

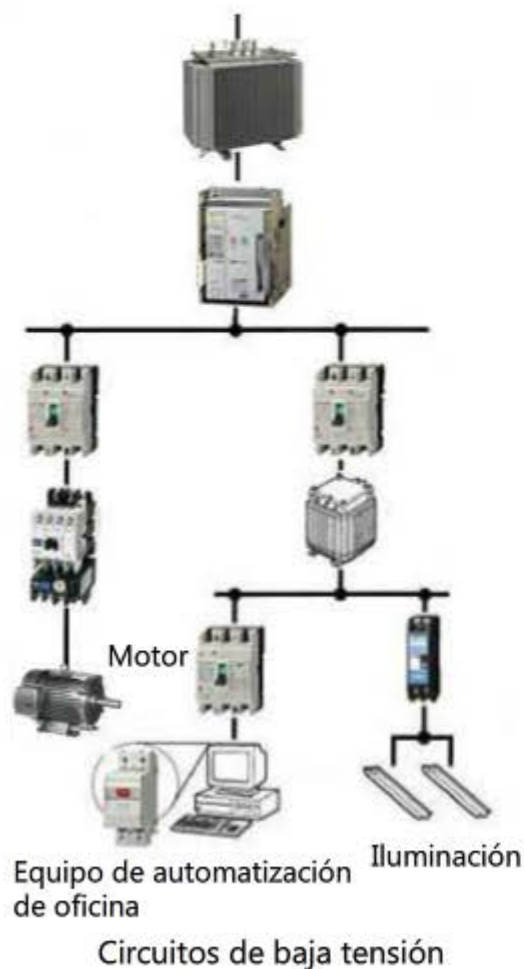


Equipo FA para Principiantes (Productos de Control de Distribución de Potencia)

El objetivo de este curso es proporcionar una visión general de equipos de distribución y control de corriente eléctrica en un corto período de tiempo para las personas que son nuevos en el campo.

Introducción Objetivos educativos de este curso

Este curso se proporciona a fin de que usted obtenga los conocimientos fundamentales necesarios para utilizar los equipos de distribución y control de corriente eléctrica de Mitsubishi como los que se muestran abajo. El contenido de este curso se creó en base a los estándares de sistemas de distribución de corriente eléctrica utilizados en Japón. Los estándares de voltaje o corriente eléctrica varían dependiendo del país, así que debe considerar este documento solo como referencia en educación.



Introducción Estructura de los capítulos del curso



Los capítulos de este curso se distribuyen de la siguiente manera.
Le recomendamos que estudie los capítulos en orden, empezando por el capítulo 1.

Capítulo 1 - Fundamentos de la electricidad

En este capítulo se enseña una comprensión básica de la electricidad.

Capítulo 2 - Desde la central eléctrica al consumidor

En este capítulo se explica cómo la corriente eléctrica se envía a y se hace accesible a los consumidores.

Capítulo 3 - Distribución de potencia y equipo de control

En este capítulo, usted comprenderá de manera amplia los equipos de distribución y control.

Introducción Instrucciones de operación



Ir a la página siguiente		Ir a la página siguiente.
Volver a la página anterior		Volver a la página anterior.
Moverse a la página deseada		"Tabla de contenido" aparecerá, lo que le permite navegar a la página deseada.
Salga del aprendizaje		Salga del aprendizaje. Ventana de "Contenido" y el aprendizaje se cerrará.

Introducción Información Importante



Instrucciones de Seguridad

Cuando se estudia usando el producto real, le pedimos que lea cuidadosamente las "Instrucciones de seguridad" que se describen en el manual del producto, y utilizar el producto de una manera adecuada, prestando especial atención a las cuestiones de seguridad.

Capítulo 1 Fundamentos de la Electricidad



En este capítulo, usted obtendrá un conocimiento básico acerca de la electricidad necesario para utilizar el equipo de distribución y control de corriente.

Capítulo 1 Contenido de Estudio

- 1.1 ¿Qué es la electricidad?
- 1.2 La ley de Ohm (La relación de voltaje, corriente y resistencia)
- 1.3 Corriente alterna y directa
- 1.4 Elementos fundamentales de circuitos de corriente alterna
- 1.5 Acerca de potencia eléctrica y el factor de potencia
- 1.6 La potencia eléctrica y la energía eléctrica en circuitos monofásicos
- 1.7 La potencia eléctrica y la energía eléctrica en circuitos trifásicos

1.1

¿Qué es la electricidad?

Cuando hablamos de la electricidad, ¿qué queremos decir exactamente? Todos sabemos acerca de una tensión de 100 voltios y la corriente de 10 amperios, pero es difícil de explicar con palabras lo que significan.

