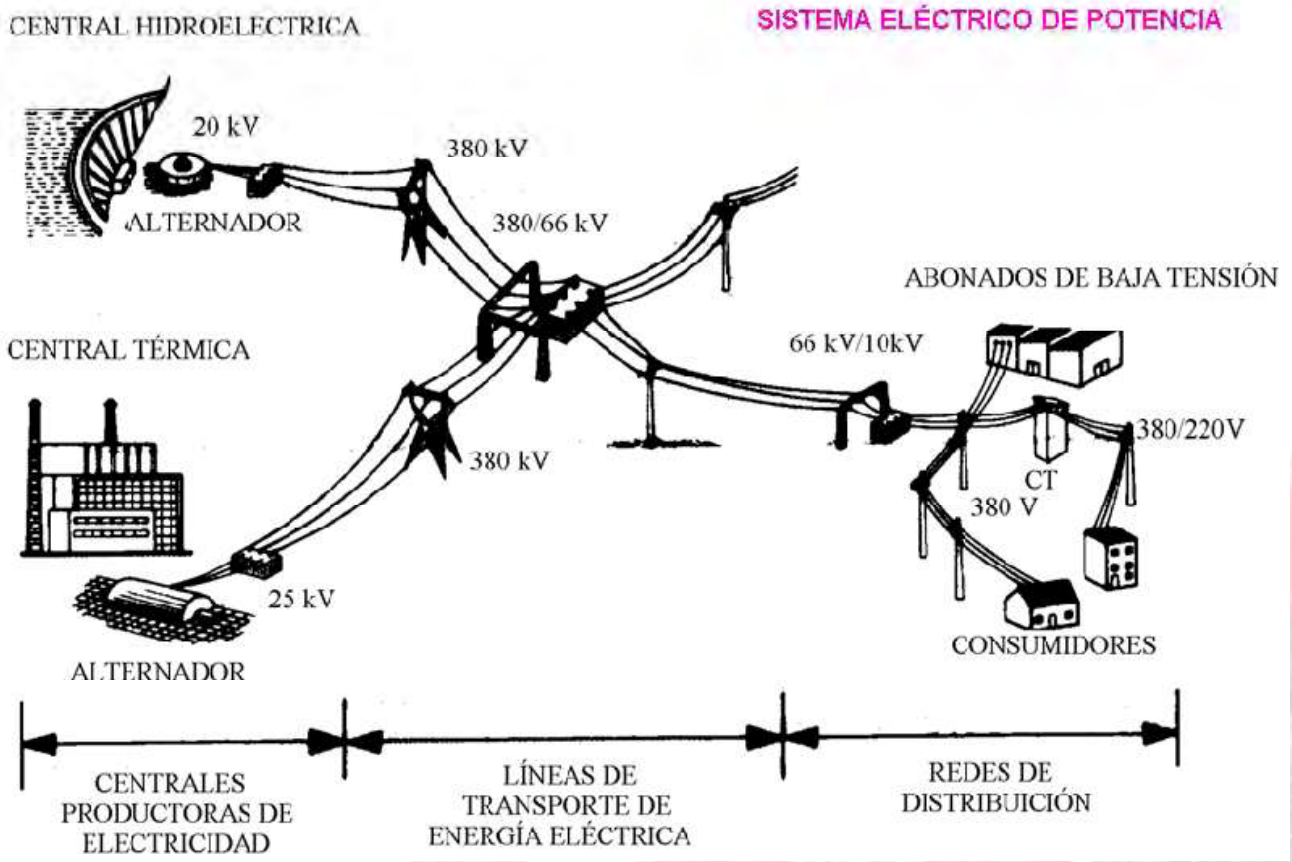
MÓDULO 9: CENTROS DE TRANSFORMACIÓN, SUBESTACIONES Y REDES ELÉCTRICAS

16. INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA

Los sistemas eléctricos de potencia son fundamentales en la sociedad moderna, ya que permiten la generación, transmisión y distribución de energía eléctrica desde las fuentes de producción hasta los consumidores finales. Estos sistemas están compuestos por una serie de componentes y subsistemas interconectados que trabajan en conjunto para garantizar un suministro eléctrico eficiente, seguro y confiable.

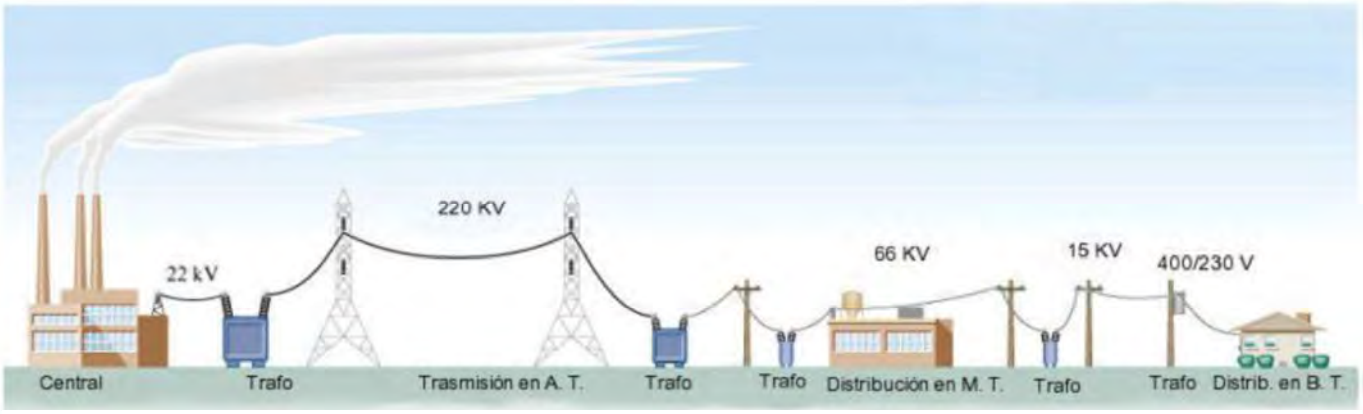
Definición de Sistemas Eléctricos de Potencia

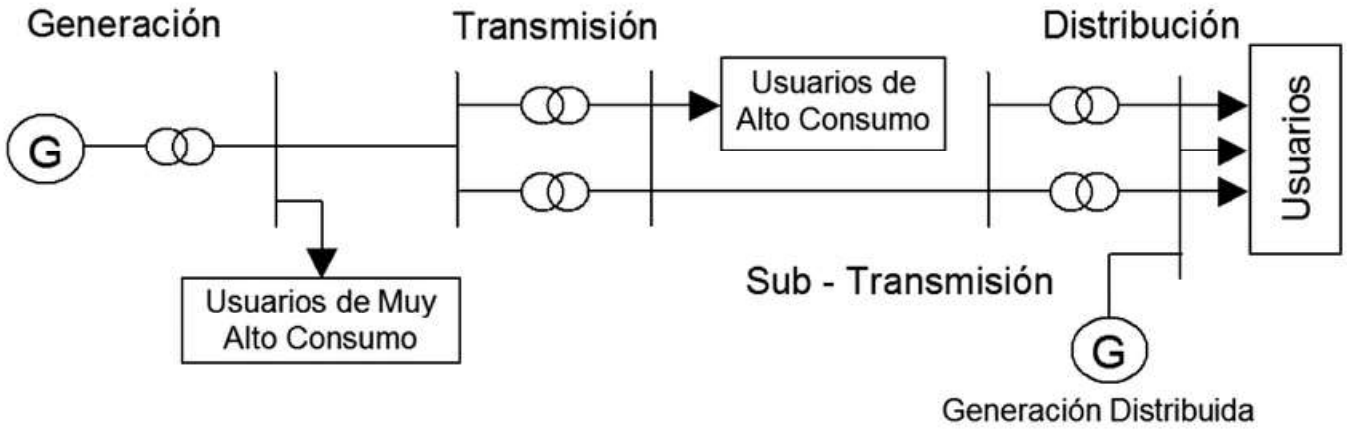
Un sistema eléctrico de potencia se define como una red compuesta por unidades generadoras de energía eléctrica, líneas de transmisión, sistemas de distribución y cargas eléctricas, junto con los equipos asociados, conectados de manera eléctrica o mecánica para suministrar energía a los usuarios finales. La función principal de estos sistemas es transformar la energía de fuentes primarias en energía eléctrica y entregarla a los consumidores de manera eficiente y segura.



Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

Componentes Principales de un Sistema Eléctrico de Potencia





1. **Generación**: Es el proceso mediante el cual se produce energía eléctrica a partir de diversas fuentes primarias, como combustibles fósiles, energía nuclear, hidroeléctrica, eólica y solar. Las centrales generadoras convierten estas formas de energía en electricidad, generalmente en niveles de alta tensión para facilitar su transmisión.

2. **Transmisión**: Una vez generada, la energía eléctrica se transporta a largas distancias a través de líneas de transmisión de alta tensión. Este proceso minimiza las pérdidas de energía y conecta las plantas generadoras con las áreas de consumo. Las líneas de transmisión pueden ser aéreas o subterráneas y operan en niveles de tensión que varían según la infraestructura y las necesidades del sistema.

3. **Distribución**: La energía transmitida se entrega a subestaciones de distribución, donde se reduce la tensión a niveles adecuados para el consumo industrial, comercial y residencial. Desde estas subestaciones, la energía se distribuye a los usuarios finales a través de redes de distribución que incluyen transformadores, líneas de media y baja tensión, y otros equipos auxiliares.

4. **Cargas**: Representan los dispositivos y sistemas que consumen energía eléctrica, como electrodomésticos, maquinaria industrial, sistemas de iluminación y

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

equipos electrónicos. Las cargas pueden ser de naturaleza resistiva, inductiva o capacitiva, y su comportamiento influye en la operación y estabilidad del sistema eléctrico.

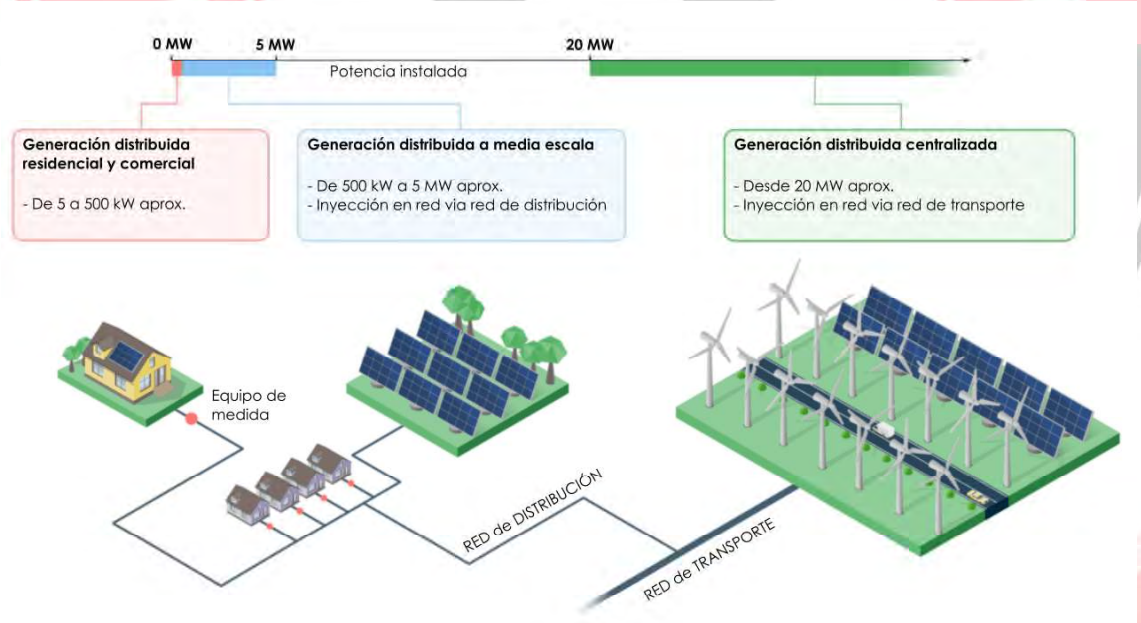
Importancia de los Sistemas Eléctricos de Potencia

La relevancia de los sistemas eléctricos de potencia radica en su capacidad para proporcionar energía de manera continua y confiable, lo cual es esencial para el funcionamiento de prácticamente todas las actividades humanas, desde el uso doméstico hasta procesos industriales complejos. Además, estos sistemas deben adaptarse a las demandas cambiantes de energía y a la integración de fuentes renovables, manteniendo la calidad y estabilidad del suministro eléctrico.

Desafíos Actuales en los Sistemas Eléctricos de Potencia

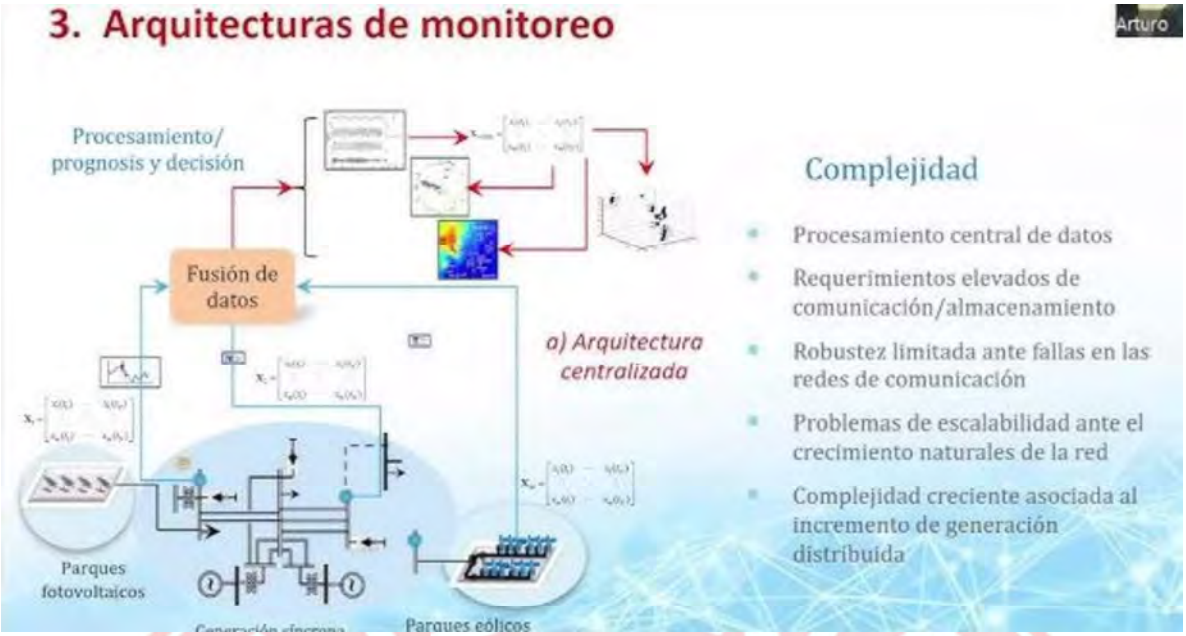
Los sistemas eléctricos de potencia enfrentan diversos desafíos en la actualidad, entre los que se incluyen:

- **Integración de Energías Renovables**: La incorporación de fuentes de energía renovable, como la eólica y la solar, introduce variabilidad en la generación debido a su naturaleza intermitente, lo que requiere una gestión eficiente para mantener el equilibrio entre generación y demanda.



- **Estabilidad y Seguridad**: La complejidad y extensión de las redes eléctricas modernas demandan técnicas avanzadas de monitoreo y control para prevenir fallas y garantizar una operación segura y estable del sistema.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.



- **Eficiencia Energética**: Reducir las pérdidas en la generación, transmisión y distribución de energía es crucial para mejorar la eficiencia global del sistema y minimizar el impacto ambiental asociado con la producción de electricidad.
- **Actualización de Infraestructuras**: Muchas redes eléctricas cuentan con infraestructuras envejecidas que requieren modernización para adaptarse a las nuevas demandas y tecnologías emergentes, como las redes inteligentes y la digitalización de la gestión energética.

Tendencias y Futuro de los Sistemas Eléctricos de Potencia

El futuro de los sistemas eléctricos de potencia se orienta hacia la implementación de redes inteligentes (smart grids) que integran tecnologías de información y comunicación para mejorar la eficiencia, flexibilidad y resiliencia del suministro eléctrico. Estas redes permiten una gestión más dinámica de la generación y el consumo, facilitando la integración de recursos energéticos distribuidos y promoviendo una mayor participación de los consumidores en la gestión energética.

Además, se espera un aumento en la electrificación de sectores como el transporte y la calefacción, lo que incrementará la demanda de energía eléctrica y requerirá una planificación y expansión adecuadas de las infraestructuras eléctricas. La innovación en almacenamiento de energía y la adopción de políticas que fomenten la sostenibilidad y la eficiencia energética serán pilares fundamentales en la evolución de los sistemas eléctricos de potencia.

Conclusión

Los sistemas eléctricos de potencia son la columna vertebral del suministro energético moderno, desempeñando un papel crucial en el desarrollo económico y social.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

Comprender su estructura, funcionamiento y los desafíos que enfrentan es esencial para profesionales y estudiantes del ámbito eléctrico, así como para la sociedad en general, dado su impacto directo en la calidad de vida y en la sostenibilidad ambiental.

Para una comprensión visual y más detallada de los conceptos aquí presentados, se recomienda el siguiente recurso educativo:

https://www.youtube.com/watch?v=7bYtPdHXgLI

16.1. CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

Los centros de transformación son instalaciones eléctricas esenciales en los sistemas de distribución de energía, encargadas de adaptar los niveles de tensión para su adecuada utilización por los consumidores finales. Su correcta implementación y mantenimiento garantizan un suministro eléctrico eficiente y seguro.

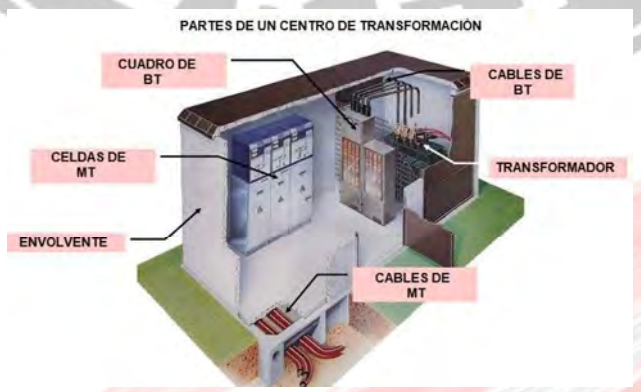
Definición y Función

Un centro de transformación es una instalación que recibe energía eléctrica en alta o media tensión y la transforma a baja tensión, adecuada para el consumo doméstico, comercial o industrial. Esta conversión es fundamental, ya que la energía se transporta a altas tensiones para minimizar pérdidas, pero debe reducirse a niveles seguros antes de su uso final. Además de la transformación de tensión, estos centros desempeñan funciones de protección y distribución de la energía eléctrica.

Clasificación de los Centros de Transformación

Los centros de transformación se pueden clasificar según diversos criterios:

1. **Según su Emplazamiento:**
    - **Interiores:** Ubicados dentro de edificios o estructuras, generalmente en áreas urbanas donde el espacio es limitado.



Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

- **Exteriores:** Situados al aire libre, comúnmente en zonas rurales o industriales con mayor disponibilidad de espacio.