La electricidad es más fácil de entender si tenemos en cuenta el uso de agua como un ejemplo.

• Voltaje

Si consideramos el agua, la presión de agua (presión del agua) es equivalente a la presión de la electricidad (tensión eléctrica).

La fuerza para empujar el agua se hace más fuerte a medida que la presión del agua aumenta, y de la misma manera, la fuerza para la alimentación de una corriente se vuelve más fuerte que la presión de la electricidad (tensión eléctrica) aumenta.

Esta presión de la electricidad (voltaje) se mide utilizando la unidad de **volt [V]**, y el voltaje se expresa como 100 V, 200 V, y así.

• Corriente Eléctrica

El flujo de agua se llama una corriente de agua, y el flujo de electricidad se llama una corriente eléctrica.

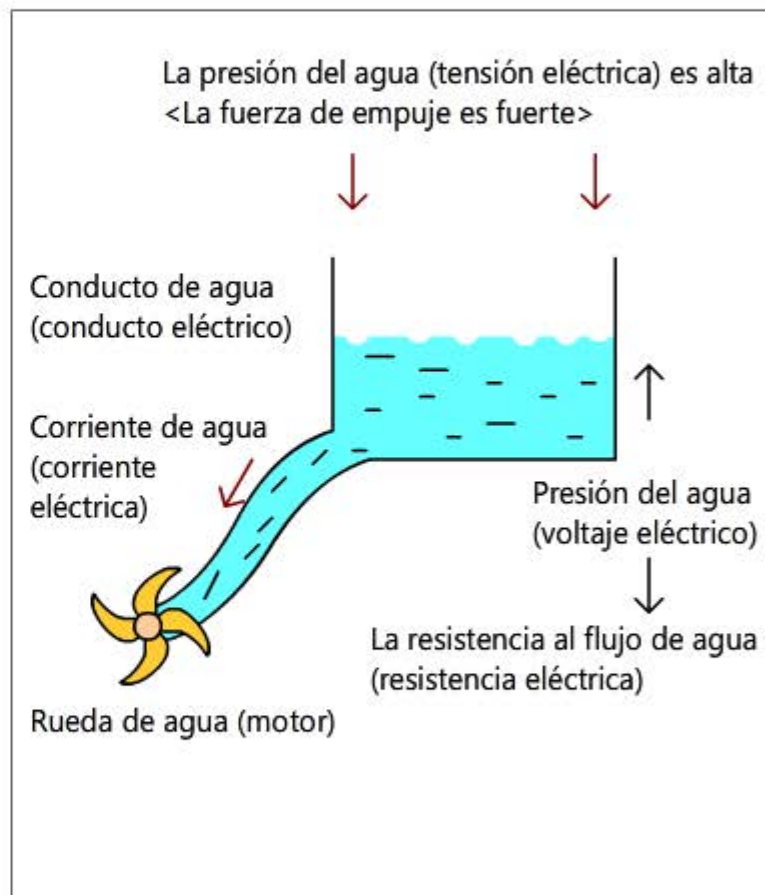
Así como con el agua, una corriente eléctrica siempre fluye de un alto potencial hacia un bajo potencial.

La unidad para medir una corriente eléctrica es **ampere [A]**.

• Resistencia

Si un conducto de agua es estrecho o se cubre con las algas, el agua está obstruida (existe resistencia) del flujo suave. Similar a tales síntomas, un obstáculo que bloquea el flujo de electricidad se llama **resistencia eléctrica**.

La unidad para medir una resistencia eléctrica es **ohm [Ω]**.



1.2 La ley de Ohm (La relación de voltaje, corriente y resistencia)

En un circuito eléctrico, la aplicación de voltaje a la resistencia (carga) alimenta la corriente eléctrica.

La cantidad de tal corriente es proporcional a la tensión e inversamente proporcional a la resistencia.

Esta declaración se llama "**Ley de Ohm**".

Se representa por la siguiente fórmula:

$$I = \frac{E}{R} [A]$$

En esta ecuación,

I: Corriente eléctrica [A]

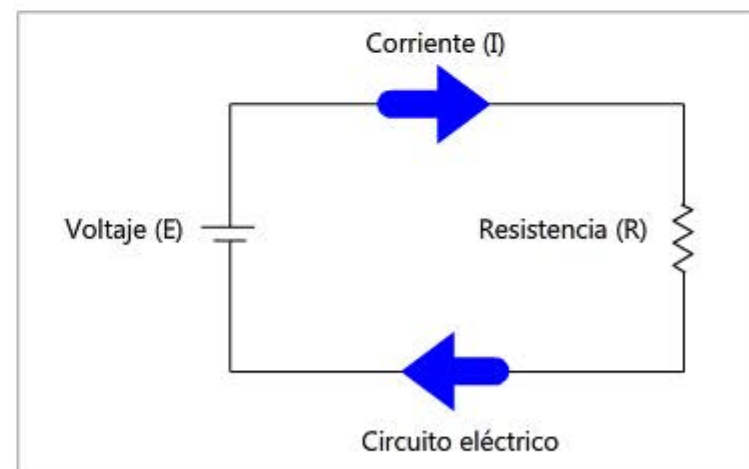
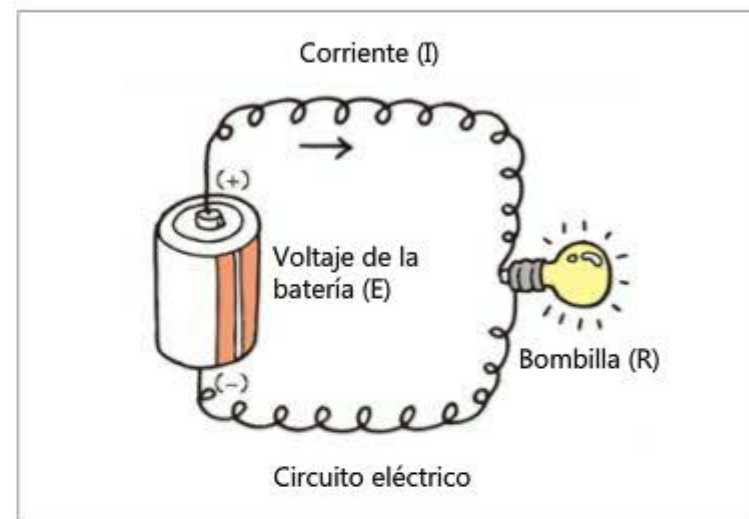
E: Voltaje eléctrico [V]

R: Resistencia eléctrica [Ω]

Con la transformación de la ecuación anterior, obtenemos:

$$E = I \times R [V]$$

Las ecuaciones anteriores muestran que la corriente aumenta si la tensión aumenta, mientras la corriente aumenta conforme la resistencia disminuye.



1.3

Corriente alterna y directa

- **Corriente directa (Figura 1 a 3)**

El ejemplo más conocido de una corriente directa es una pila seca. Cuenta con terminales positiva (+) y negativa (-), y la electricidad de la red eléctrica siempre fluye en una sola dirección.

Cuando una batería está conectada a una bombilla, una corriente fluye siempre desde el terminal + y vuelve a la terminal -. Esto se determinó cuando la electricidad no se comprendía bien. En la actualidad, los electrones que llevan la carga eléctrica negativa (-) se están moviendo en la dirección opuesta.

- **Corriente alterna**

La corriente alterna cambia su dirección y tamaño a medida que pasa el tiempo.

La figura 4 muestra una corriente alterna que es creada por un generador eléctrico la cual es llamada onda sinusoidal de corriente alterna. Lo que generalmente se indica como corriente alterna se refiere a esta onda sinusoidal de corriente alterna.

La corriente fluye en una dirección fija.

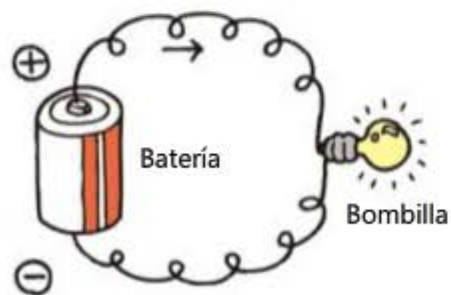


Fig. 1. Flujo de corriente eléctrica

La corriente fluye en una dirección fija.