2. **Según su Construcción:**

- **Prefabricados:** Fabricados en módulos que se transportan y ensamblan en el sitio de instalación, lo que facilita su montaje y reduce el tiempo de puesta en servicio.

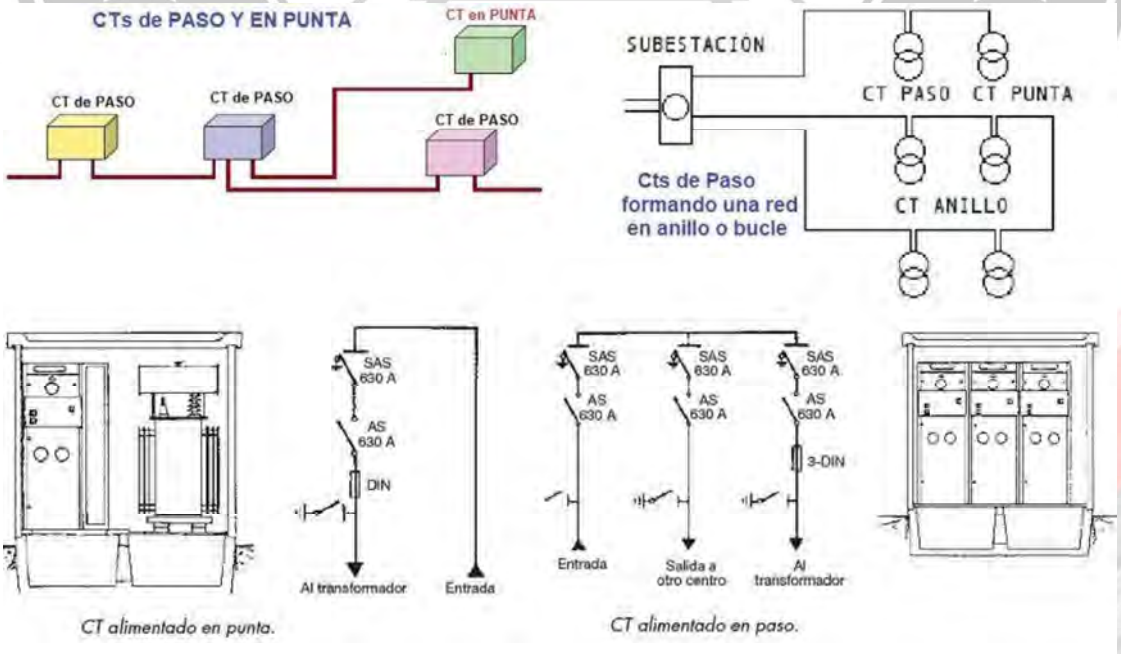


- **Obra Civil:** Construidos directamente en el lugar de instalación, adaptándose a las especificaciones y necesidades particulares del entorno.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.



3. **Según su Propiedad:**
   - **De Compañía Distribuidora:** Propiedad de la empresa encargada de la distribución de energía eléctrica.
   - **De Cliente Privado:** Pertenecen a entidades o individuos que requieren una instalación específica para sus necesidades energéticas.
4. **Según su Alimentación:**
   - **Alimentados en Punta:** Cuentan con una única línea de alimentación, conectados en derivación de la red principal o como punto final de la misma.
   - **Alimentados en Paso (Anillo o Bucle):** Disponen de una línea de entrada y otra de salida hacia otro centro, permitiendo mayor flexibilidad y continuidad en el suministro.



Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

Componentes Principales

Un centro de transformación está compuesto por varios elementos clave:

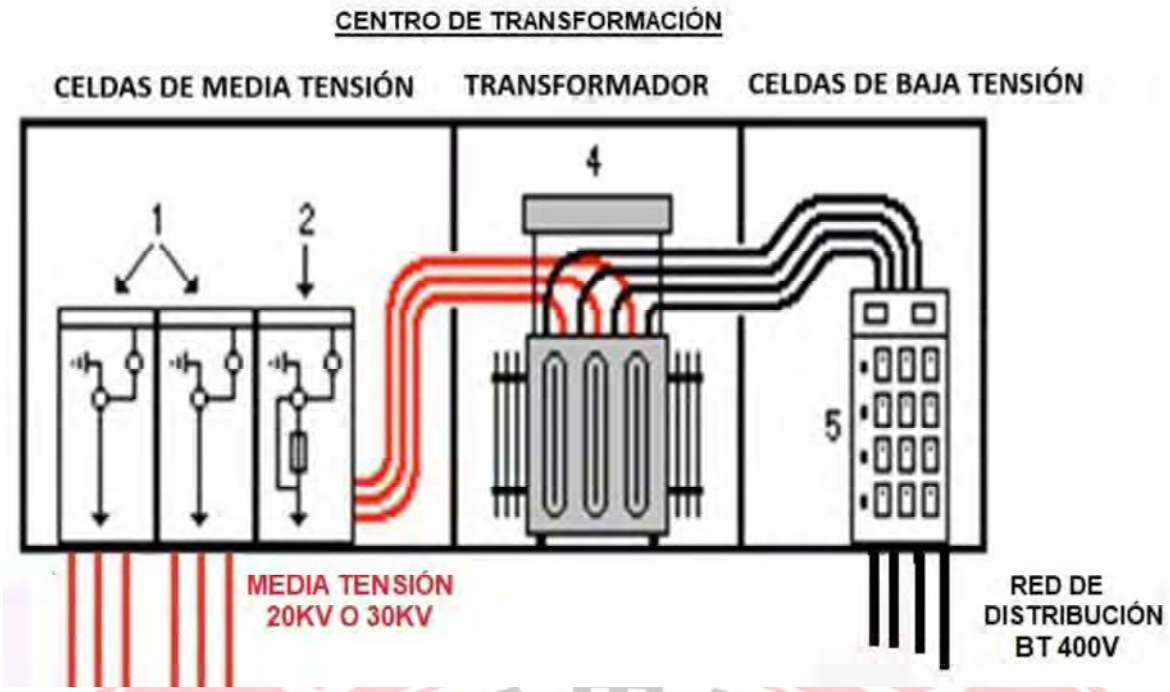
- **Transformador:** Dispositivo principal que reduce la tensión de la energía eléctrica de niveles altos o medios a niveles bajos aptos para el consumo. Puede ser de tipo sumergido en aceite o seco, dependiendo de las necesidades y especificaciones de la instalación.



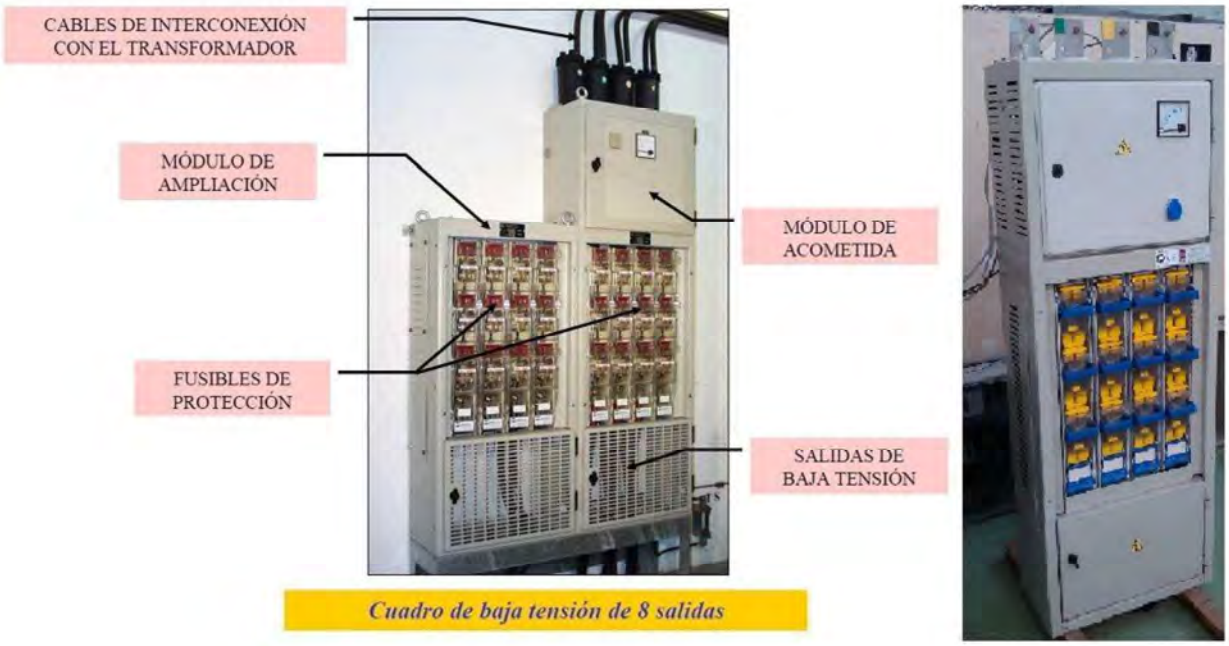
- **Celdas de Media Tensión:** Equipos que permiten la conexión y desconexión de la red de media tensión, proporcionando protección y maniobra. Incluyen interruptores y seccionadores que aseguran el correcto funcionamiento y seguridad del sistema.



Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.



- **Celdas de Baja Tensión:** Facilitan la distribución de la energía transformada a la red de baja tensión, incluyendo dispositivos de protección como interruptores automáticos y fusibles para salvaguardar las instalaciones y los usuarios.



Cuadro de baja tensión de 8 salidas

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

- **Aparamenta de Protección:** Conjunto de dispositivos destinados a proteger el transformador y las líneas asociadas de posibles fallas o sobrecargas, garantizando la seguridad y continuidad del suministro.

APARAMENTA DE LOS CENTROS DE TRANSFORMACIÓN



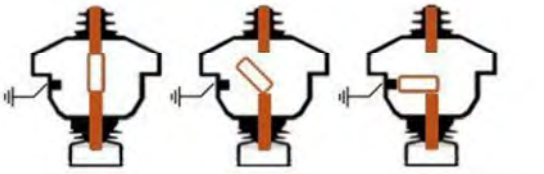
INTERRUPTOR



SECCIONADOR

NTERRUPTOR AUTOMÁTICO CON PUESTA A TIERRA





1. Botones de apertura y cierre.
2. Conexión para la línea
3. Conexión para el funcionamiento de la tierra. Necesita palanca
4. Lámparas de señalización de tensión.
5. Aisladores superiores
6. Recinto (parte de potencia)
7. Caja
8. Aisladores inferiores
9. Esquema Unifilar

SECCIONADOR DE PUESTA A TIERRA



FUSIBLE



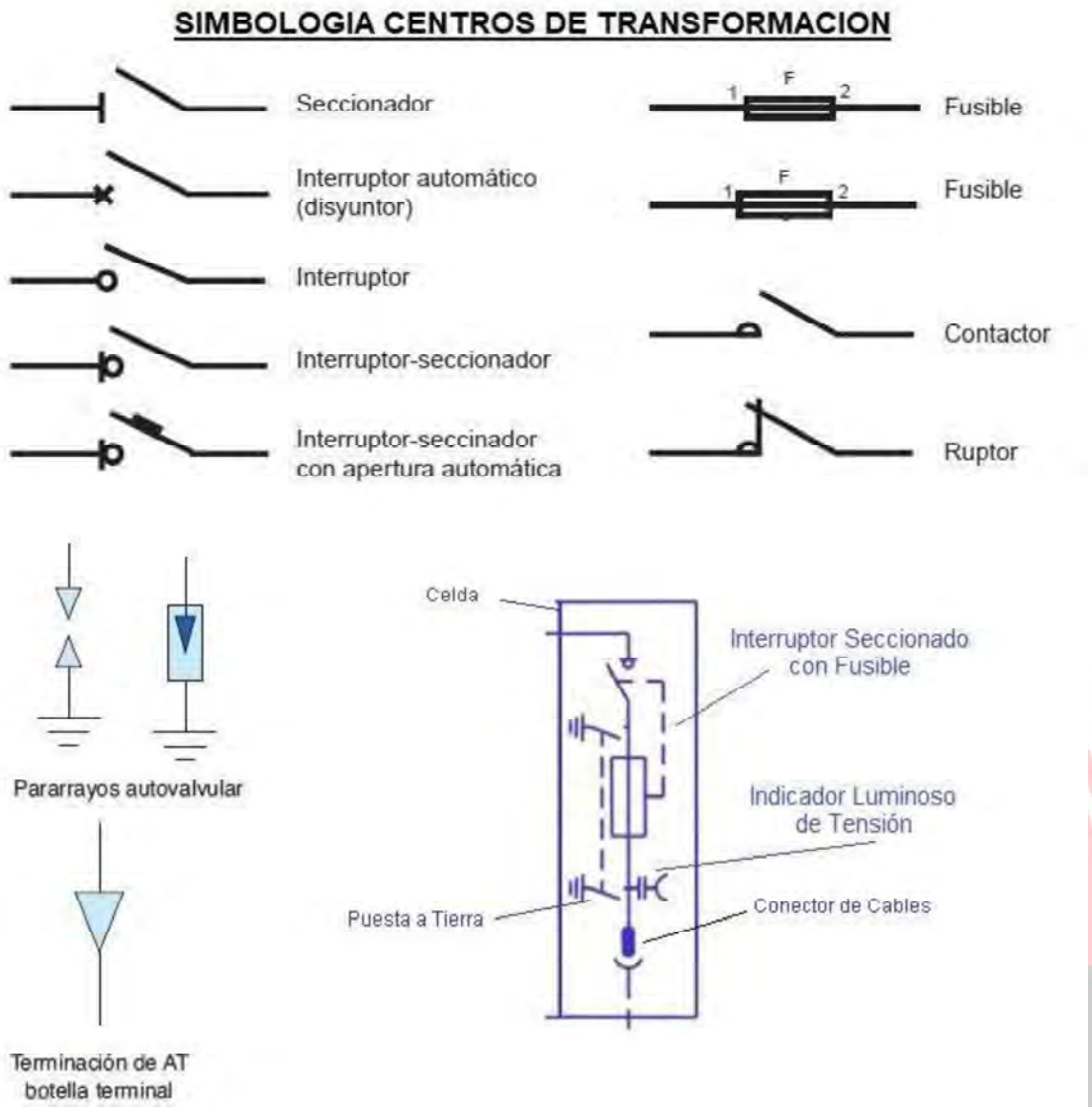
Pararrayos Autovalvular



Terminacion MT



Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.



- **Envolvente o Recinto:** Estructura que alberga y protege todos los componentes internos del centro de transformación, resguardándolos de condiciones ambientales adversas y accesos no autorizados. Puede estar construida en materiales como hormigón prefabricado, chapa metálica o mediante obra civil con ladrillo.



Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

16.2. SUBESTACIONES ELÉCTRICAS

Las subestaciones eléctricas son componentes fundamentales en los sistemas de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica. Su función principal es modificar los niveles de tensión para facilitar el transporte eficiente de la electricidad desde las plantas generadoras hasta los consumidores finales. Además, desempeñan roles cruciales en la protección, control y maniobra de la red eléctrica.

Definición y Función

Una subestación eléctrica es una instalación diseñada para transformar los niveles de tensión de la energía eléctrica, adaptándolos a las necesidades específicas de transmisión o distribución. Estas instalaciones permiten que la electricidad generada en centrales eléctricas sea transportada a largas distancias a altas tensiones, minimizando las pérdidas, y posteriormente reducida a niveles seguros y utilizables para el consumo industrial, comercial y residencial. Además de la transformación de tensión, las subestaciones facilitan la interconexión de diferentes circuitos, la protección de la infraestructura eléctrica y la regulación del flujo de energía.

Tipos de Subestaciones

Las subestaciones eléctricas se clasifican según diversas características:

1. **Según su Función:**
   - **Subestaciones de Transformación:** Utilizan transformadores para cambiar el nivel de tensión de la energía eléctrica. Pueden ser:
     - **Elevadoras:** Aumentan la tensión para facilitar la transmisión a largas distancias.
     - **Reductoras:** Disminuyen la tensión a niveles adecuados para la distribución y consumo.



Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

- **Subestaciones de Maniobra:** No alteran los niveles de tensión, sino que conectan y desconectan circuitos, creando nodos en la red que mejoran la flexibilidad y confiabilidad del sistema.



2. **Según su Ubicación:**
   - **Interiores:** Situadas dentro de edificios, comúnmente en áreas urbanas donde el espacio es limitado.
   - **Exteriores:** Ubicadas al aire libre, generalmente en zonas rurales o industriales con mayor disponibilidad de espacio.
3. **Según el Tipo de Aislamiento:**
   - **Aire Libre:** Los componentes están expuestos al ambiente y utilizan el aire como medio de aislamiento.
   - **Aisladas en Gas (GIS):** Los equipos están encapsulados y utilizan gases como el hexafluoruro de azufre (SF_6) para el aislamiento.

Componentes Principales

Una subestación eléctrica está compuesta por diversos elementos clave que aseguran su correcto funcionamiento:



Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

- **Transformadores de Potencia:** Dispositivos que modifican los niveles de tensión, permitiendo la transmisión y distribución eficiente de la energía.



- **Interruptores de Potencia:** Equipos que permiten la conexión y desconexión de circuitos bajo carga, protegiendo el sistema ante fallas o sobrecargas.



Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

- **Seccionadores:** Dispositivos que abren o cierran circuitos en ausencia de carga, proporcionando aislamiento seguro para tareas de mantenimiento.



- **Transformadores de Medida:** Incluyen transformadores de corriente y de potencial, que reducen los valores de corriente y tensión a niveles medibles y seguros para los instrumentos y sistemas de protección.



Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

- **Barras Colectoras:** Conductores que interconectan diferentes circuitos dentro de la subestación, facilitando la distribución de energía entre ellos.



- **Sistemas de Protección y Control:** Conjunto de relés, dispositivos de monitoreo y sistemas de automatización que detectan anomalías y actúan para proteger la infraestructura y mantener la estabilidad del sistema.



Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

- **Pararrayos:** Protegen los equipos de sobretensiones transitorias causadas por descargas atmosféricas, derivando la energía del rayo a tierra.



- **Sistemas de Puesta a Tierra:** Garantizan que cualquier fuga de corriente se dirija de manera segura al suelo, protegiendo tanto a las personas como a los equipos.



Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

Diseño y Construcción

El diseño y la construcción de una subestación eléctrica requieren una planificación meticulosa que considere diversos factores:

- **Selección del Sitio:** Evaluación de la ubicación basada en criterios como proximidad a la carga, accesibilidad, condiciones ambientales y disponibilidad de espacio.
- **Criterios Técnicos:** Determinación de los niveles de tensión, capacidad de carga, tipo de aislamiento y configuración de la subestación según las necesidades del sistema.
- **Consideraciones Ambientales:** Análisis del impacto ambiental, incluyendo emisiones sonoras, campos electromagnéticos y medidas para mitigar efectos negativos en el entorno.
- **Normativas y Estándares:** Cumplimiento de las regulaciones locales e internacionales que rigen la construcción y operación de instalaciones eléctricas, asegurando la seguridad y eficiencia.
- **Seguridad y Accesibilidad:** Diseño que facilite el acceso para operaciones y mantenimiento, incorporando medidas de seguridad para el personal y el público en general.

La construcción implica la instalación de los componentes mencionados, la implementación de sistemas de control y protección, y la realización de pruebas exhaustivas para garantizar el correcto funcionamiento antes de su puesta en servicio.