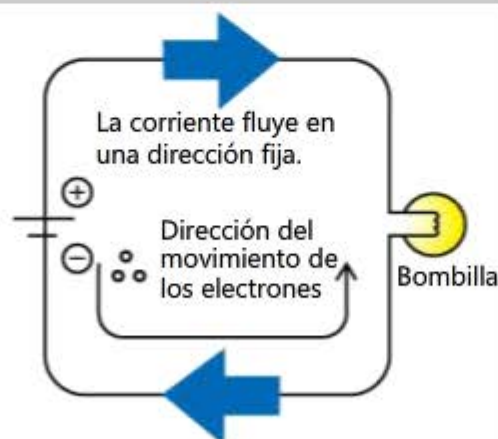


Fig. 2. Dirección del movimiento de los electrones

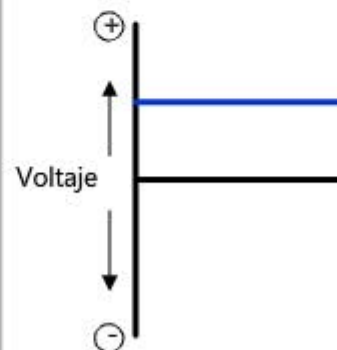


Fig. 3. Corriente directa

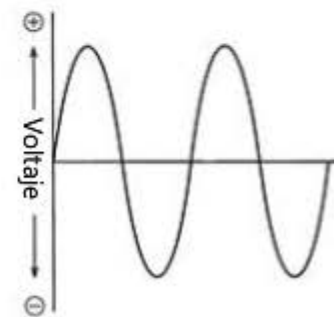


Fig. 4. Corriente alterna de onda sinusoidal

1.3

Corriente alterna y directa



- **Frecuencia**

Una frecuencia significa el número de períodos repetidos por una corriente alterna en un segundo.

La frecuencia de 50 Hz significa que la corriente cambia alternativamente su dirección de flujo 50 veces por segundo como se muestra en la figura a la derecha.

- **Valor Efectivo**

Puesto que el voltaje E de la corriente alterna cambia con el tiempo, existe el problema de que el valor que indica exactamente la tensión de 100 voltios no es obvia.

Normalmente, tal valor se expresa por el valor eficaz de la energía que sería el mismo en el caso de una corriente directa.

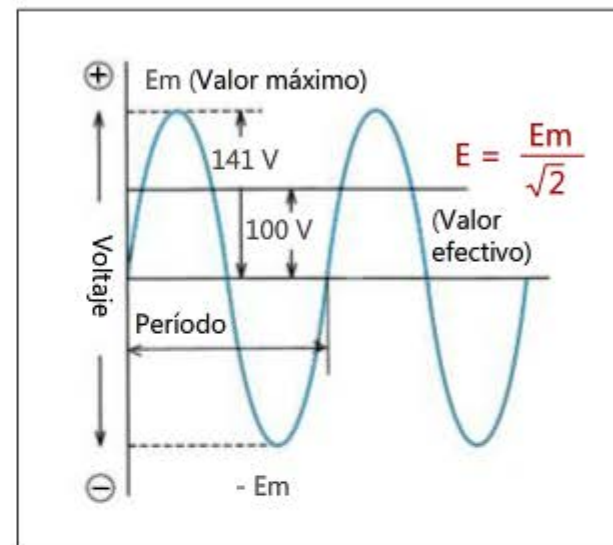
El valor eficaz de la corriente alterna de onda sinusoidal es:

$$E = \frac{E_m}{\sqrt{2}}$$

donde E es el valor efectivo, y E_m es el valor máximo.

En términos generales, una tensión de 100 voltios indica el valor efectivo, y el valor máximo E_m de la corriente alterna es

$$E_m = 100 \text{ V} \times \sqrt{2} = 100 \text{ V} \times 1.41 = 141 \text{ V}$$



Nota al margen

El valor efectivo de una corriente alterna se calcula como "raíz cuadrada de la media del cuadrado del valor instantáneo de 1 período."

Llamamos a los valores efectivos "rms" que viene de tomar las primeras iniciales de los términos Root Mean and Square.

El valor efectivo de arriba E se puede calcular con la siguiente fórmula, utilizando el valor instantáneo $e = E_m \sin \omega t$.

$$E = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T e^2 \cdot dt}$$

1.4 Elementos fundamentales de circuitos de corriente alterna

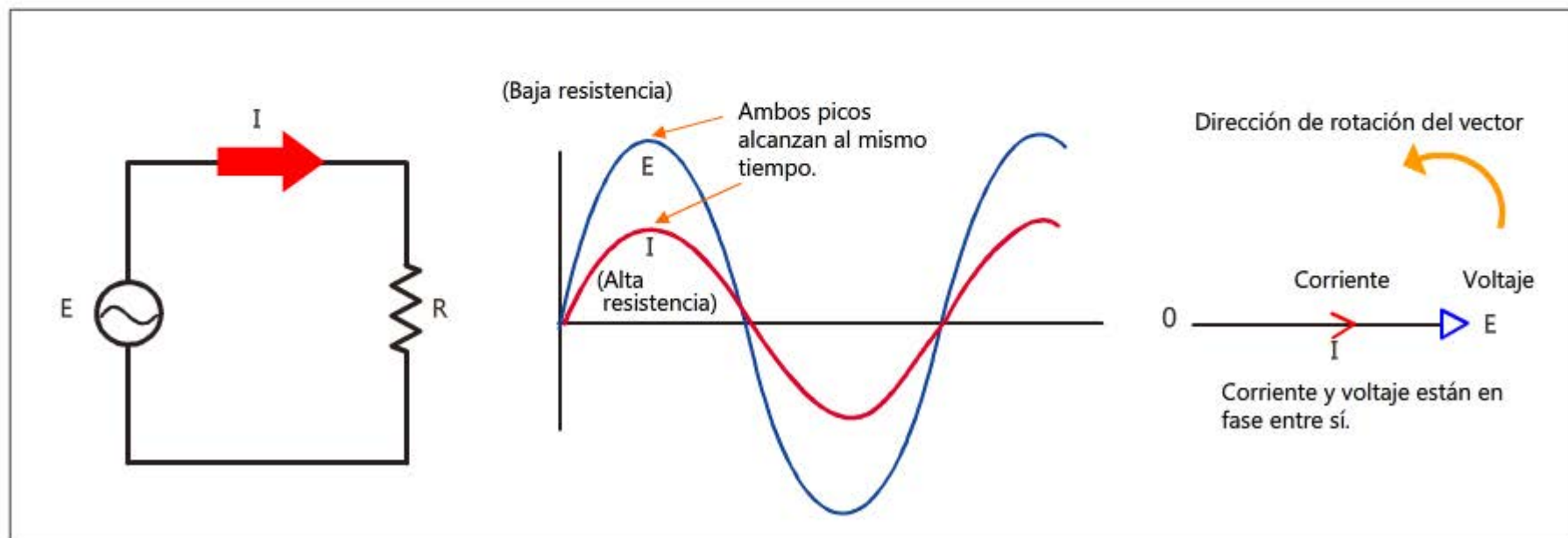
En los circuitos de corriente directa, una bobina no obstaculiza el flujo de corriente. Sin embargo, en circuitos de corriente alterna, además de la resistencia pura, las bobinas y condensadores actúan como resistencia. Todos estos tipos de resistencia están juntos se llaman impedancia.

• Resistencia

Cuando el voltaje de corriente alterna E se aplica a la resistencia de R [Ω], la corriente I que fluye a través del circuito de resistencia es:

$$I = \frac{E}{R}$$

Considérelolo como si fuera el mismo que en el caso de una corriente continua. En esta situación, el voltaje y la corriente están en fase entre sí.



1.4 Elementos fundamentales de circuitos de corriente alterna

• Bobinas (Reactancia inductiva)

Una bobina actúa como una especie de resistencia a una corriente alterna. Dicha resistencia se expresa como una reactancia inductiva.

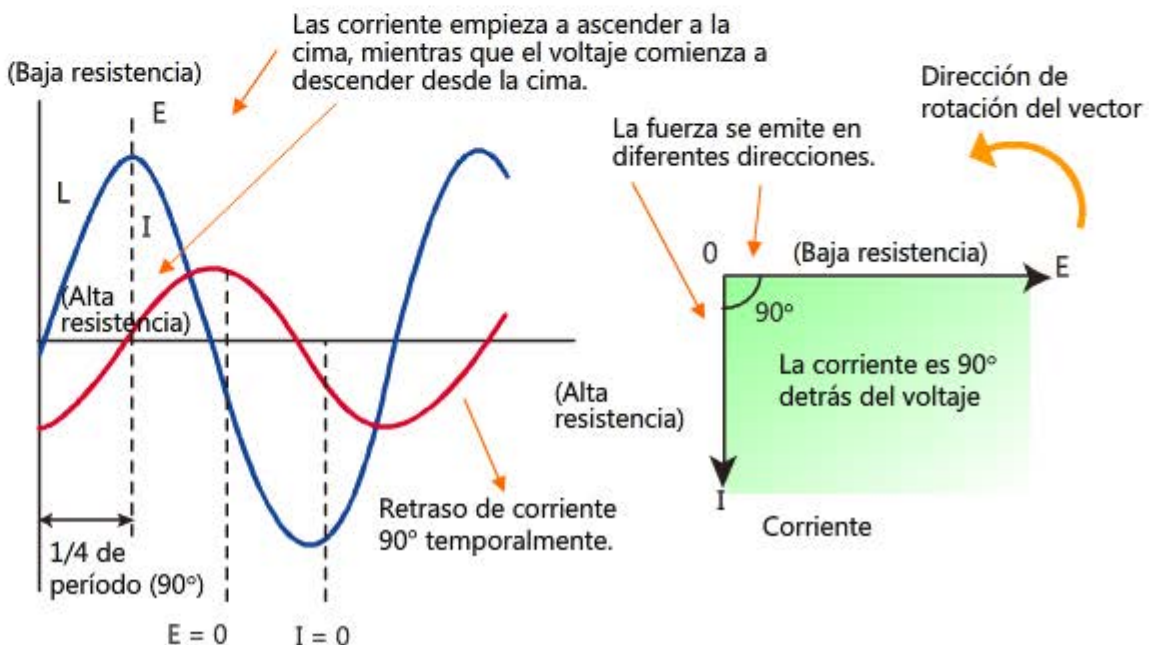
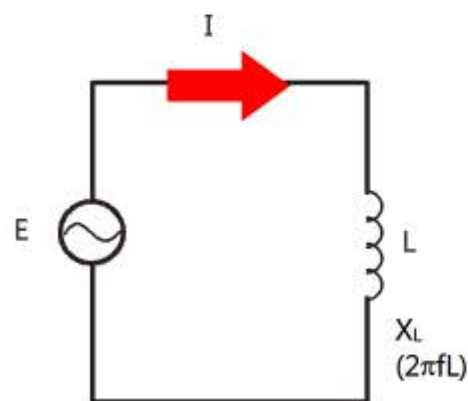
$$\text{Reactancia inductiva } X_L = 2\pi fL = \omega L [\Omega]$$