Conclusión

Las subestaciones eléctricas son pilares esenciales en la infraestructura energética, asegurando que la energía generada llegue de manera eficiente y segura a los consumidores finales. Una comprensión detallada de su función, tipos, componentes y consideraciones de diseño es vital para profesionales del sector eléctrico y para el desarrollo sostenible de los sistemas de energía.

Para una comprensión visual y más detallada de los conceptos aquí presentados, se recomienda el siguiente recurso educativo:

https://www.youtube.com/watch?v=ERoM4KaL1tE

16.3. INNOVACIONES Y TENDENCIAS ACTUALES EN CENTROS DE TRANSFORMACIÓN, SUBESTACIONES Y REDES ELÉCTRICAS

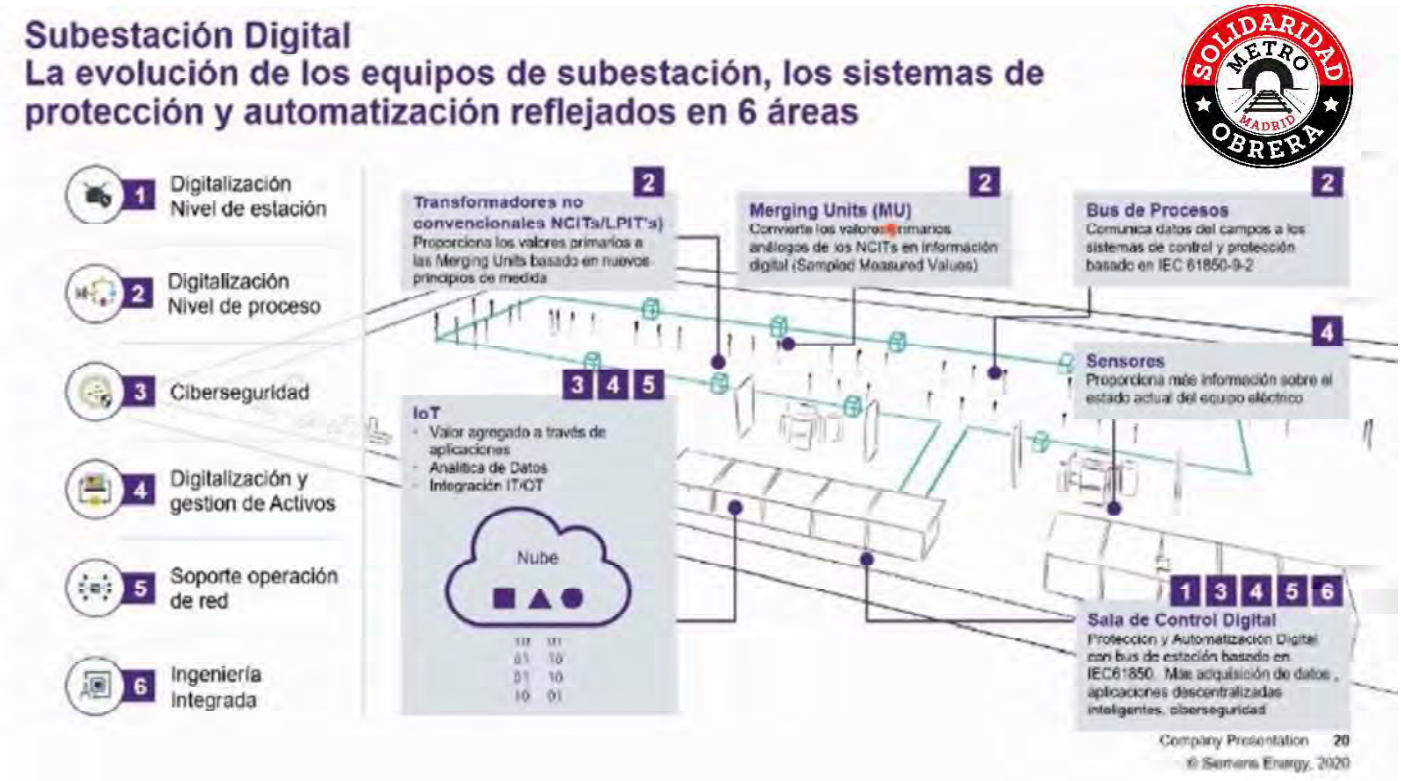
El sector eléctrico está experimentando una transformación significativa impulsada por avances tecnológicos y la creciente demanda de energía sostenible y eficiente. Los centros de

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

transformación, subestaciones y redes eléctricas son componentes clave en esta evolución, adoptando innovaciones que mejoran su rendimiento, seguridad y adaptabilidad.

1. Digitalización y Subestaciones Inteligentes

La digitalización ha permitido la transición de infraestructuras tradicionales a sistemas inteligentes. Las subestaciones eléctricas digitales incorporan dispositivos de medición avanzados, sensores y sistemas de comunicación que facilitan el monitoreo en tiempo real y el control remoto. Esta transformación ofrece múltiples beneficios:

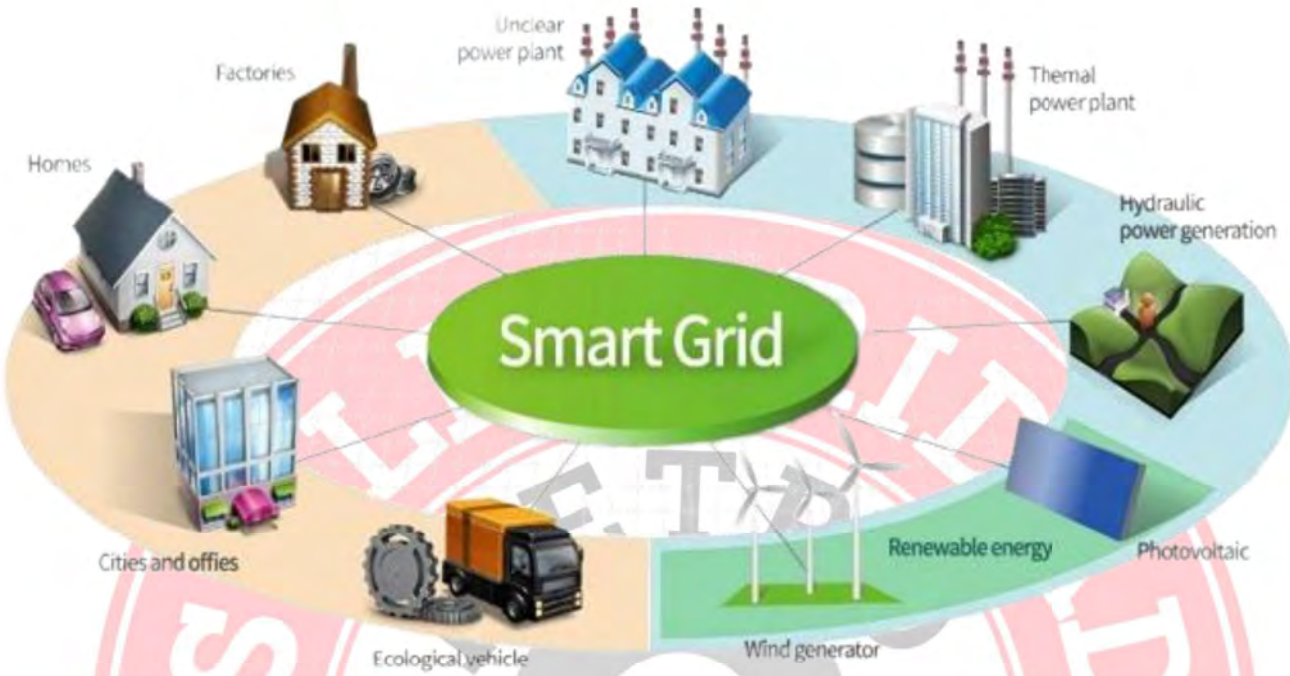


- **Eficiencia Operativa Mejorada:** La automatización de procesos reduce la necesidad de intervenciones manuales, minimizando errores y optimizando la gestión de recursos.
- **Mayor Seguridad:** Los sistemas de detección temprana de fallas y análisis predictivo permiten identificar y abordar problemas potenciales antes de que se conviertan en incidentes críticos.
- **Integración de Energías Renovables:** Las subestaciones digitales facilitan la incorporación de fuentes de energía renovable, gestionando eficientemente la variabilidad en la generación y asegurando la estabilidad de la red.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

2. Redes Eléctricas Inteligentes (Smart Grids)

Las redes eléctricas inteligentes representan una evolución de las redes tradicionales mediante la integración de tecnologías de la información y comunicación. Estas redes ofrecen una serie de ventajas:



- **Bidireccionalidad del Flujo de Energía:** Permiten que la energía fluya en ambas direcciones, facilitando que los consumidores también actúen como productores (prosumidores) y contribuyan al suministro energético.
- **Flexibilidad y Adaptabilidad:** Pueden responder dinámicamente a cambios en la demanda y oferta de energía, optimizando el uso de recursos y reduciendo pérdidas.
- **Monitoreo y Control en Tiempo Real:** La digitalización y automatización permiten una supervisión constante de la red, mejorando la calidad del servicio y la capacidad de respuesta ante contingencias.

3. Integración de Energías Renovables y Almacenamiento de Energía

La transición hacia fuentes de energía más limpias ha impulsado la necesidad de adaptar las infraestructuras eléctricas para integrar eficientemente energías renovables. Las innovaciones en este ámbito incluyen:

- **Sistemas de Almacenamiento de Energía:** La implementación de baterías avanzadas permite almacenar excedentes de energía generada, garantizando un suministro constante incluso cuando la producción es variable.
- **Equipos de Maniobra Híbridos:** Combinan componentes de diferentes tecnologías para manejar flujos de energía variables, asegurando la estabilidad y continuidad del servicio.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

4. Mejora en Seguridad y Fiabilidad

La seguridad y la fiabilidad son pilares fundamentales en el diseño y operación de infraestructuras eléctricas. Las tendencias actuales se enfocan en:

- **Equipos Resistentes a Arcos Eléctricos:** Diseñados para proteger al personal y los equipos de los peligros asociados con arcos eléctricos, conteniendo y redirigiendo la energía generada.
- **Sistemas Avanzados de Detección de Fallas:** Utilizan tecnologías de monitoreo para identificar anomalías en etapas tempranas, permitiendo intervenciones proactivas y reduciendo el riesgo de interrupciones.

5. Inversiones en Infraestructura y Modernización

Las empresas del sector están destinando recursos significativos para modernizar y expandir sus infraestructuras:

- **Proyectos de Resiliencia Climática:** Iniciativas como la inversión de 100 millones de euros por parte de Iberdrola para rediseñar redes afectadas por fenómenos climáticos extremos buscan fortalecer la infraestructura contra eventos adversos.
- **Expansión de Redes de Distribución:** Endesa planea invertir 9.600 millones de euros hasta 2027, destinando el 42% a la mejora de la red de distribución eléctrica, con el objetivo de adaptarse a las demandas actuales y futuras.

6. Desafíos y Oportunidades

A pesar de los avances, el sector enfrenta desafíos como la falta de capacidad en la red para atender todas las solicitudes de conexión energética, lo que ha resultado en el rechazo de casi la mitad de las peticiones en 2024. Esto subraya la necesidad de:

- **Regulaciones Más Ágiles:** Simplificar los procedimientos para la aprobación de proyectos y conexiones, acelerando la implementación de soluciones innovadoras.
- **Inversión en Capacitación:** Formar a profesionales en las nuevas tecnologías y sistemas emergentes para asegurar una transición eficiente y segura hacia infraestructuras más avanzadas.

Conclusión

La evolución de los centros de transformación, subestaciones y redes eléctricas está marcada por una tendencia hacia la digitalización, la integración de energías renovables y la mejora continua en seguridad y eficiencia. Las inversiones estratégicas y la adopción de tecnologías emergentes son esenciales para enfrentar los desafíos actuales y futuros, garantizando un suministro eléctrico robusto y sostenible.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

MÓDULO 10: APARATOS DE MEDIDA

17. PRINCIPIOS BÁSICOS DE MEDICIÓN ELÉCTRICA

Los aparatos de medida son dispositivos esenciales en el ámbito de la electricidad y la electrónica, ya que permiten cuantificar diversas magnitudes eléctricas como corriente, tensión, resistencia y potencia. Estas mediciones son fundamentales para el diseño, análisis, mantenimiento y reparación de sistemas eléctricos, garantizando su correcto funcionamiento y seguridad.

Principios Básicos de la Medición Eléctrica

Medir implica comparar una magnitud desconocida con una unidad de referencia establecida, obteniendo así un valor numérico que representa dicha magnitud. En el contexto eléctrico, las principales magnitudes a medir son:

- **Corriente Eléctrica (I):** Flujo de carga eléctrica a través de un conductor, medido en amperios (A).
- **Tensión o Voltaje (V):** Diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos, medida en voltios (V).
- **Resistencia Eléctrica (R):** Oposición que presenta un material al paso de la corriente, medida en ohmios (Ω).
- **Potencia Eléctrica (P):** Tasa a la cual se transfiere energía eléctrica, medida en vatios (W).

Para realizar estas mediciones, se emplean diversos instrumentos, cada uno diseñado para una función específica:

La precisión en la medición depende de factores como la calidad del instrumento, su calibración y el correcto procedimiento de uso. Es crucial seleccionar el rango adecuado en el aparato de medida y asegurarse de que las conexiones sean las correctas para evitar daños en el instrumento o en el circuito bajo prueba.

En resumen, los aparatos de medida y los principios básicos de la medición eléctrica son pilares fundamentales en la práctica de la ingeniería eléctrica y electrónica, proporcionando los datos necesarios para el análisis y la toma de decisiones informadas en el desarrollo y mantenimiento de sistemas eléctricos.

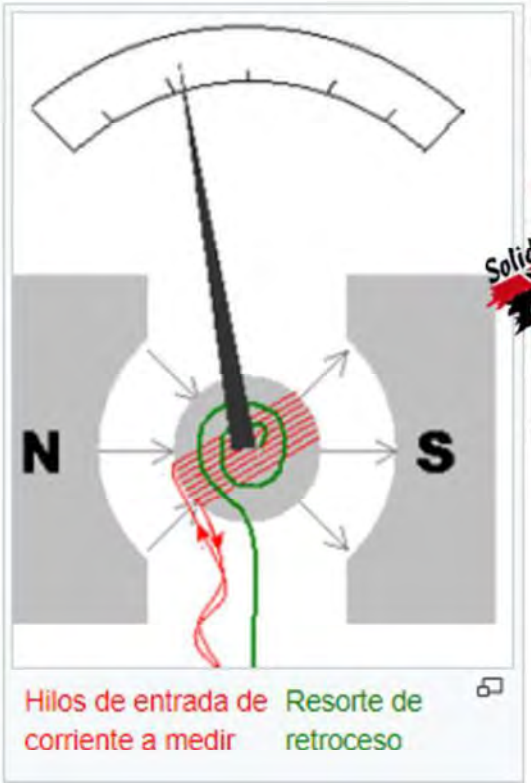
Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

17.1. TIPOS DE INSTRUMENTOS DE MEDIDA: GALVANÓMETRO, AMPERÍMETRO, VOLTÍMETRO, ÓHMETRO, MULTÍMETROS, OSCILOSCOPIOS, ANALIZADOR DE ESPECTROS, PINZAS AMPERIMÉTRICAS

17.1.1. Galvanómetro.

Un galvanómetro es un instrumento que se usa para detectar y medir la corriente eléctrica. Se trata de un transductor analógico electromecánico que produce una deformación de rotación en una aguja o puntero en respuesta a la corriente eléctrica que fluye a través de su bobina. Este término se ha ampliado para incluir los usos del mismo dispositivo en equipos de grabación, posicionamiento y servomecanismos.

Es capaz de detectar la presencia de pequeñas corrientes en un circuito cerrado, y puede ser adaptado, mediante su calibración, para medir su magnitud. Su principio de operación (bobina móvil e imán fijo) se conoce como mecanismo de D'Arsonval, en





honor al científico que lo desarrolló. Este consiste en una bobina normalmente rectangular, por la cual circula la corriente que se quiere medir. Esta bobina está suspendida dentro del campo magnético asociado a un imán permanente, según su eje vertical, de forma tal que el ángulo de giro de dicha bobina es proporcional a la corriente que la atraviesa. La inmensa mayoría de los instrumentos indicadores de aguja empleados en instrumentos analógicos se basan en el principio de operación explicado,

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

utilizándose una bobina suspendida dentro del campo asociado a un imán permanente. Los métodos de suspensión empleados varían, lo cual determina la sensibilidad del instrumento. Así, cuando la suspensión se logra mediante una cinta metálica tensa, puede obtenerse deflexión a plena escala con solo 2µA, pero el instrumento resulta extremadamente frágil, mientras que el sistema de "joyas y pivotes", semejante al empleado en relojería, permite obtener un instrumento más robusto, pero menos sensible que el anterior, en el que típicamente se obtiene deflexión a plena escala, con 50µA.

17.1.2. Amperímetro.

Un amperímetro en términos generales, es un simple galvanómetro (instrumento para detectar pequeñas cantidades de corriente), con una resistencia en paralelo, llamada "resistencia shunt". El amperímetro se utiliza para medir la intensidad de las corrientes eléctricas. Disponiendo de una gama de resistencias shunt, se puede disponer de un amperímetro con varios rangos o intervalos de medición. Los amperímetros tienen una resistencia interna muy pequeña, por debajo de 1 ohmio, con la finalidad de que su presencia no disminuya la corriente a medir cuando se conecta a un circuito eléctrico.

El aparato descrito corresponde al diseño original, ya que en la actualidad los amperímetros utilizan un conversor analógico/digital para la medida de la caída de tensión en un resistor por el que circula la corriente a medir. La lectura del conversor es leída por un microprocesador que realiza los cálculos para presentar en un display numérico el valor de la corriente eléctrica circulante.





Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

17.1.3. Voltímetro.

Un voltímetro es un instrumento de medición que se utiliza para medir la diferencia de potencial eléctrico, también conocido como voltaje, entre dos puntos en una corriente eléctrica. El voltaje se conoce como la energía potencial eléctrica por unidad de carga, es responsable de la conducción de una corriente de un electrón a otro electrón.

Se mide la cantidad de carga eléctrica positiva a medida que entre un punto dentro de un circuito eléctrico y luego mide la entrada negativa a medida que pasa a través de otro punto.

En términos técnicos, los voltímetros son considerados como amperímetros, esto es porque miden la corriente eléctrica en lugar de la tensión. El voltaje solamente se mide cuando la corriente eléctrica se transmite en el circuito eléctrico a través de la resistencia.

Los voltímetros originalmente eran galvanómetros, también se le conocen como multímetros porque también miden la resistencia y la corriente.

¿Qué partes tiene un Voltímetro?

Un voltímetro tiene tres partes que usted necesita saber antes de que puedas utilizarlo

Terminal de entrada positivo (normalmente color rojo).

Terminal de entrada negativo (generalmente color negro).

Muestra, donde puedes encontrar los resultados de la medición: Si es analógico tendrás que leer los resultados de una escala. Si es digital, los resultados se mostrarán como una lectura en una pantalla LCD o LED.





Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

17.1.4. Óhmetro.

Un ohmímetro es un instrumento para medir la resistencia eléctrica.

Su diseño se compone de una pequeña batería para aplicar un voltaje a la resistencia de baja medida, para luego, mediante un galvanómetro, medir la corriente que circula a través de la resistencia.