donde π : La velocidad angular, f : Frecuencia, L : Inductancia.

La corriente I que fluye en el circuito es

$$I = \frac{E}{X_L}$$

Por lo tanto, la ley de Ohm se cumple.
La corriente es 90° detrás del voltaje.



1.4 Elementos fundamentales de circuitos de corriente alterna

• Condensadores (Reactancia capacitiva)

Cuando se aplica un voltaje de corriente alterna al condensador C, una corriente de carga y una de descarga de corriente fluyen como se muestra en el diagrama.

También en este caso, tales corrientes actúan como una especie de resistencia a una corriente alterna. Esto se denomina una reactancia capacitiva.

$$\text{Reactancia capacitiva } X_c = \frac{1}{2\pi fC} = \frac{1}{\omega C} \text{ } [\Omega]$$

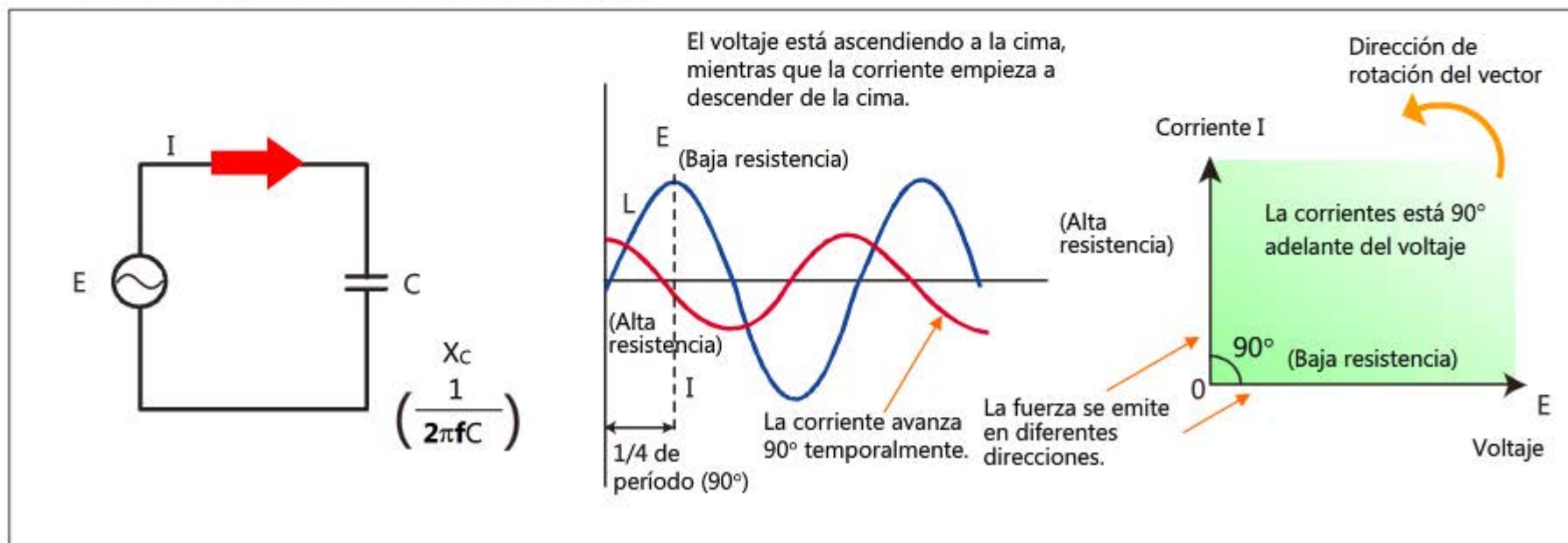
donde ω : La velocidad angular, f: Frecuencia, C: Capacitancia

La corriente I que fluye en el circuito es

$$I = \frac{E}{X_c}$$

Por lo tanto, la ley de Ohm se cumple.