La escala del galvanómetro que está calibrada directamente en ohmios, ya que, en aplicación de la ley de Ohm, al ser fijo el voltaje de la batería, la intensidad circulante a través del galvanómetro sólo va a depender del valor de la resistencia bajo medida, esto es, a menor resistencia mayor intensidad de corriente y viceversa.

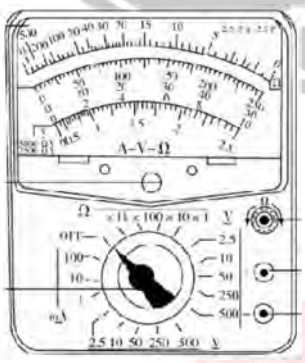
Existen también otros tipos de óhmetros más exactos y sofisticados, en los que la batería ha sido sustituida por un circuito que genera una corriente de intensidad constante **I**, la cual se hace circular a través de la resistencia **R** bajo prueba. Luego, mediante otro circuito se mide el voltaje **V** en los extremos de la resistencia. De acuerdo con la ley de Ohm el valor de **R** vendrá dado por:

$$R = \frac{V}{I}$$

Para medidas de alta precisión la disposición indicada anteriormente no es apropiada, por cuanto que la lectura del medidor es la suma de la resistencia de los cables de medida y la de la resistencia bajo prueba.

Para evitar este inconveniente, un óhmetro de precisión tiene cuatro terminales, denominados contactos Kelvin. Dos terminales llevan la corriente constante desde el medidor a la resistencia, mientras que los otros dos permiten la medida del voltaje directamente entre terminales de la misma, con lo que la caída de tensión en los conductores que aplican dicha corriente constante a la resistencia bajo prueba no afecta a la exactitud de la medida.

El Óhmetro fue inventado por el físico alemán George Simon Alfred Ohm.



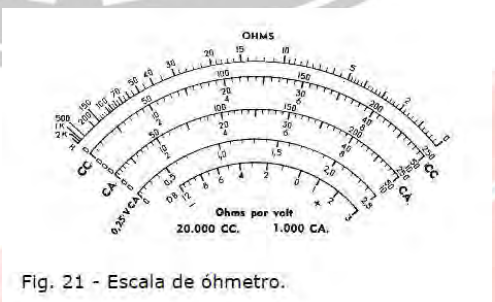


Fig. 21 - Escala de óhmetro.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

17.1.5. Multímetro.



El multímetro es un dispositivo que se utiliza para la medición de magnitudes eléctricas. Estos instrumentos pueden emplearse con corriente alterna o con corriente continua.

También conocido como tester o polímetro, el multímetro puede medir magnitudes pasivas (como la resistencia) o magnitudes activas (como la tensión). Existen los multímetros analógicos y los multímetros digitales.

Los multímetros usan galvanómetros, que pueden registrar la intensidad de corrientes eléctricas muy pequeñas. El galvanómetro completa un cierto circuito eléctrico para la medición de las diversas magnitudes.

Por sus características, el multímetro puede funcionar de distintos modos. Como óhmetro, está en condiciones de medir las resistencias en ohmios. Como voltímetro, sirve para la medición de la diferencia de potencial que hay entre puntos de un circuito eléctrico. Otra modalidad del multímetro es su accionar como amperímetro, midiendo la intensidad de las corrientes.

En el plano ideal, un multímetro como voltímetro no extrae corriente y presenta una resistencia de entrada infinita. De igual manera, como amperímetro ideal, el multímetro no registra caída de voltaje y cuenta con resistencia de entrada cero. Las características de los equipos reales, sin embargo, son diferentes.

En algunos casos, los multímetros pueden ofrecer prestaciones adicionales. Usarse para realizar pruebas de líneas telefónicas, comprobar los circuitos electrónicos de un automóvil o funcionar como osciloscopio son algunas de las posibilidades.

Por otra parte, es importante destacar que, como mecanismo de seguridad, los multímetros suelen contar con uno o dos fusibles. Esto permite que, si se produce un exceso de corriente, el artefacto no se dañe.

17.1.6. Osciloscopio.

Un osciloscopio es un instrumento de visualización electrónico para la representación gráfica de señales eléctricas que pueden variar en el tiempo. Es muy usado en electrónica de señales, frecuentemente junto a un analizador de espectro.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

Presenta los valores de las señales eléctricas en forma de coordenadas en una pantalla, en la que normalmente el eje x (horizontal) representa tiempos y el eje y (vertical) representa tensiones. La imagen así obtenida se denomina oscilograma. Suelen incluir otra entrada, llamada «eje THRASHER» o «Cilindro de Wehnelt» que controla la luminosidad del haz, permitiendo resaltar o apagar algunos segmentos de la traza.

Los osciloscopios, clasificados según su funcionamiento interno; pueden ser tanto analógicos como digitales, siendo el resultado mostrado idéntico en cualquiera de los dos casos (en teoría).

Osciloscopio analógico

La tensión a medir se aplica a las placas de desviación vertical oscilante de un tubo de rayos catódicos (utilizando un amplificador con alta impedancia de entrada y ganancia ajustable) mientras que a las placas de desviación horizontal se aplica una tensión en diente de sierra (denominada así porque, de forma repetida, crece suavemente y luego cae de forma brusca). Esta tensión es producida mediante un circuito oscilador apropiado y su frecuencia puede ajustarse dentro de un amplio rango de valores, lo que permite adaptarse a la frecuencia de la señal a medir. Esto es lo que se denomina base de tiempos.

En la Figura 1 se puede ver una representación esquemática de un osciloscopio con indicación de las etapas mínimas fundamentales. El funcionamiento es el siguiente:

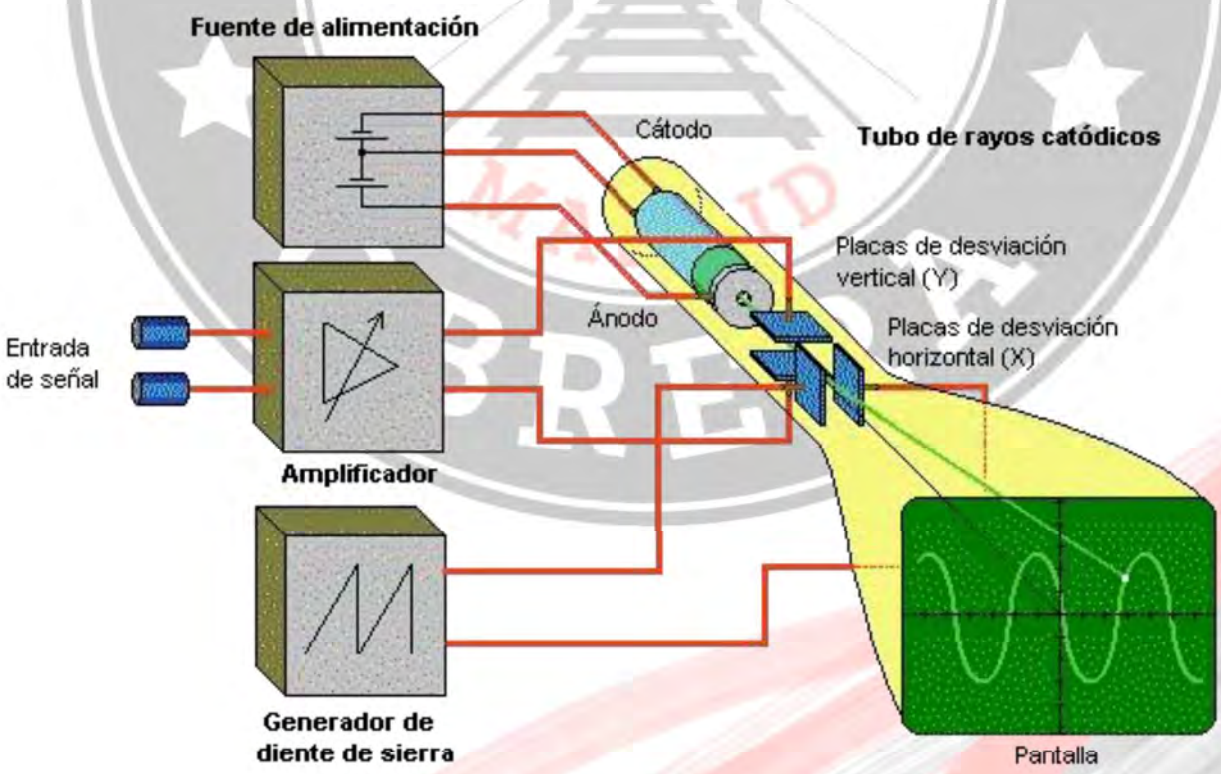


Figura 1. Representación esquemática de un osciloscopio

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

En el tubo de rayos catódicos el rayo de electrones generado por el cátodo y acelerado por el ánodo llega a la pantalla, recubierta interiormente de una capa fluorescente que se ilumina por el impacto de los electrones.

Si se aplica una diferencia de potencial a cualquiera de las dos parejas de placas de desviación, tiene lugar una desviación del haz de electrones debido al campo eléctrico creado por la tensión aplicada. De este modo, la tensión en diente de sierra, que se aplica a las placas de desviación horizontal, hace que el haz se mueva de izquierda a derecha y durante este tiempo, en ausencia de señal en las placas de desviación vertical, dibuje una línea recta horizontal en la pantalla y luego vuelva al punto de partida para iniciar un nuevo barrido. Este retorno no es percibido por el ojo humano debido a la velocidad a que se realiza y a que, de forma adicional, durante el mismo se produce un apagado (borrado) parcial o una desviación del rayo.

Si en estas condiciones se aplica a las placas de desviación vertical la señal a medir (a través del amplificador de ganancia ajustable) el haz, además de moverse de izquierda a derecha, se moverá hacia arriba o hacia abajo, dependiendo de la polaridad de la señal, y con mayor o menor amplitud dependiendo de la tensión aplicada.

Al estar los ejes de coordenadas divididos mediante marcas, es posible establecer una relación entre estas divisiones y el período del diente de sierra en lo que se refiere al eje x y al voltaje en lo referido al x. Con ello a cada división horizontal corresponderá un tiempo concreto, del mismo modo que a cada división vertical corresponderá una tensión concreta. De esta forma en caso de señales periódicas se puede determinar tanto su período como su amplitud.



Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

El margen de escalas típico, que varía de microvoltios a unos pocos voltios y de microsegundos a varios segundos, hace que este instrumento sea muy versátil para el estudio de una gran variedad de señales.

Limitaciones del osciloscopio analógico

El osciloscopio analógico tiene una serie de limitaciones propias de su funcionamiento:

Las señales deben ser periódicas. Para ver una traza estable, la señal debe ser periódica ya que es la periodicidad de dicha señal la que refresca la traza en la pantalla. Para solucionar este problema se utilizan señales de sincronismo con la señal de entrada para disparar el barrido horizontal (trigger level) o se utilizan osciloscopios con base de tiempo disparada.

Las señales muy rápidas reducen el brillo. Cuando se observa parte del período de la señal, el brillo se reduce debido a la baja persistencia fosfórica de la pantalla. Esto se soluciona colocando un potencial post-acelerador en el tubo de rayos catódicos.

Las señales lentas no forman una traza. Las señales de frecuencias bajas producen un barrido muy lento que no permite a la retina integrar la traza. Esto se solventa con tubos de alta persistencia. También existían cámaras Polaroid especialmente adaptadas para fotografiar las pantallas de osciloscopios. Manteniendo la exposición durante un periodo se obtiene una foto de la traza. Otra forma de solucionar el problema es dando distintas pendientes al diente de sierra del barrido horizontal. Esto permite que tarde más tiempo en barrer toda la pantalla, y por ende pueden visualizarse señales de baja frecuencia pero se verá un punto desplazándose a través de la pantalla debido a que la persistencia fosfórica no es elevada.

Solo se pueden ver transitorios si estos son repetitivos; pero puede utilizarse un osciloscopio con base de tiempo disparada. Este tipo de osciloscopio tiene un modo de funcionamiento denominado «disparo único». Cuando viene un transitorio el osciloscopio mostrará este y solo este, dejando de barrer una vez que la señal ya fue impresa en la pantalla.

Osciloscopio digital

En el osciloscopio digital la señal es previamente digitalizada por un conversor analógico digital. Al depender la fiabilidad de la visualización de la calidad de este componente, esta debe ser cuidada al máximo.

Las características y procedimientos señalados para los osciloscopios analógicos son aplicables a los digitales. Sin embargo, en estos se tienen posibilidades adicionales, tales como el disparo anticipado (pre-triggering) para la visualización de eventos de corta duración, o la memorización del oscilograma transfiriendo los datos a un PC. Esto

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

permite comparar medidas realizadas en el mismo punto de un circuito o elemento. Existen asimismo equipos que combinan etapas analógicas y digitales.

La principal característica de un osciloscopio digital es la velocidad de muestreo; la misma determinará el ancho de banda máximo que puede medir el instrumento basándose en el teorema de Nyquist. Viene expresada en MS/s (millones de samples 'muestras' por segundo).

La mayoría de los osciloscopios digitales en la actualidad están basados en control por FPGA (del inglés Field Programmable Gate Array), el cual es el elemento controlador del conversor analógico a digital de alta velocidad del aparato y demás circuitería interna, como memoria, buffers, entre otros.

Estos osciloscopios añaden prestaciones y facilidades al usuario imposibles de obtener con circuitería analógica, como los siguientes:

- Medida automática de valores de pico, máximos y mínimos de señal. Verdadero valor eficaz.
- Medida de flancos de la señal y otros intervalos.
- Captura de transitorios.
- Cálculos avanzados, como la FFT para calcular el espectro de la señal. También sirve para medir señales de tensión.

Dentro del osciloscopio digital existen dos tipos que se diferencian claramente:

- **De banco**: más potentes que los que lo preceden, hechos para tener en una sola localización durante más tiempo.



Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

- **Portátil**: con menos potencia, pero más compactos para llevar de un sitio a otro.



17.1.7. Analizador de espectro.

Un analizador de espectro es un equipo de medición electrónica que permite visualizar en una pantalla los componentes espectrales en un espectro de frecuencias de las señales presentes en la entrada, pudiendo ser ésta cualquier tipo de ondas eléctricas, acústicas u ópticas.

En otras palabras, se conoce como una máquina o un aparato el cual te deja ver la frecuencia y el tamaño de una onda electromagnética.

En el eje de ordenadas suele presentarse en una escala logarítmica el nivel en dBm del contenido espectral de la señal. En el eje de abscisas se representa la frecuencia, en una escala que es función de la separación temporal y el número de muestras capturadas. Se denomina frecuencia central del analizador a la que corresponde con la frecuencia en el punto medio de la pantalla.

El equipo permite medir valores de potencia (en cm) o tensión de señal eléctrica configurando el aparato debidamente. No obstante, no permite medir valores de campo eléctrico ni magnético. Esto último no resulta un problema grande puesto que existen formas inmediatas de obtener dichos valores de campo a partir de ciertos parámetros (en el caso de mediciones con antenas, a partir del parámetro k de antena se puede obtener el campo eléctrico).

En la actualidad está siendo reemplazado por el analizador vectorial de señales.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.



Tipos

Hay analizadores analógicos y digitales de espectro de la señal colindante a la puerta de tu casa:

Un analizador analógico, de espectro es un equipo técnico que muestra la composición del espectro de ondas eléctricas, acústicas, ópticas, de radiofrecuencia, etc. Contrario a un osciloscopio un Analizador de Espectros muestra las ondas en la trama del dominio de frecuencia en vez del dominio del tiempo . Puede ser considerado un voltímetro de frecuencia selectiva, que responde a picos calibrados en valores RMS de la onda. Los analizadores analógicos utilizan un filtro pasa banda de frecuencia variable cuya frecuencia central se afina automáticamente dentro de una gama de fija. También se puede emplear un banco de filtros o un receptor superheterodino donde el oscilador local barre una gama de frecuencias. Algunos otros analizadores como los Tektronix (de la serie RSA) utilizan un híbrido entre análogo y digital al que llaman analizador de Espectros "en tiempo real". La señales son convertidas a una frecuencia más baja para ser trabajadas con técnicas FFT o transformada rápida de Fourier desarrollada por Jean Baptiste Joseph Fourier, 1768-1830.

Un analizador digital de espectro utiliza la "Fast Fourier Transformation" (FFT), un proceso matemático que transforma una señal en sus componentes espectrales. Algunas medidas requieren que se preserve la información completa de señal - frecuencia y fase, este tipo de análisis se llama vectorial.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

Ambos grupos de analizadores pueden traer un generador interno incorporado y así poder ser usados como un simple analizador de redes. No es lo mismo que un osciloscopio.

17.1.8. PINZAS AMPERIMÉTRICAS



La pinza amperimétrica es un tipo especial de amperímetro que permite obviar el inconveniente de tener que abrir el circuito en el que se quiere medir la corriente para colocar un amperímetro clásico.

El funcionamiento de la pinza se basa en la medida indirecta de la corriente circulante por un conductor a partir del campo magnético o de los campos que dicha circulación de corriente genera. Recibe el nombre de pinza porque consta de un sensor, en forma de pinza, que se abre y abraza el cable cuya corriente queremos medir.

Este método evita abrir el circuito para efectuar la medida, así como las caídas de tensión que podría producir un instrumento clásico. Por otra parte, es sumamente seguro para el operario que realiza la medición, por cuanto no es necesario un contacto eléctrico con el circuito bajo medida ya que, en el caso de cables aislados, ni siquiera es necesario levantar el aislante.

Uso

Para utilizar una pinza, hay que pasar un solo conductor a través de la sonda o utilizar sus dos polos disponibles. Si se pasa más de un conductor a través del bucle de medida, lo que se obtendrá será la suma vectorial de las corrientes que fluyen por los conductores y que depende de la relación de fase entre las corrientes. Sirve para los cables de par trenzado.

Si la pinza se cierra alrededor de un cable paralelo de dos conductores que alimenta un equipo, en el que obviamente fluye la misma corriente por ambos conductores (y de sentido o fase contrarios), nos dará una lectura de "cero".

Por este motivo las pinzas se venden también con un accesorio que se conecta entre la toma de corriente y el dispositivo a probar. El accesorio es básicamente una extensión corta con los dos conductores separados, de modo que la pinza se puede poner alrededor de un solo conductor.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

La lectura producida por un conductor que transporta una corriente muy baja puede ser aumentada pasando el conductor alrededor de la pinza varias veces (haciendo una bobina), la lectura real será la mostrada por el instrumento dividida por el número de vueltas, con alguna pérdida de precisión debido a los efectos inductivos.

Habitualmente, estas pinzas se usan para uso industrial debido a que tiene una escala de amperios muy grande. Entre 400A y 1kA (1000A).

17.2. MEDICIONES DE VOLTAJE, CORRIENTE, RESISTENCIA Y POTENCIA

La medición precisa de voltaje, corriente, resistencia y potencia es fundamental en el ámbito de la ingeniería eléctrica y electrónica. Estas magnitudes eléctricas son esenciales para el diseño, análisis, mantenimiento y diagnóstico de sistemas y dispositivos eléctricos. A continuación, se presenta un resumen detallado sobre cada una de estas magnitudes y los métodos empleados para su medición.

1. Voltaje (Tensión Eléctrica)

El voltaje, también conocido como tensión eléctrica, representa la diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos de un circuito. Esta diferencia es la fuerza que impulsa a los electrones a través de un conductor, permitiendo el flujo de corriente eléctrica. Se mide en voltios (V).

Medición de Voltaje:

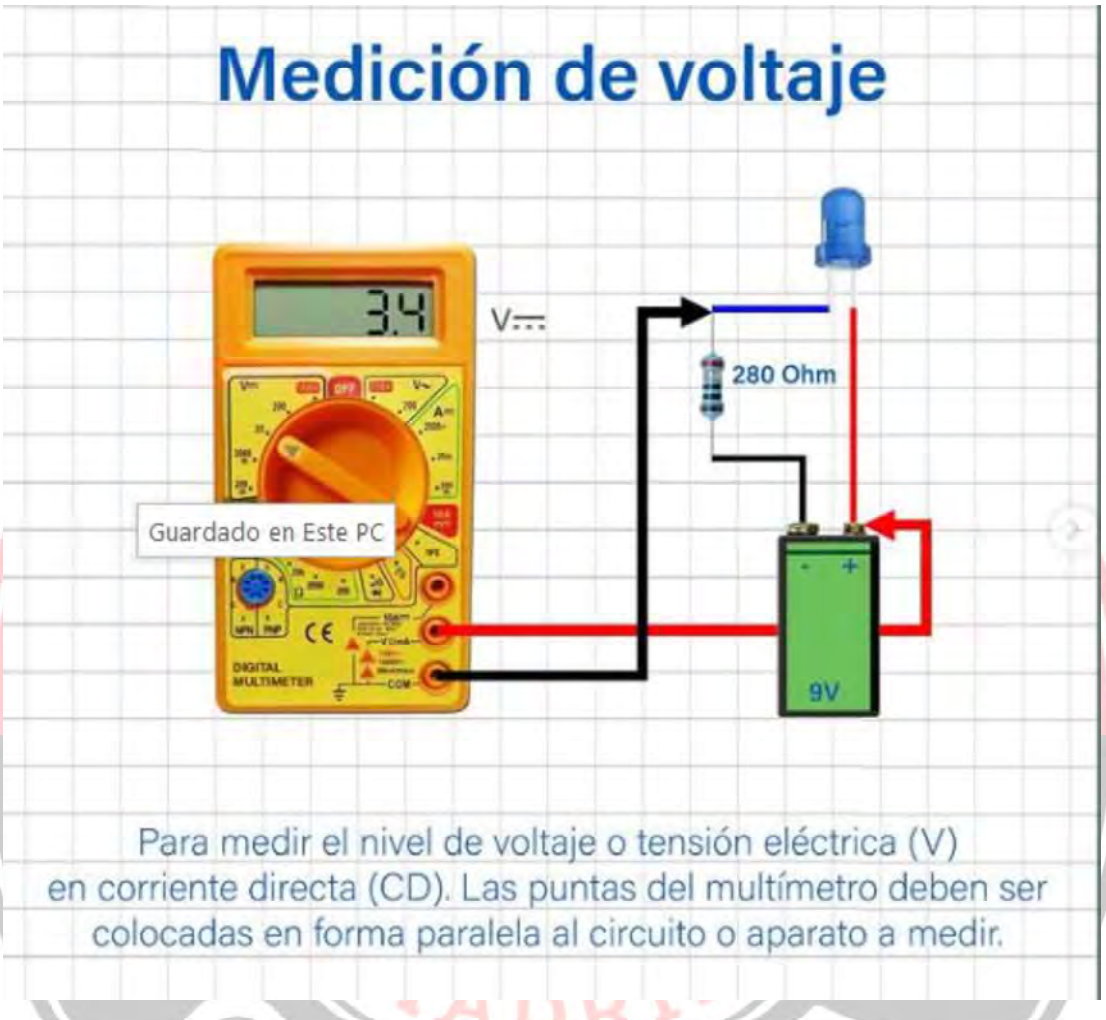
- **Instrumento Utilizado:** Voltímetro o multímetro en función de voltímetro.
- **Conexión en el Circuito:** Para medir el voltaje, el voltímetro se conecta en paralelo con el componente o sección del circuito donde se desea conocer la tensión. Esto se debe a que, al estar en paralelo, el voltímetro puede medir la diferencia de potencial entre dos puntos sin alterar significativamente el circuito.

- **Procedimiento:**

1. **Selección del Rango Adecuado:** Antes de realizar la medición, se debe seleccionar en el multímetro el tipo de voltaje a medir (corriente continua [DC] o alterna [AC]) y el rango apropiado para evitar daños al instrumento y obtener una lectura precisa.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

2. **Conexión de las Probetas:** La sonda positiva (generalmente de color rojo) se conecta al punto de mayor potencial, mientras que la sonda negativa (negra) al punto de menor potencial.
3. **Lectura del Valor:** Una vez realizadas las conexiones, se observa la lectura en la pantalla del multímetro



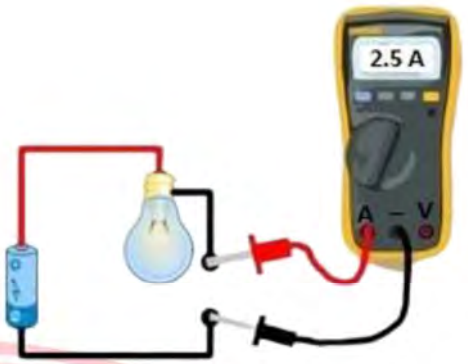
2. Corriente Eléctrica

La corriente eléctrica es el flujo de cargas eléctricas (electrones) a través de un conductor en un circuito cerrado. Se mide en amperios (A) y puede ser de dos tipos: corriente continua (DC), donde el flujo de electrones es unidireccional, y corriente alterna (AC), donde el flujo cambia de dirección periódicamente.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

Medición de Corriente:

- **Instrumento Utilizado:** Amperímetro, multímetro en función de amperímetro o pinza amperimétrica.
- **Conexión en el Circuito:** Para medir la corriente, el instrumento debe conectarse en serie con el circuito, de modo que toda la corriente que circula pase a través del medidor. Esto implica interrumpir el circuito para insertar el amperímetro.



- **Procedimiento:**
    1. **Selección del Rango y Tipo de Corriente:** Al igual que en la medición de voltaje, se debe seleccionar el tipo de corriente (AC o DC) y el rango adecuado en el multímetro.
    2. **Interrupción del Circuito:** Se abre el circuito en el punto donde se desea medir la corriente.
    3. **Conexión de las Probetas:** Las sondas del amperímetro se conectan en los puntos abiertos del circuito, asegurando que la corriente fluya a través del instrumento.
    4. **Lectura del Valor:** Con el circuito restablecido y el amperímetro en serie, se observa la lectura en la pantalla.

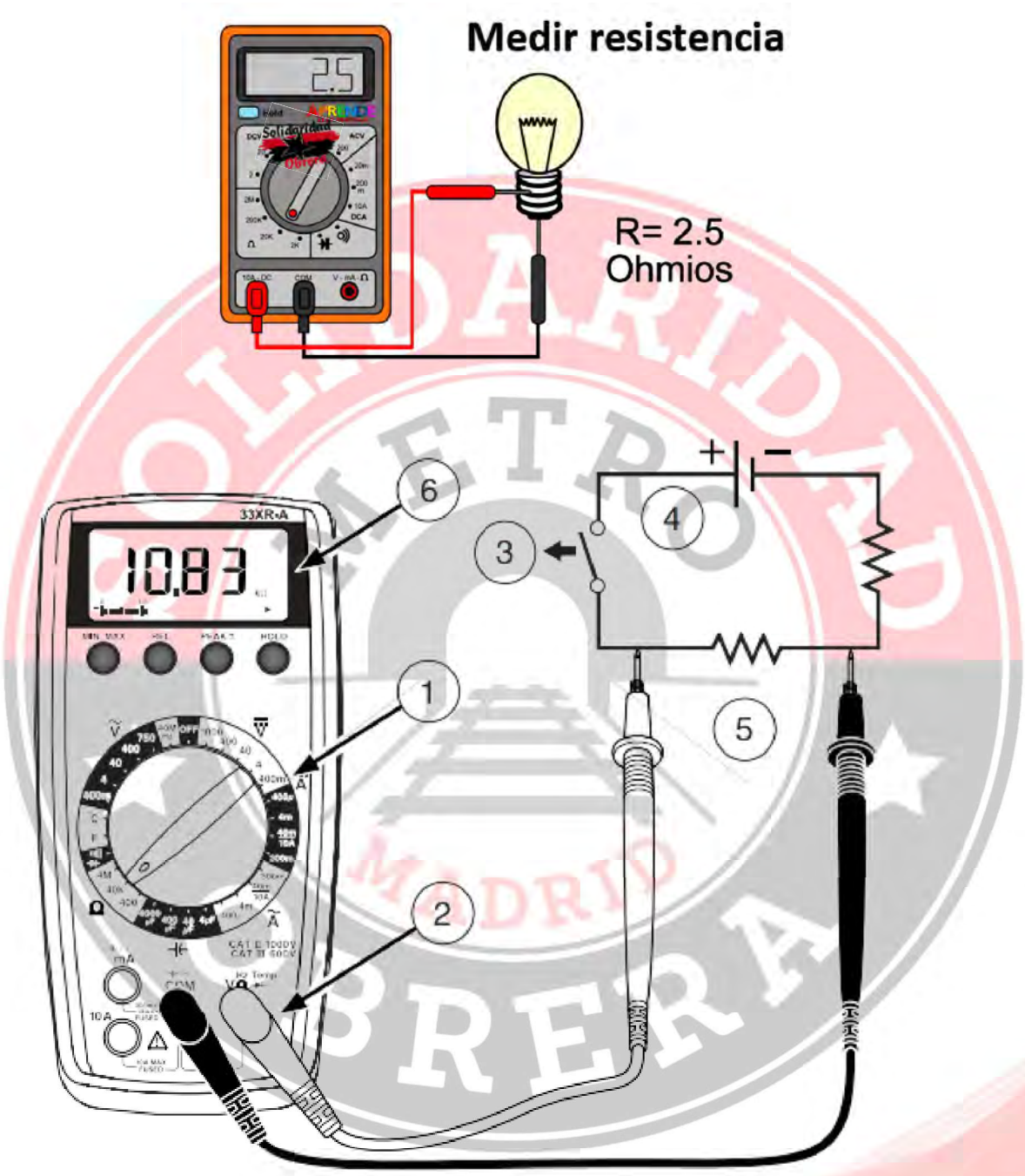


Nota: En circuitos donde la corriente es elevada o es inconveniente interrumpir el circuito, se recomienda el uso de una pinza amperimétrica. Este dispositivo mide la corriente mediante la detección del campo magnético alrededor del conductor, sin necesidad de contacto directo o interrupción del circuito.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

3. Resistencia Eléctrica

La resistencia eléctrica es la oposición que presenta un material al paso de la corriente eléctrica. Se mide en ohmios (Ω) y determina la cantidad de corriente que fluye para una determinada tensión aplicada, según la ley de Ohm.



Medición de resistencia

Sitúe el selector de rango en un rango Ω apropiado. Si desconoce el valor de la resistencia, seleccione el rango mayor y redúzcalo paulatinamente.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

- Conecte los conductores de prueba de la siguiente manera: el rojo al terminal "VΩ", el negro al terminal COM.
- Desconecte la alimentación eléctrica al circuito a medir. Nunca mida la resistencia en paralelo con una fuente de tensión ni en un circuito con alimentación eléctrica.
- Descargue todos los condensadores que puedan afectar la lectura.
- Conecte las sondas de prueba en paralelo con la resistencia.
- Lea la pantalla. Si aparece (0L o 1) utilizando el rango mayor, la resistencia es demasiado grande para medirla con el instrumento.

4. Potencia Eléctrica

La potencia eléctrica representa la cantidad de energía eléctrica consumida o generada por un componente o circuito en un tiempo determinado. Se mide en vatios (W) y se calcula como el producto del voltaje y la corriente: P = V × I.

Medición de Potencia:

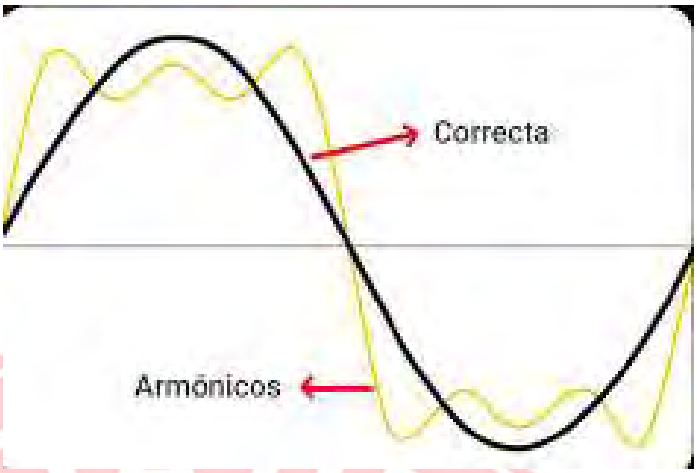


- **Instrumento Utilizado:** Vatímetro o cálculo indirecto mediante medición de voltaje y corriente.
- **Procedimiento:**
    1. **Medición Directa con Vatímetro:**
        - **Conexión en el Circuito:** El vatímetro tiene dos circuitos: uno de corriente y otro de voltaje. El circuito de corriente se conecta en serie con la carga, mientras que el de voltaje se conecta en paralelo.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

17.3. MEDICIÓN DE ARMÓNICOS Y CALIDAD DE LA ENERGÍA

La calidad de la energía eléctrica es un factor clave para el correcto funcionamiento de los equipos eléctricos y electrónicos. Entre los principales problemas que afectan la calidad de la energía se encuentran los armónicos, los cuales son distorsiones en la forma de onda de la corriente y el voltaje debido a la presencia de cargas no lineales, como variadores de frecuencia, equipos de computación y alumbrado LED.



Los armónicos pueden causar sobrecalentamiento en los conductores, reducción en la eficiencia de los transformadores, fallos en dispositivos electrónicos y aumento en las pérdidas eléctricas. Para evaluar estos efectos, es fundamental medir y analizar los armónicos en los sistemas eléctricos.

La medición de armónicos se realiza utilizando analizadores de calidad de energía y osciloscopios, los cuales permiten determinar la distorsión armónica total (THD, por sus siglas en inglés) y la presencia de armónicos individuales. La norma IEEE 519 establece los límites permitidos para los armónicos en sistemas eléctricos, asegurando una operación segura y eficiente.

Además de los armónicos, otros parámetros de calidad de la energía incluyen fluctuaciones de voltaje, caídas y sobretensiones, parpadeo (flicker) y transitorios. Para mitigar estos problemas, se emplean filtros activos y pasivos, compensadores de potencia reactiva y estrategias de corrección en el diseño de las instalaciones eléctricas.

El monitoreo continuo de la calidad de la energía es esencial para prevenir fallos, mejorar la eficiencia energética y garantizar la confiabilidad del sistema eléctrico en instalaciones industriales, comerciales y residenciales.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

MÓDULO 11: INTERPRETACIÓN DE PLANOS Y ESQUEMAS ELÉCTRICOS

18. INTRODUCCIÓN A LOS ESQUEMAS ELÉCTRICOS

Los esquemas eléctricos son representaciones gráficas de circuitos y sistemas eléctricos que permiten comprender el funcionamiento de los dispositivos y su interconexión. Su correcta interpretación es clave para la instalación, el mantenimiento y la optimización de sistemas eléctricos en diversos sectores productivos.

Los planos eléctricos son fundamentales en la instalación y mantenimiento de sistemas eléctricos, ya que proporcionan información detallada sobre la disposición, conexiones y funcionamiento de los componentes. Permiten que técnicos y operarios comprendan la estructura de los circuitos sin necesidad de realizar pruebas físicas, reduciendo tiempos de intervención y evitando errores.

Beneficios de una correcta interpretación de planos eléctricos en la optimización de procesos

- **Mejor planificación y ejecución de instalaciones:** Permite una distribución eficiente del cableado y dispositivos.
- **Aumento de la seguridad:** La correcta lectura de los planos ayuda a identificar zonas de riesgo y aplicar medidas preventivas.
- **Reducción de costos:** Se minimizan fallos en la instalación y el mantenimiento, evitando gastos innecesarios.
- **Eficiencia en la resolución de averías:** Los esquemas permiten localizar rápidamente componentes defectuosos o conexiones erróneas.

Reducción de errores en la instalación y mantenimiento de sistemas eléctricos

Una interpretación precisa de los esquemas eléctricos reduce el riesgo de errores en la instalación, tales como conexiones incorrectas o sobrecargas en el sistema. También facilita el diagnóstico y la solución de fallos eléctricos, disminuyendo tiempos de inactividad en los procesos industriales.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

Aplicaciones en diferentes industrias: manufactura, telecomunicaciones, construcción y automatización

Los esquemas eléctricos se aplican en múltiples sectores:

- **Industria manufacturera:** Utilizados en sistemas de producción automatizados y control de maquinaria.
- **Telecomunicaciones:** Aplicados en redes de distribución de energía para equipos de transmisión y telecomunicaciones.
- **Construcción:** Imprescindibles en instalaciones eléctricas de edificios residenciales, comerciales e industriales.
- **Automatización:** Fundamentales en el diseño y mantenimiento de sistemas de control automatizado y robótica.

19.1. TIPOS DE ESQUEMAS ELÉCTRICOS

Un esquema eléctrico es una representación sintetizada de un determinado circuito eléctrico. Permite definir la posición relativa de los diferentes elementos que lo forman y la interconexión entre ellos.

USOS DE UN DIAGRAMA ELÉCTRICO

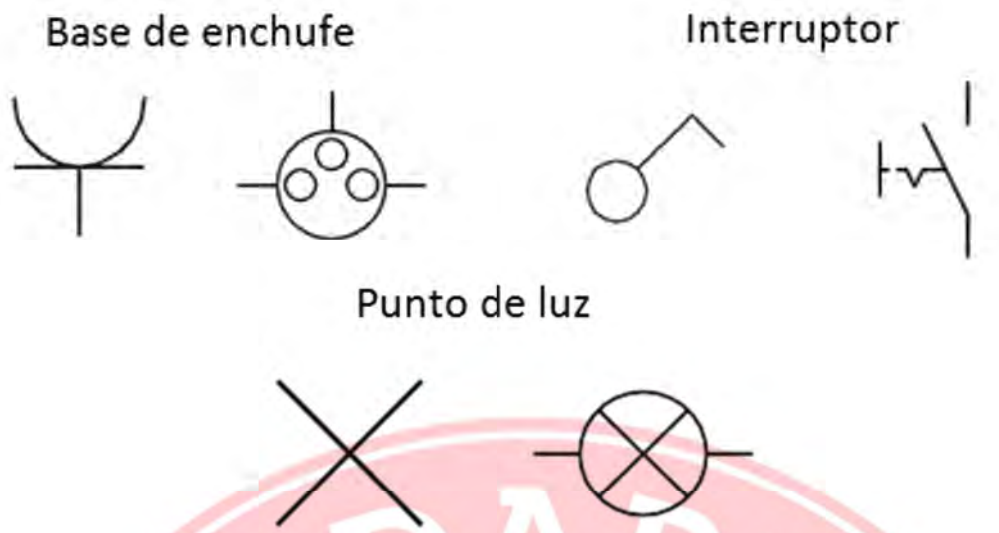
El empleo de este tipo de gráficos **permite, a cualquier persona que sepa interpretar el diagrama, montar o instalar el circuito representado de forma correcta**.