La corriente avanza 90° por delante del voltaje.



1.4 Elementos fundamentales de circuitos de corriente alterna

• Impedancia (Una combinación de resistencia y reactancia)

En circuitos de corriente alterna, una combinación de resistencia y reactancia pura que actúan como una resistencia tales como bobinas y condensadores se maneja como una impedancia.

La unidad de medición es ohm (Ω), como en el caso de una resistencia.

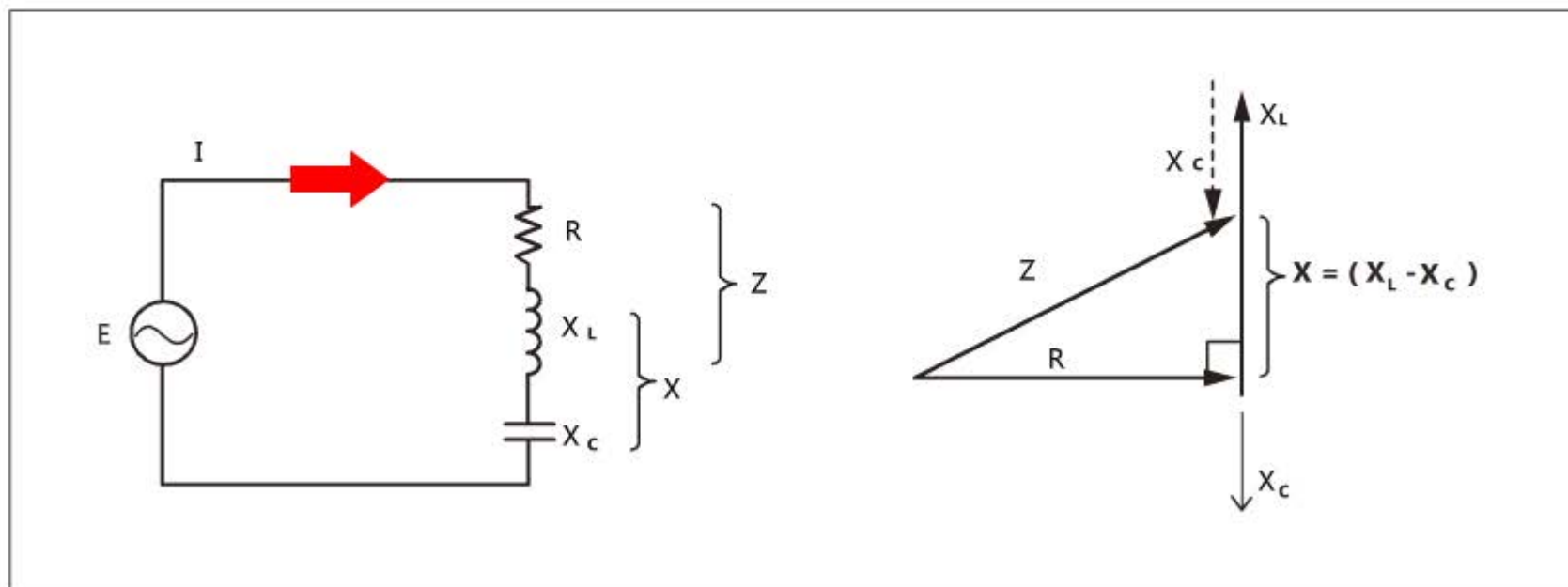
Dado que las direcciones de los vectores se diferencian al combinar una resistencia y una reactancia, en lugar de simplemente utilizar una suma aritmética, tenemos que usar su suma vectorial, como en la siguiente fórmula.

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2}$$

$$X = (X_L - X_C)$$

$$I = \frac{E}{Z}$$

donde Z: Impedancia (Ω), R: Resistencia (Ω), X: Reactancia (Ω).



1.5

Acerca de potencia eléctrica y el factor de potencia

• Potencia Eléctrica

Cuando se aplica agua a una rueda hidráulica, la fuerza que hace girar la rueda hidráulica es (presión del agua) x (corriente de agua).

La fuerza de la electricidad que es equivalente a esta fuerza del agua se llama una potencia eléctrica. La cantidad de la potencia eléctrica es (voltaje eléctrico) x (corriente eléctrica), y la unidad de medición son vatios [W].