Por otro lado, son muy útiles a la hora de encontrar posibles averías en un sistema que ya es operativo.

ELEMENTOS BÁSICOS DE UN ESQUEMA ELÉCTRICO

En un esquema de este tipo **se suele emplear una serie de símbolos que representan los diferentes dispositivos eléctricos** que forma parte de una instalación. En la norma EN 60617 podemos ver los diferentes símbolos gráficos que se pueden emplear.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.



TIPOS DE ESQUEMAS ELÉCTRICOS

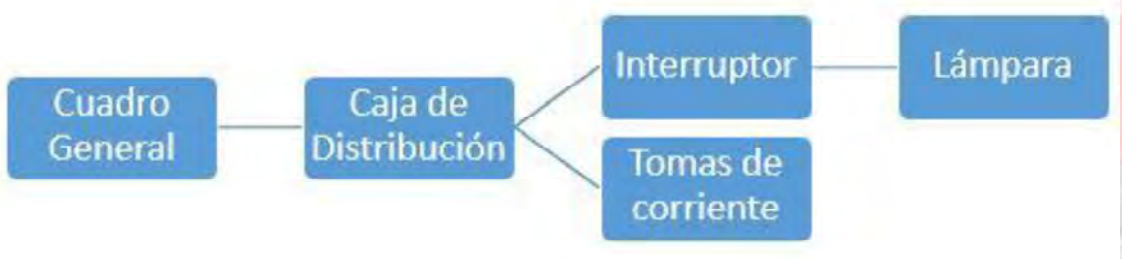
Entre los diferentes tipos de esquemas que podemos encontrar, y que detallaremos más adelante, los más importantes son:

- El esquema explicativo.
- El esquema topográfico o de emplazamiento.
- El esquema funcional o de circuito.
- El esquema de conexiones o instalación

19.1.1. ESQUEMA ESPLICATIVO

Se emplea principalmente en las primeras etapas del diseño de un sistema. Define las diferentes unidades funcionales que componen el sistema y que pueden coincidir con uno o varios elementos del circuito final.

No se emplea ninguna simbología específica y las líneas del diagrama no representan nada más allá de la relación entre los elementos que lo forman. En definitiva, se trata de un mapa conceptual del sistema.

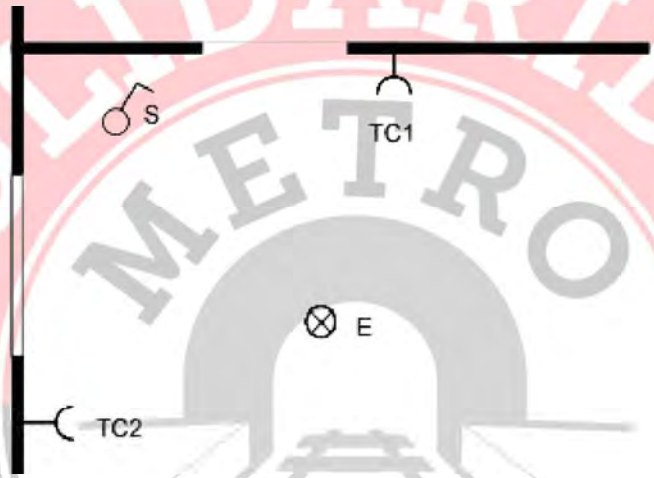


Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

En la imagen vemos lo que sería el esquema explicativo de una habitación de una vivienda cualquiera en la que hay una lámpara que se controla mediante un interruptor y dos enchufes. Emplearemos esta estancia ficticia como base para todos los modelos de esquema que presentaremos.

19.1.1. ESQUEMA TOPOGRÁFICO O DE EMPLAZAMIENTO.

En este caso **se muestran los principales elementos de la instalación en la que sería su ubicación física en el espacio**. De este modo, al saber dónde debe ir cada dispositivo se puede coordinar la obra eléctrica con el resto de actores del proyecto como, por ejemplo, la obra civil.



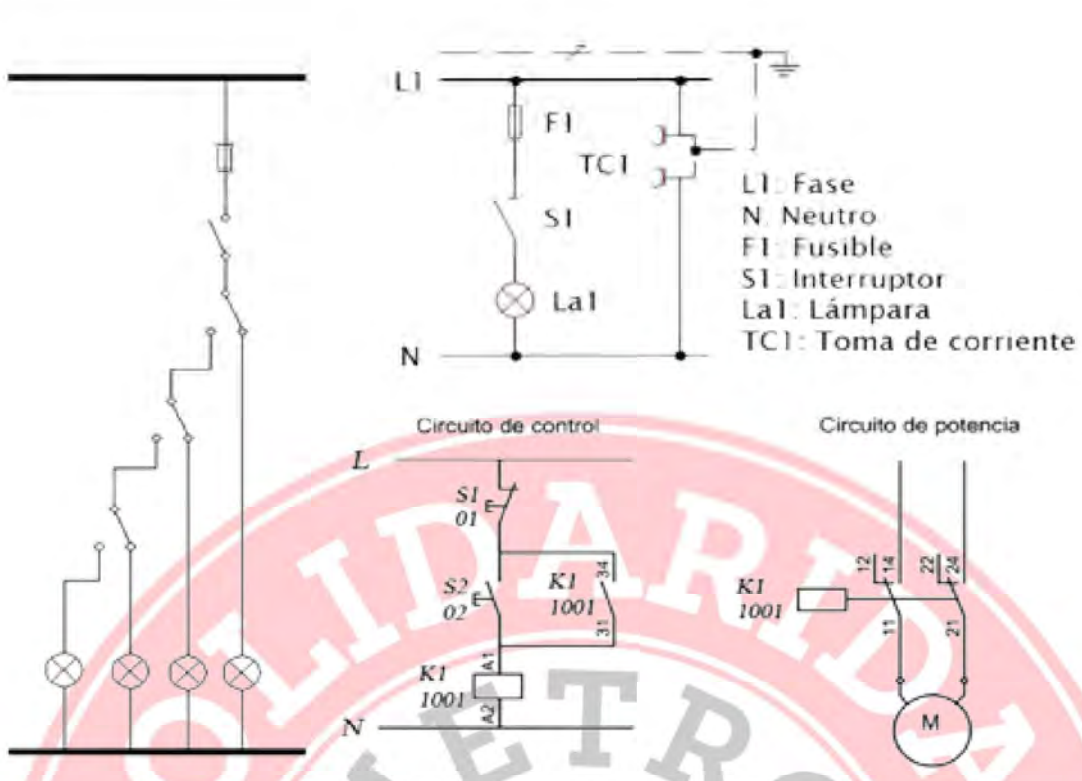
En la imagen podemos observar los diferentes dispositivos eléctricos de nuestra habitación y su ubicación en el espacio. Siendo S el interruptor, E la lámpara y TC las tomas de corriente.

19.1.2. ESQUEMAS FUNCIONALES O DE CIRCUITO

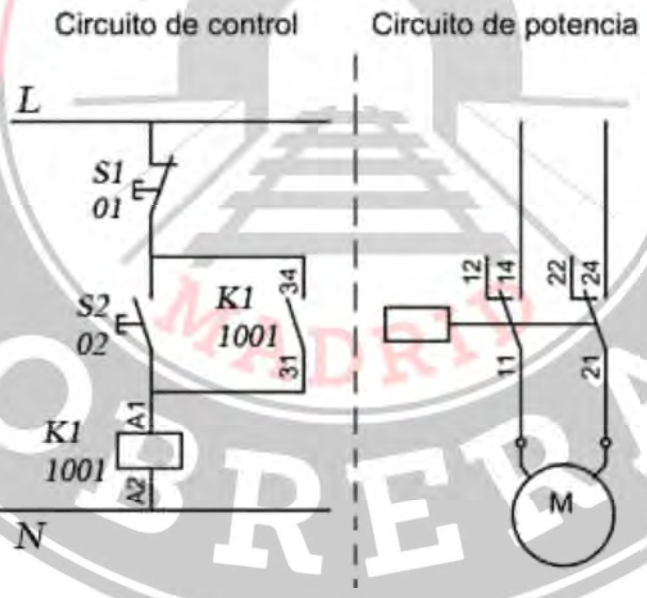
El esquema funcional o de funcionamiento es una representación simplificada del diagrama unifilar, que permite ver más fácilmente el funcionamiento del circuito, como se mostrará en los ejemplos que presentamos más adelante.

El esquema o plano funcional es el tipo de esquema eléctrico más sencillo de representar y comprender. Por eso es muy utilizado para describir circuitos característicos en viviendas.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.



¿QUÉ ES UN ESQUEMA FUNCIONAL?



Un esquema o diagrama funcional eléctrico es la representación de un circuito eléctrico donde se representa a todos y cada uno de los componentes o elementos de la instalación, con todas sus conexiones.

Se caracteriza por ser un diagrama eléctrico sencillo y esquemático que facilita la compresión del funcionamiento de un circuito. A diferencia del diagrama multifilar, el esquema funcional nunca debe tener cruce de líneas, por lo que se suele representar

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

con una línea de entrada horizontal (fase) de la que parten líneas verticales con sus elementos y acaban en otra línea horizontal (neutro) que es el retorno de la corriente.

CARACTERÍSTICAS DEL ESQUEMA FUNCIONAL ELÉCTRICO

- Es de observación más rápida comparada con los otros tipos de esquemas.
- El esquema de funcionamiento eléctrico, es puramente práctico para el técnico que tiene que hacer el montaje o la reparación.
- Es más simple con respecto a su dibujo gráfico.
- No debe tener nunca cruces entre las lineas. Si por alguna extraña razón se necesita hacer un cruce, hay una solución elegante para evitarlo, se dibuja un esquema principal, y después, se dibujan los esquemas secundarios. De esta forma se evitan todos los posibles cruces entre líneas.

EJEMPLOS DE UN ESQUEMA ELÉCTRICO FUNCIONAL

En la siguiente imagen se ven diferentes modelos de esquemas funcionales eléctricos:

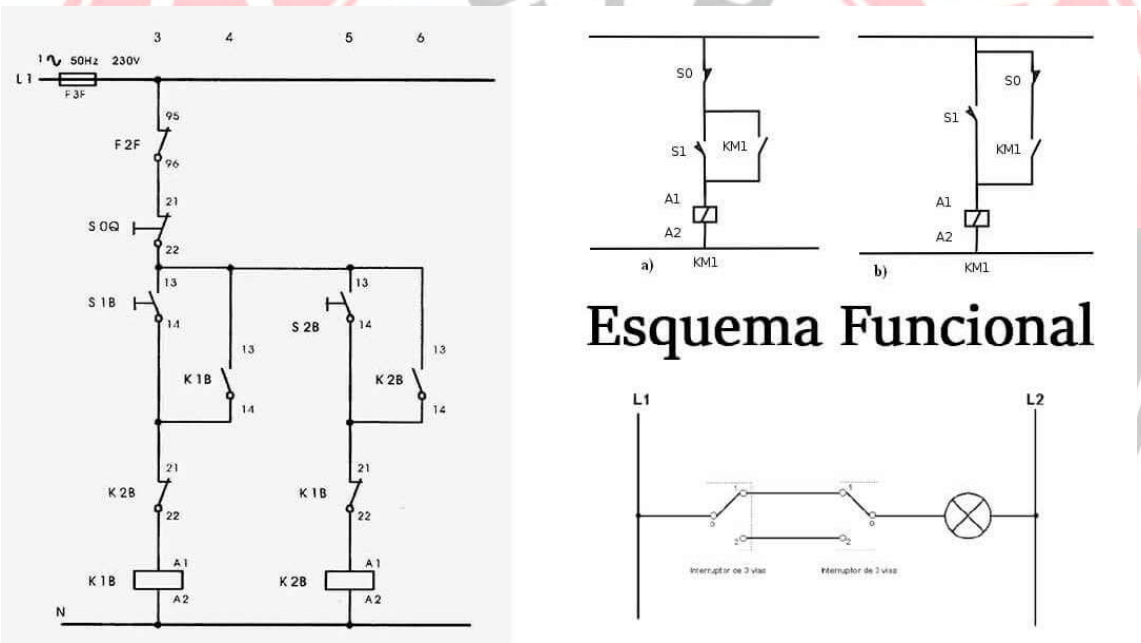
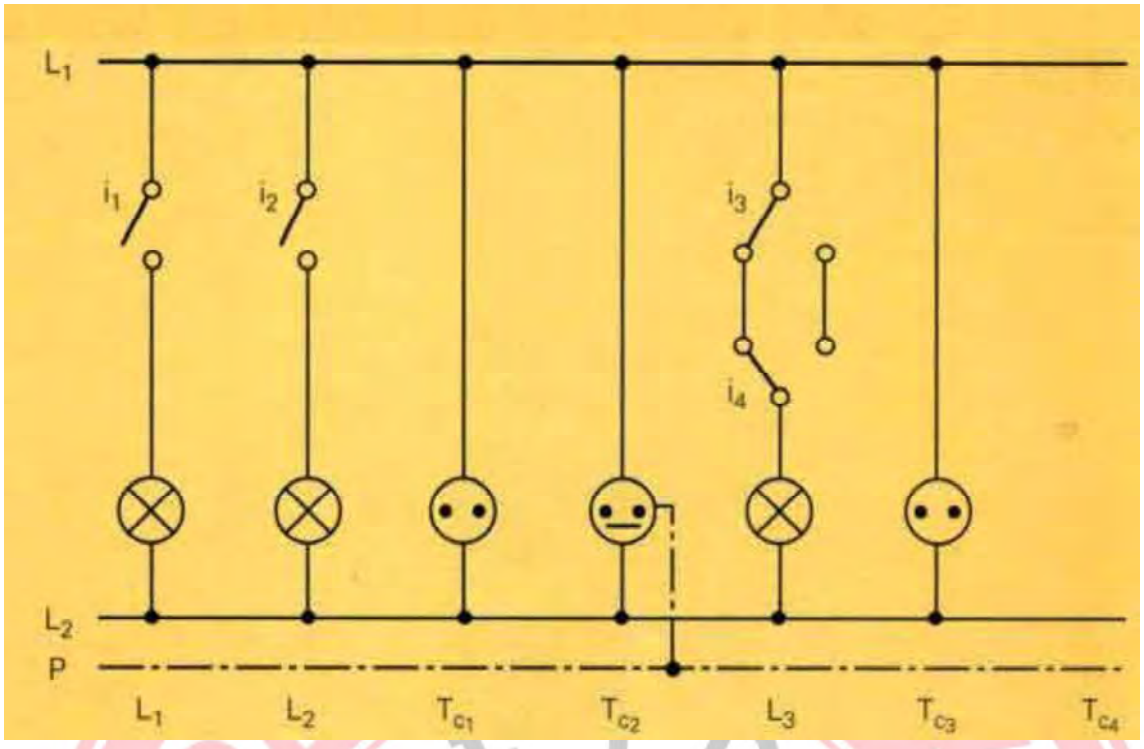


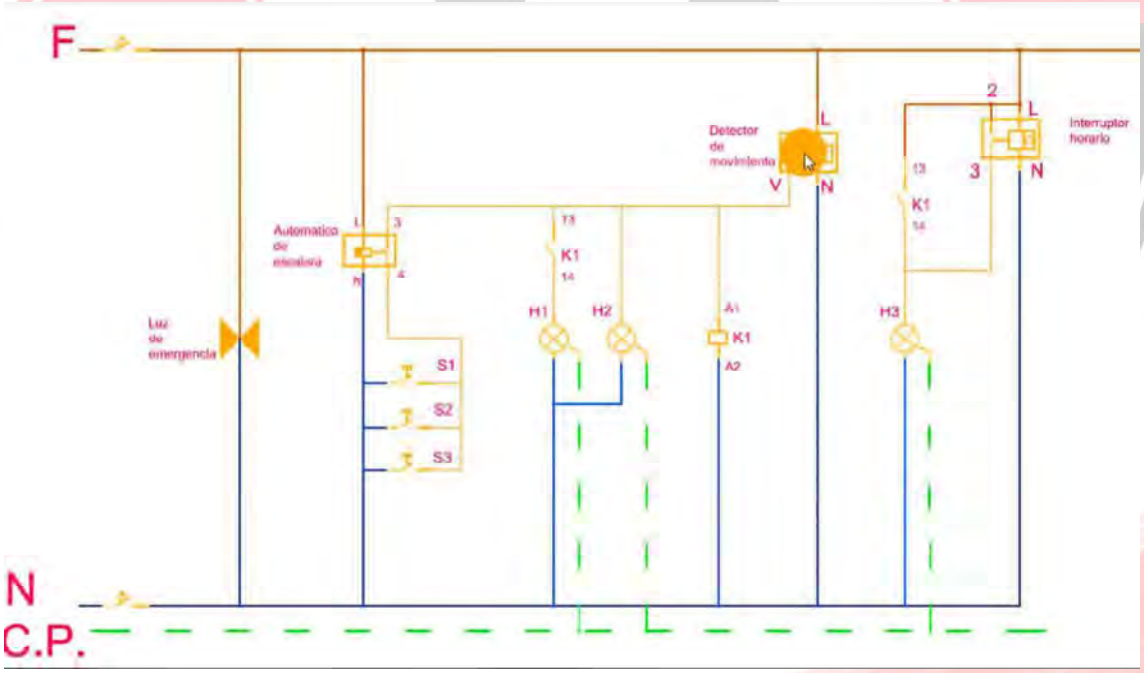
Diagrama funcional eléctrico de una vivienda:

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.



Esquema Funcional de una vivienda

El circuito anterior corresponde a un **circuito de instalación eléctrica** (vivienda).



Representación Funcional

Por regla general, cuando se trata de **circuitos eléctricos industriales** (máquinas) no se les suelen llamar esquemas funcionales, sino **esquemas de potencia**.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

19.1.3. ESQUEMAS DE CONEXIONADO O INSTALACIÓN

Este tipo de gráficos se emplea principalmente en la fase de ejecución de la obra. En ellos puede incluso resultar muy complicado deducir el funcionamiento del circuito, pero definen excelentemente cuestiones esenciales para el instalador como cuántos conductores pasan por una determinada canalización o, si se representa sobre el plano, la longitud de cada tramo de cableado.

En función de si se emplea un trazo único o varios independientes para representar los conductores, podemos diferenciar entre esquema con representación unifilar o multifilar.

19.1.4. ESQUEMAS DESARROLLADOS Y ESCALONADOS

- **Esquemas desarrollados:** Muestran la secuencia de conexión de los dispositivos de manera ordenada y lineal, facilitando la comprensión del flujo eléctrico.
- **Esquemas escalonados:** Se utilizan en circuitos de automatización y control, desglosando la secuencia de funcionamiento en diferentes niveles.

Comparación y diferencias entre los distintos tipos de esquemas eléctricos

Tipo de Esquema	Característica Principal	Aplicaciones
Funcional	Muestra el flujo eléctrico sin detalle físico	Diseño y análisis de circuitos
Instalación	Representa la disposición física de componentes	Instalaciones residenciales e industriales
Conexionado	Detalla conexiones entre dispositivos	Montaje y mantenimiento
Desarrollado	Ordena las conexiones en secuencia lineal	Circuitos de control
Escalonado	Divide el circuito en niveles funcionales	Automatización y robótica

Estos distintos tipos de esquemas permiten a los profesionales eléctricos elegir la mejor representación gráfica según las necesidades del proyecto o mantenimiento.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

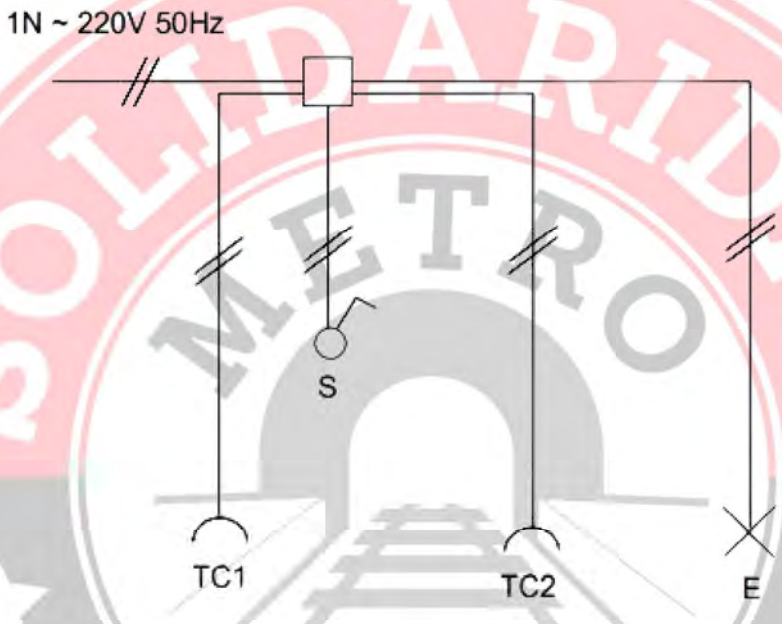
19.2. INTERPRETACIÓN DE PLANOS UNIFILARES Y TRIFILARES

19.2.1. DEFINICIÓN Y DIFERENCIAS ENTRE ESQUEMAS UNIFILARES Y TRIFILARES

Los esquemas unifilares y trifilares son representaciones gráficas utilizadas en la documentación técnica de instalaciones eléctricas.

ESQUEMA UNIFILAR

Esta representación agrupa los diferentes conductores en un único trazo. El número de conductores se representa mediante unos trazos paralelos, generalmente más finos que el cableado, inclinados 45º respecto a la perpendicular del tramo que representan.

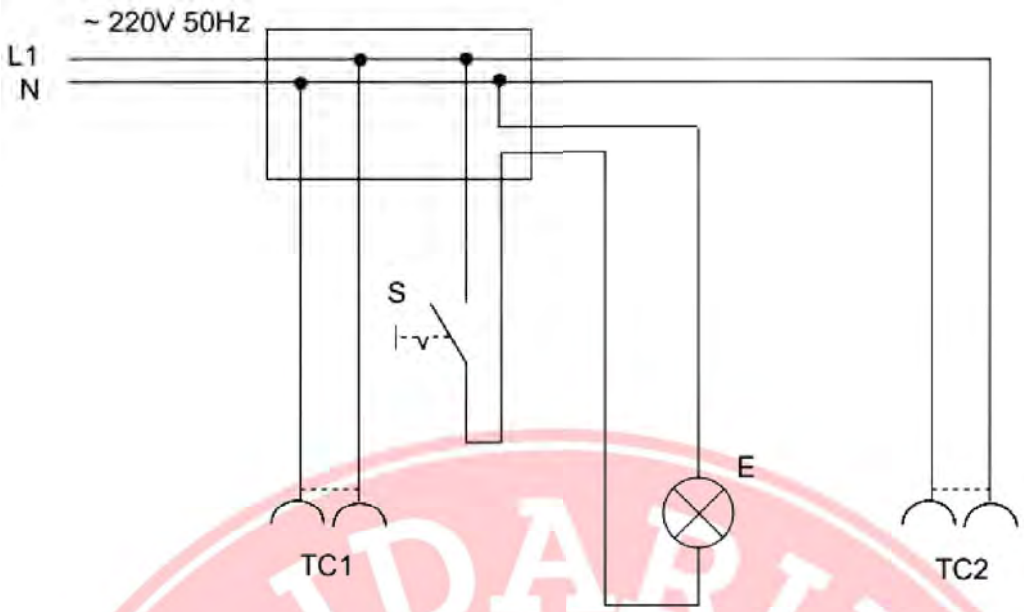


El recuadro representa la caja de distribución. En este caso se ha decidido representar el diagrama sin considerar la ubicación física de los equipos.

ESQUEMA MULTIFILAR

Supone, sin lugar a dudas, la **representación más exacta de cómo se interconectan los diferentes dispositivos**. Este tipo de esquema puede dificultar enormemente la interpretación del comportamiento del circuito, incluso en ejemplos extremadamente simples como el que hemos utilizado.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.



Diferencias clave

Característica	Esquema Unifilar	Esquema Trifilar
Representación de conductores	Usa una sola línea para múltiples conductores	Representa cada conductor individualmente
Complejidad	Simplicidad y facilidad de lectura	Mayor detalle y precisión
Uso principal	Planificación de instalaciones	Análisis detallado y mantenimiento

19.2.2. APLICACIONES EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS INDUSTRIALES Y RESIDENCIALES

Los esquemas unifilares y trifilares son esenciales en diferentes contextos:

- **Instalaciones eléctricas residenciales:** Los esquemas unifilares son suficientes para representar circuitos básicos en viviendas y edificios.
- **Instalaciones industriales:** Se emplean esquemas trifilares para diseñar sistemas eléctricos en fábricas y plantas de producción.
- **Distribución de energía:** En subestaciones y redes eléctricas, se utilizan ambos tipos de esquemas para la planificación y mantenimiento de la infraestructura.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

19.2.3. LECTURA E IDENTIFICACIÓN DE COMPONENTES EN PLANOS UNIFILARES Y TRIFILARES

Para interpretar estos esquemas, es fundamental reconocer los símbolos y elementos más comunes:

- **Transformadores:** Representados mediante símbolos específicos que indican la relación de transformación.
- **Interruptores y disyuntores:** Utilizados para el control y la protección de los circuitos.
- **Barras y conductores:** Diferenciados por sus conexiones y rutas de distribución de energía.
- **Protecciones eléctricas:** Incluyen fusibles, relés y sistemas de puesta a tierra.

Ejemplo de Interpretación

En un esquema unifilar típico de un edificio:

1. Se identifica el cuadro de distribución principal.
2. Se observan las derivaciones hacia distintas áreas.
3. Se analizan los dispositivos de protección asociados a cada circuito.

En un esquema trifilar de una subestación:

1. Se identifican las fases L1, L2 y L3 junto con el neutro.
2. Se observan los transformadores y sus relaciones de conexión.
3. Se evalúan las protecciones y sistemas de control presentes en la instalación.

La correcta interpretación de estos esquemas es clave para garantizar la seguridad y eficiencia en cualquier sistema eléctrico.

19.3. SIMBOLOGÍA ELÉCTRICA Y NORMATIVA

19.3.1. Principales Símbolos Normalizados en Electricidad (IEC, ANSI, UNE)

Los símbolos eléctricos estandarizados son fundamentales para la correcta interpretación de esquemas y planos eléctricos. Entre los más utilizados, encontramos:

- **Símbolos de conductores y conexiones:** Representan líneas de transmisión de energía.
- **Símbolos de dispositivos de protección:** Fusibles, interruptores y disyuntores.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

- **Símbolos de equipos de generación y transformación:** Motores, transformadores y generadores.
- **Símbolos de sistemas de control:** Relés, sensores y contactores.

Estos símbolos están normalizados por organismos como IEC (Comisión Electrotécnica Internacional), ANSI (Instituto Nacional de Estándares de EE.UU.) y UNE (Normas Españolas), lo que facilita su reconocimiento a nivel global.

(VER 14.2.1. SÍMBOLOS NORMALIZADOS PARA LOS ESQUEMAS UNIFILARES Y MULTIFILARES)

11.3.2. Códigos de Colores y Etiquetado en Esquemas Eléctricos

El uso de colores en los esquemas eléctricos es una práctica estandarizada que facilita la identificación de los diferentes tipos de conductores. Algunas normas establecidas incluyen:

- **Fase:** Marrón, negro o gris.
- **Neutro:** Azul.
- **Tierra:** Verde/amarillo.

El etiquetado en los esquemas eléctricos también es esencial para la correcta identificación de elementos, utilizando números, letras y códigos específicos que permiten diferenciar componentes y trayectorias eléctricas.

11.3.3. Normativas Aplicables a la Elaboración e Interpretación de Planos

Existen diversas normativas que regulan la elaboración e interpretación de esquemas eléctricos, garantizando seguridad y eficiencia en los sistemas eléctricos:

- **REBT (Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión):** Regula las instalaciones de baja tensión en España.

(VER 14.3.10. NORMATIVA APLICABLE)

- **UNE 20460:** Especifica las condiciones de diseño y seguridad de instalaciones eléctricas.
- **IEC 61082:** Define las reglas para la representación de documentos eléctricos.

El cumplimiento de estas normativas es esencial para garantizar instalaciones seguras, eficientes y homologadas conforme a los estándares internacionales.

Estos aspectos hacen que la simbología eléctrica y la normativa sean pilares fundamentales en el diseño y la interpretación de esquemas eléctricos, asegurando la correcta aplicación en distintos ámbitos industriales y residenciales.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

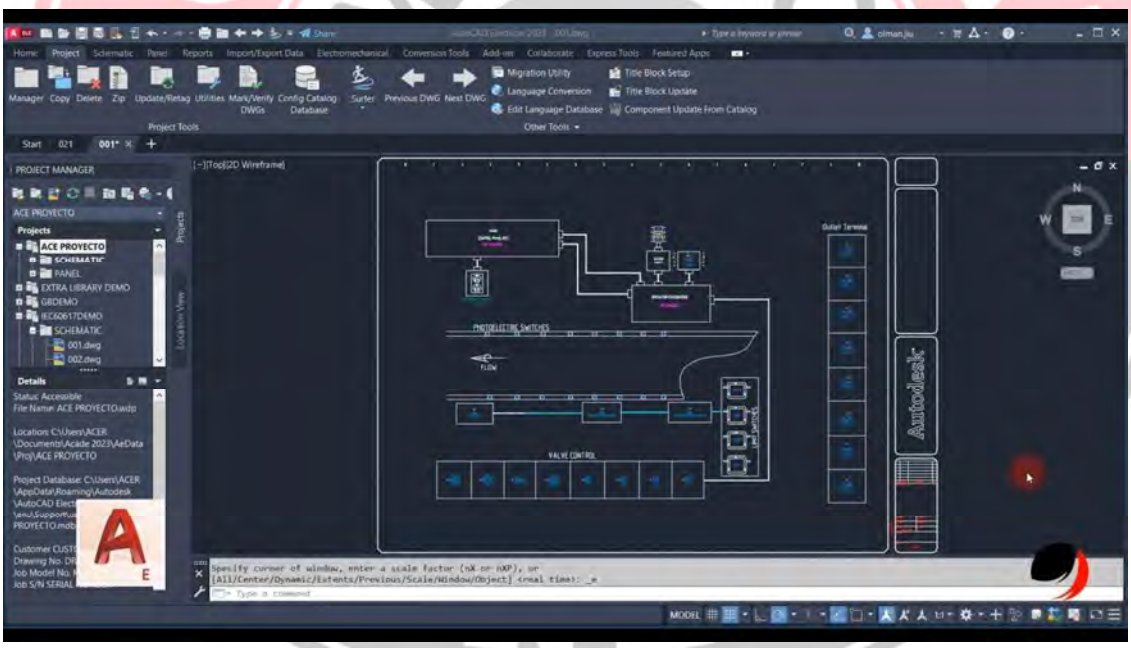
19.4. SOFTWARE DE DISEÑO Y SIMULACIÓN DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS

El uso de software especializado para el diseño y simulación de circuitos eléctricos ha revolucionado la forma en que los ingenieros y técnicos trabajan con esquemas eléctricos. Estas herramientas permiten visualizar, analizar y optimizar sistemas eléctricos antes de su implementación física, reduciendo costos y errores.

19.4.1. Introducción a Herramientas de Diseño Eléctrico

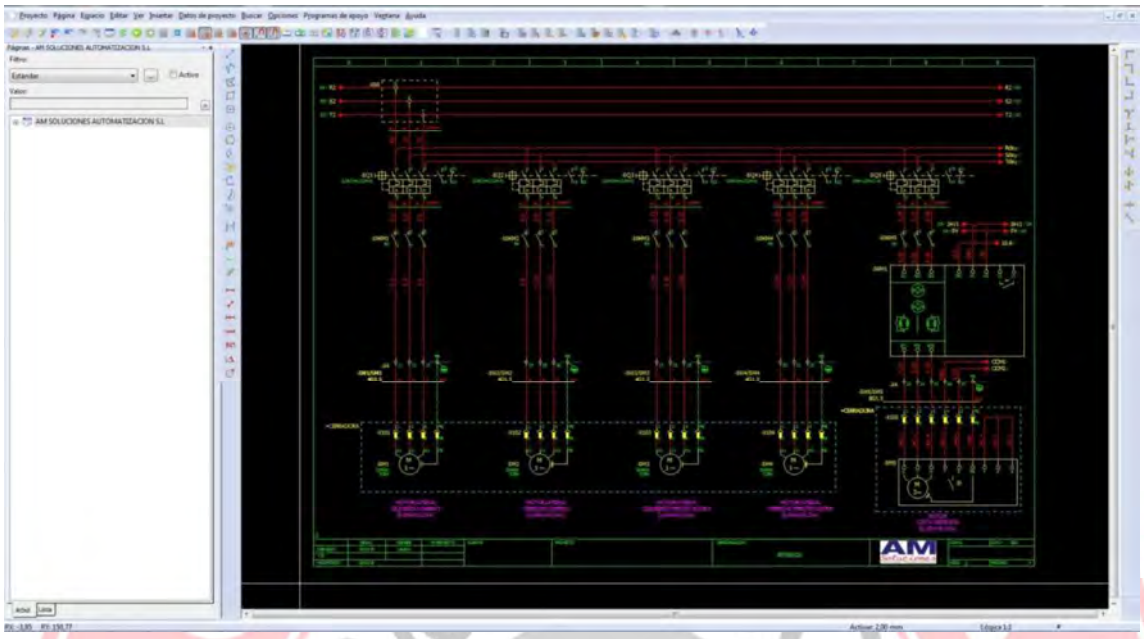
Actualmente, existen diversas herramientas de software que facilitan la creación y edición de esquemas eléctricos. Algunas de las más utilizadas en el ámbito industrial y educativo incluyen:

- **AutoCAD Electrical:** Software de Autodesk diseñado específicamente para el dibujo de esquemas eléctricos, con bibliotecas de símbolos estándar y herramientas de automatización.

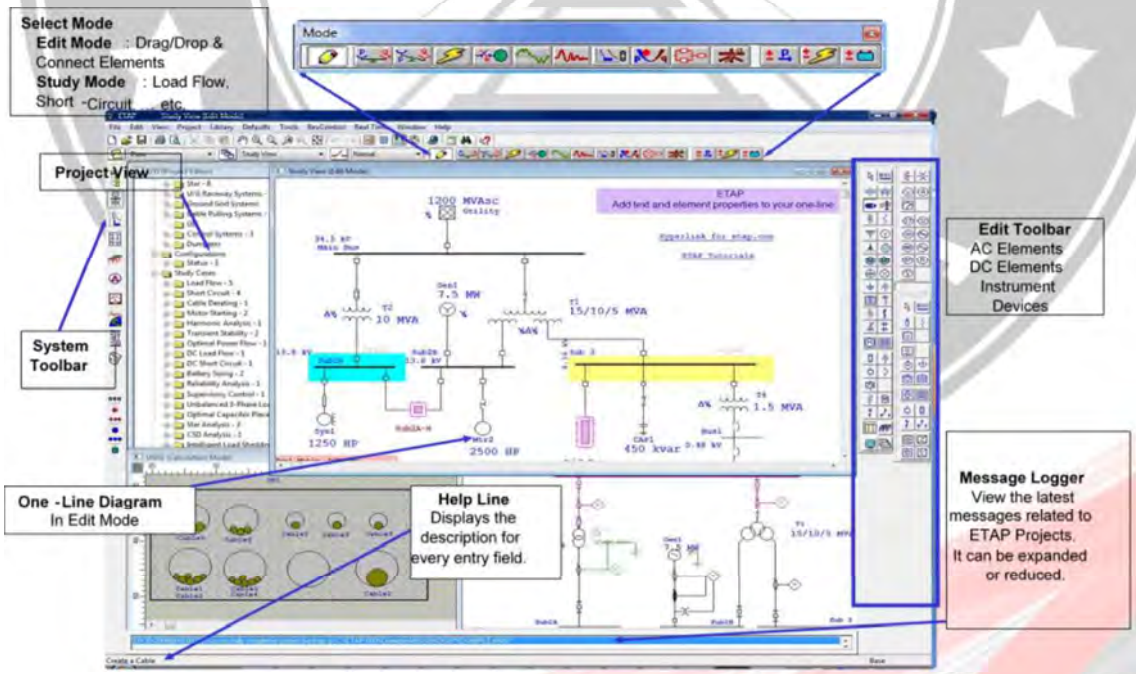


Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

- **EPLAN Electric P8:** Herramienta avanzada para la ingeniería eléctrica que permite la integración de diseños eléctricos con otros sistemas de automatización.

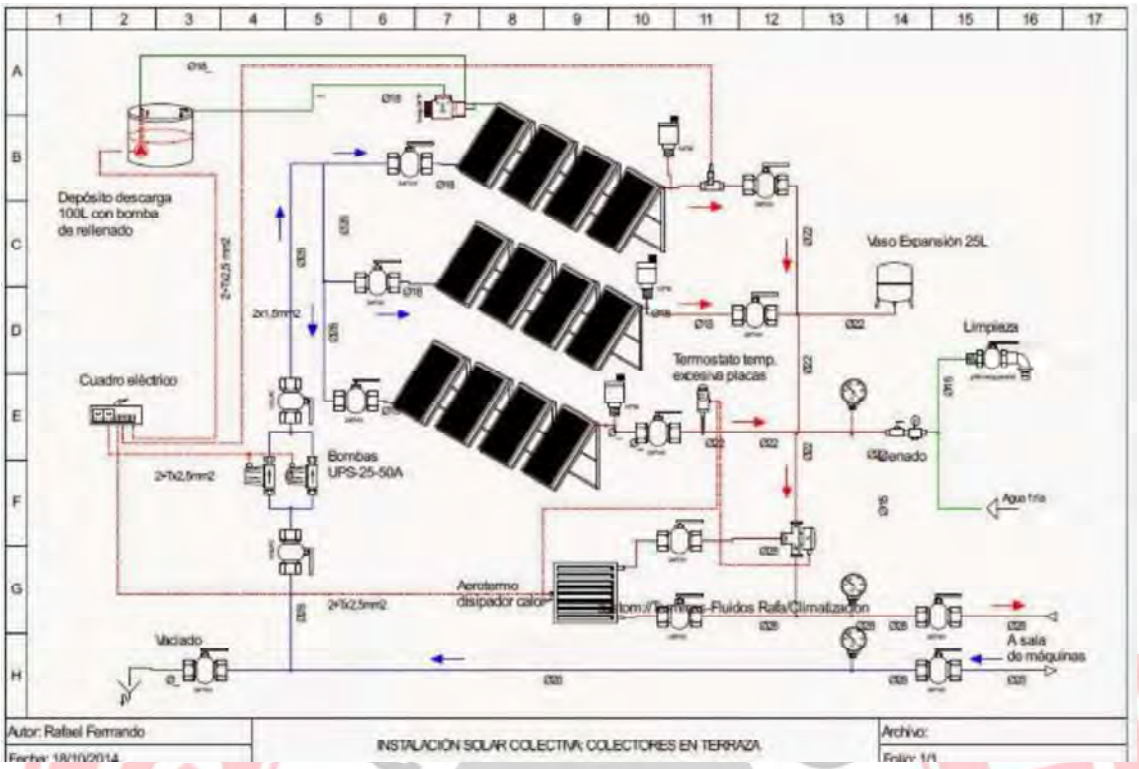


- **ETAP (Electrical Transient Analyzer Program):** Software especializado en el análisis y simulación de sistemas de energía eléctrica, útil para la planificación y el mantenimiento de redes eléctricas.



Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

- **QElectroTech:** Alternativa de código abierto para la creación de diagramas eléctricos y de automatización, utilizada en formación técnica.



Cada uno de estos programas tiene aplicaciones específicas, dependiendo del nivel de detalle y la complejidad del sistema eléctrico a diseñar.

19.4.2. Modelado y Simulación de Circuitos Eléctricos

El modelado y la simulación de circuitos eléctricos permiten prever el comportamiento del sistema antes de su implementación. Esto es especialmente útil para:

- **Verificación de funcionamiento:** Permite analizar cómo operará un circuito bajo diferentes condiciones de carga y tensión.
- **Detección de errores:** Facilita la identificación de fallos en el diseño antes de la fabricación o instalación.
- **Optimización de componentes:** Ayuda a mejorar la eficiencia y reducir los costos al elegir los mejores componentes y configuraciones.

Los softwares como **ETAP** y **Multisim** ofrecen funciones avanzadas de simulación, incluyendo análisis de flujo de carga, cortocircuitos, estabilidad transitoria y armónicos.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

Ejemplo de Simulación

Un técnico debe diseñar un sistema de alimentación eléctrica para una planta industrial. Utilizando **ETAP**, puede:

1. Modelar la red de distribución con generadores, transformadores y cargas.
2. Simular diferentes escenarios de operación (carga máxima, fallos en el sistema, perturbaciones).
3. Evaluar medidas de protección, como relés y disyuntores, para garantizar la seguridad del sistema.

Este proceso reduce la posibilidad de errores en la instalación real y mejora la eficiencia energética.

19.4.3. Creación y Edición de Esquemas Eléctricos mediante Software Especializado

El uso de software permite la generación rápida y precisa de esquemas eléctricos con las siguientes ventajas:

- **Automatización de tareas repetitivas:** Inserción automática de numeración de cables y referencias cruzadas.
- **Bibliotecas de símbolos estandarizados:** Reducción del tiempo de diseño al emplear elementos normalizados.
- **Actualización en tiempo real:** Modificación de componentes y conexiones sin necesidad de rehacer el esquema manualmente.
- **Exportación e integración:** Posibilidad de exportar planos a otros formatos y compartir diseños con diferentes departamentos.

Pasos para Crear un Esquema Eléctrico en AutoCAD Electrical

1. **Configuración del proyecto:** Definir el tipo de circuito y los estándares de diseño.
2. **Selección de símbolos:** Utilizar la biblioteca para insertar dispositivos eléctricos.
3. **Dibujo del esquema:** Interconectar los elementos respetando las normas establecidas.
4. **Verificación del diseño:** Revisar errores mediante herramientas automáticas de validación.
5. **Exportación del esquema:** Generar archivos en formatos compatibles con otros programas o para impresión.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

La implementación de software de diseño y simulación en el ámbito eléctrico mejora la precisión y fiabilidad de los proyectos, asegurando que las instalaciones sean eficientes y seguras.

19.5. ELABORACIÓN E INTERPRETACIÓN DE ESQUEMAS ELÉCTRICOS

La elaboración e interpretación de esquemas eléctricos es una habilidad fundamental para técnicos e ingenieros en el sector eléctrico e industrial. Comprender cómo se diseñan y analizan estos esquemas permite garantizar instalaciones eficientes, funcionales y seguras.

19.5.1. Principios de Diseño de Esquemas Eléctricos

El diseño de un esquema eléctrico debe cumplir ciertos principios básicos para que sea claro, funcional y cumpla con las normativas vigentes:

- **Claridad y organización:** Los componentes deben estar distribuidos de forma lógica y siguiendo un flujo comprensible.
- **Uso de simbología normalizada:** Se deben emplear los símbolos eléctricos según normativas como IEC, ANSI o UNE para garantizar su interpretación universal.
- **Identificación de conductores y dispositivos:** Cada elemento debe estar correctamente identificado con etiquetas o códigos que faciliten su mantenimiento y revisión.
- **Cohesión con el sistema eléctrico real:** El esquema debe reflejar fielmente la distribución y conexiones del sistema real, evitando ambigüedades.

Un esquema bien diseñado facilita tanto su instalación inicial como su posterior mantenimiento y resolución de fallos.

19.5.2. Análisis de Diagramas de Fuerza y Control

Los diagramas eléctricos se pueden clasificar principalmente en:

- **Diagrama de fuerza:** Representa la distribución de potencia en un sistema eléctrico, mostrando los componentes de alta corriente como motores, generadores y transformadores.
- **Diagrama de control:** Muestra los circuitos encargados de regular y comandar el sistema eléctrico, incluyendo relés, temporizadores y sensores.

(VER 10.3. ESQUEMAS DE MANDO Y POTENCIA)

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

Diferencias entre Diagramas de Fuerza y Control

Característica	Diagrama de Fuerza	Diagrama de Control
Función principal	Distribución de potencia	Regulación y automatización
Elementos clave	Motores, generadores, líneas de alta corriente	Relés, sensores, PLCs, interruptores
Nivel de tensión	Media y alta tensión	Baja tensión
Aplicaciones	Instalaciones industriales, sistemas de distribución	Automatización de procesos, control de maquinaria

19.6. SEGURIDAD EN LA INTERPRETACIÓN Y ELABORACIÓN DE PLANOS ELÉCTRICOS

La seguridad es un aspecto fundamental en la interpretación y elaboración de planos eléctricos, ya que un error en el diseño o la lectura de un esquema puede derivar en fallos en la instalación, accidentes eléctricos o daños en equipos e infraestructura. Para minimizar riesgos, es necesario aplicar normativas de seguridad, buenas prácticas y el uso adecuado de herramientas de protección.

19.6.1. Identificación de Riesgos Eléctricos en Esquemas y Planos

El análisis de esquemas eléctricos permite identificar y mitigar posibles riesgos asociados a las instalaciones eléctricas. Algunos de los principales peligros incluyen:

- **Sobrecargas y cortocircuitos:** Una mala interpretación del dimensionamiento de los conductores y protecciones puede derivar en fallas en el sistema.
- **Riesgo de electrocución:** La manipulación de circuitos sin el debido conocimiento del esquema eléctrico puede exponer a los trabajadores a descargas eléctricas.
- **Conexiones erróneas:** Un mal conexionado de los componentes puede causar fallos operativos y daños en los equipos.
- **Falta de protecciones adecuadas:** La ausencia de elementos de seguridad como disyuntores, fusibles y diferenciales puede comprometer la seguridad del sistema.

Para evitar estos riesgos, es esencial realizar una lectura detallada de los planos eléctricos antes de cualquier intervención en una instalación.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

19.6.2. Buenas Prácticas y Normativas de Seguridad en el Diseño e Interpretación de Planos

Las normativas internacionales establecen criterios de seguridad para la elaboración e interpretación de esquemas eléctricos. Algunas de las principales regulaciones incluyen:

- **Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT):** Establece requisitos para la seguridad de instalaciones eléctricas en edificios residenciales, comerciales e industriales.
- **Norma IEC 60364:** Regula el diseño y la seguridad de las instalaciones eléctricas de baja tensión a nivel internacional.
- **Normas UNE:** Definen criterios técnicos para la seguridad en la interpretación y ejecución de instalaciones eléctricas en España.

Buenas Prácticas en la Elaboración de Planos Eléctricos

Para garantizar la seguridad en la interpretación y diseño de esquemas eléctricos, se recomienda:

- **Utilizar simbología normalizada:** Evita confusiones y facilita la interpretación de los esquemas.
- **Especificar correctamente las protecciones eléctricas:** Indicar el tipo y capacidad de fusibles, disyuntores y diferenciales.
- **Respetar la separación entre circuitos de fuerza y control:** Evita interferencias y fallos en la operación de los sistemas eléctricos.
- **Etiquetar adecuadamente los componentes y conductores:** Facilita el mantenimiento y la identificación de posibles fallas.
- **Realizar verificaciones previas antes de la puesta en marcha:** Asegura que el sistema esté correctamente cableado y que las protecciones sean adecuadas.

19.6.3. Uso de Herramientas y Protección Personal en la Elaboración e Interpretación de Planos

El trabajo con instalaciones eléctricas y la interpretación de planos requieren el uso de equipos de protección adecuados para minimizar riesgos. Entre las medidas de seguridad más importantes se encuentran:

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

Equipos de Protección Personal (EPP)

- **Guantes dieléctricos:** Protegen contra descargas eléctricas en manipulaciones directas de circuitos.
- **Gafas de seguridad:** Previenen lesiones en los ojos causadas por chispazos o proyecciones de material.
- **Ropa ignífuga y de alta visibilidad:** Reduce el riesgo de quemaduras por arcos eléctricos y mejora la visibilidad en entornos de trabajo.
- **Calzado de seguridad con suela aislante:** Evita la conducción de corriente eléctrica en caso de contacto con elementos energizados.

(VER 14.5.2. EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL Y COLECTIVA.)

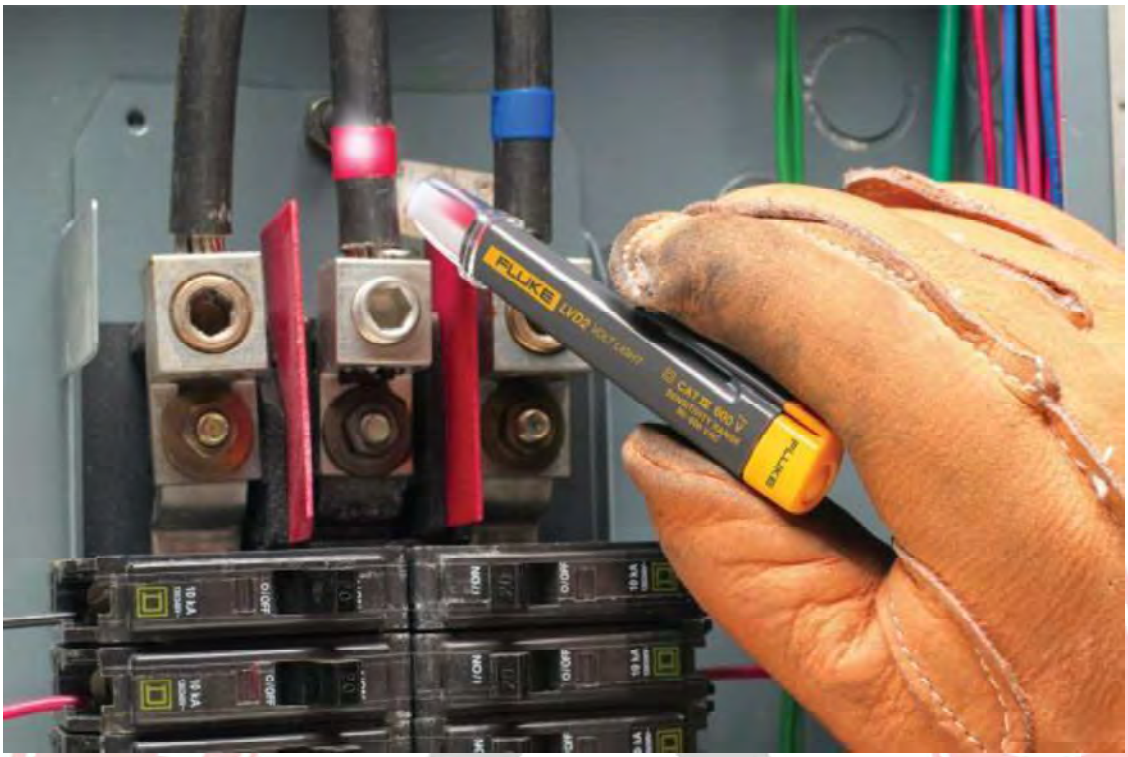
Herramientas de Seguridad para la Interpretación y Diagnóstico de Circuitos

- **Multímetro y pinza amperimétrica:** Permiten verificar la continuidad, voltaje y corriente en los circuitos eléctricos.



Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

- **Detector de tensión sin contacto:** Indispensable para comprobar la presencia de corriente en cables y dispositivos.

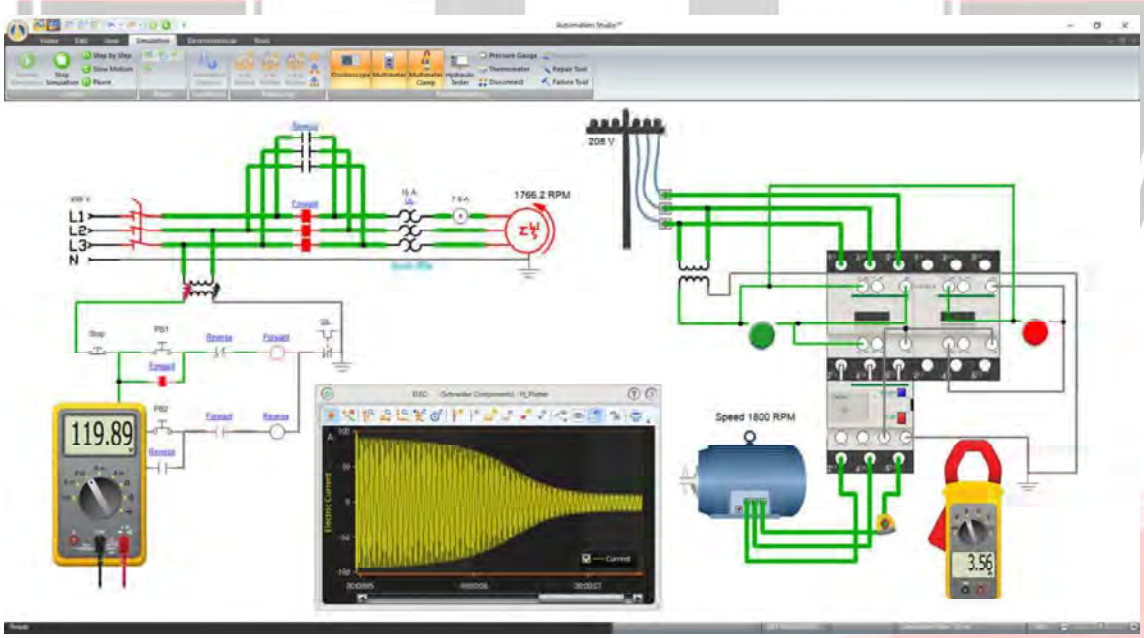


- **Verificadores de fase y secuencia de fases:** Ayudan a determinar el orden correcto de conexión en sistemas trifásicos.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.



- **Software de simulación:** Facilita la detección de errores en los esquemas eléctricos antes de su implementación real.



Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

Procedimientos de Seguridad en la Interpretación y Ejecución de Planos

Para garantizar un trabajo seguro y eficiente, se recomienda:

1. **Revisión previa del esquema eléctrico:** Antes de cualquier intervención, verificar el diseño y su correcta interpretación.
2. **Desconexión del sistema eléctrico:** Siempre que sea posible, cortar la alimentación para evitar riesgos de electrocución.
3. **Uso de señalización y bloqueo de circuitos:** Para prevenir la activación accidental de equipos mientras se trabaja en ellos.
4. **Verificación final de la instalación:** Confirmar que todas las conexiones se han realizado conforme al esquema eléctrico y a las normativas de seguridad.

Conclusión

La seguridad en la interpretación y elaboración de planos eléctricos es un aspecto clave para evitar fallos en las instalaciones y reducir riesgos laborales. Aplicando normativas, buenas prácticas y herramientas adecuadas, se garantiza el correcto funcionamiento de los sistemas eléctricos y la protección de los técnicos y operarios.

Con estos conocimientos, los profesionales del sector eléctrico pueden desempeñar su labor con mayor eficiencia y seguridad, asegurando instalaciones confiables y cumpliendo con los estándares de calidad exigidos en la industria.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

Uso de contenidos, fuentes y derechos de autor

1. Finalidad del presente material

El presente documento forma parte de un material didáctico elaborado exclusivamente con fines educativos y sin ánimo de lucro. Está destinado a su libre distribución para ser utilizado en contextos formativos, para la enseñanza y el aprendizaje de contenidos técnicos.

No está permitido su uso con fines comerciales.

---

2. Uso de fuentes externas

Para el desarrollo de este temario se han utilizado diversas fuentes de información, tales como:

- Manuales técnicos y libros especializados
- Documentación institucional (Ministerio de Educación, BOE, INTEF, etc.)
- Sitios web de acceso público (Wikipedia, blogs técnicos, foros especializados)
- Artículos académicos y divulgativos
- Imágenes y gráficos procedentes de bancos de imágenes libres o de dominio público

Siempre que ha sido posible, respetando el derecho moral de autoría.

---

3. Derecho de cita y uso educativo

De acuerdo con lo dispuesto en la **Ley de Propiedad Intelectual (RDL 1/1996)** en su artículo 32, se permite la inclusión de fragmentos de obras ajenas en materiales educativos **cuando se cumplan los siguientes requisitos**:

- La inclusión tiene un **propósito de ilustración con fines educativos**.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.

- Se utiliza **solo la parte necesaria** del contenido, no la obra completa.
- El uso se realiza **sin fines lucrativos**.

Este temario respeta estos principios en su totalidad. Cuando se han utilizado contenidos protegidos por derechos de autor, se ha hecho conforme a los límites legalmente establecidos o mediante el uso de licencias abiertas.

---

4. Contenido con licencias abiertas

Algunas imágenes, gráficos o textos utilizados en este documento se encuentran bajo licencias de uso libre (Creative Commons, dominio público u otras licencias abiertas). Estas licencias permiten su uso y adaptación siempre que se respete la condición de atribución cuando corresponda.

Por ejemplo, algunas imágenes han sido extraídas de:

- Wikimedia Commons
- Pixabay.com
- Unsplash.com
- Documentación oficial y normativa del Ministerio de Educación

---

5. Peticiones de modificación o retirada

Si algún autor, creador o entidad considera que el uso de su contenido no ha sido adecuado o desea solicitar su retirada o modificación, puede comunicarse con Solidaridad Obrera. Se revisará la situación y se aplicarán los cambios pertinentes con la mayor brevedad posible.

---

6. Agradecimientos

Se agradece a todos los autores, instituciones y plataformas que comparten contenido educativo de libre acceso, facilitando el aprendizaje y la formación técnica de calidad para todos.

Ver uso de contenidos, fuentes y derechos de autor en la última página.