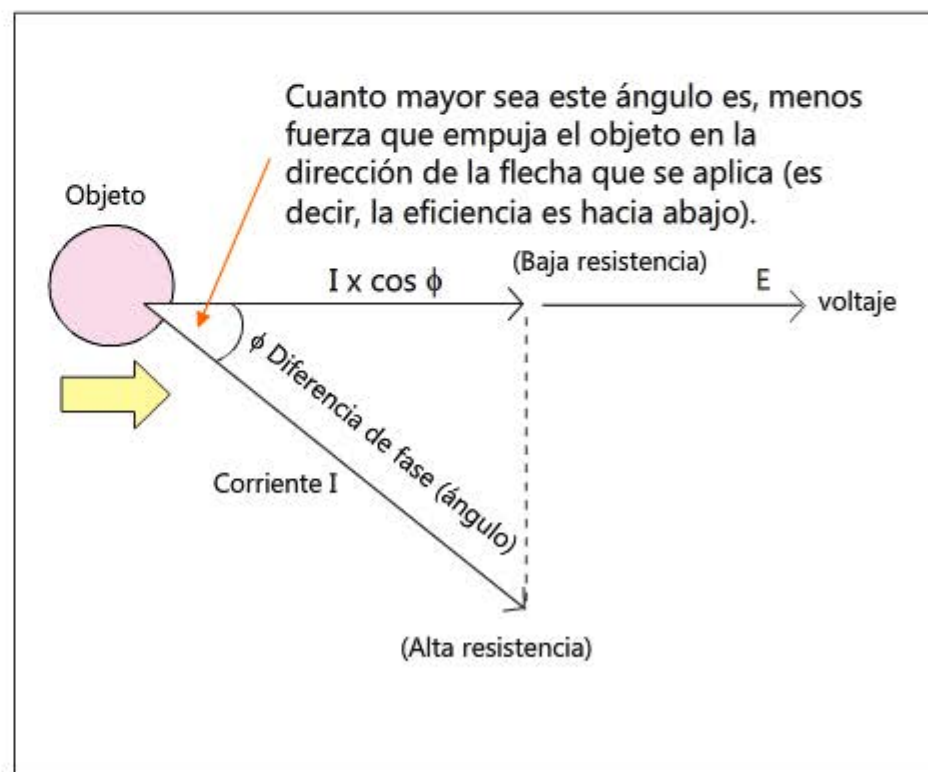
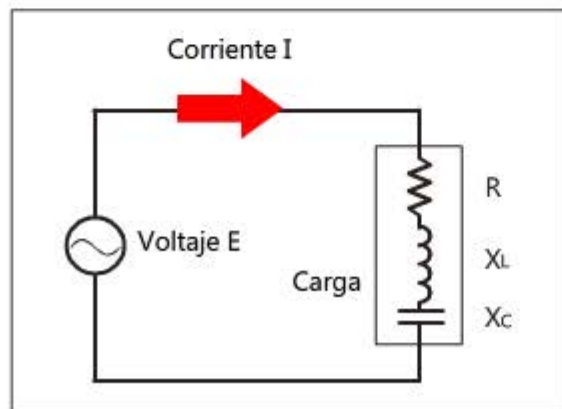
En otras palabras,

$$\text{Potencia eléctrica} = \text{Voltaje} \times \text{Corriente}$$

• Factor de Potencia

En circuitos de corriente alterna, debido a las bobinas y los condensadores, las fuerzas de tensión y corriente operan en diferentes direcciones. Cuando hablamos de la electricidad, este ángulo se llama una diferencia de fase.

Cuando el coseno de tal diferencia de fase (el ángulo), en otras palabras, la diferencia de fase, es ϕ , $\cos \phi$ es considerado como un factor de potencia. Si este factor de potencia es pobre (cuando la diferencia de las direcciones entre el voltaje y la corriente se hace mayor), se genera menos fuerza incluso con el mismo voltaje y corriente.



1.6 La potencia eléctrica y la energía eléctrica en circuitos monofásicos

Los 100 V utilizados en los hogares normalmente es una sola fase. En principio, hay dos cables eléctricos que provienen de la fuente de alimentación de una sola fase. Con respecto a una potencia eléctrica en un circuito de corriente de una sola fase alterna, porque al momento en que la mayor cantidad de fuerza es generada es diferente entre el voltaje y la corriente, en lugar de simplemente multiplicar el voltaje y la corriente, se utiliza la siguiente fórmula.

Potencia eléctrica monofásica alterna de corriente = Voltaje x corriente x Factor de potencia

$$P1 = E \times I \times \cos \phi \text{ [W]}$$

$$P0 = E \times I \text{ [VA]}$$

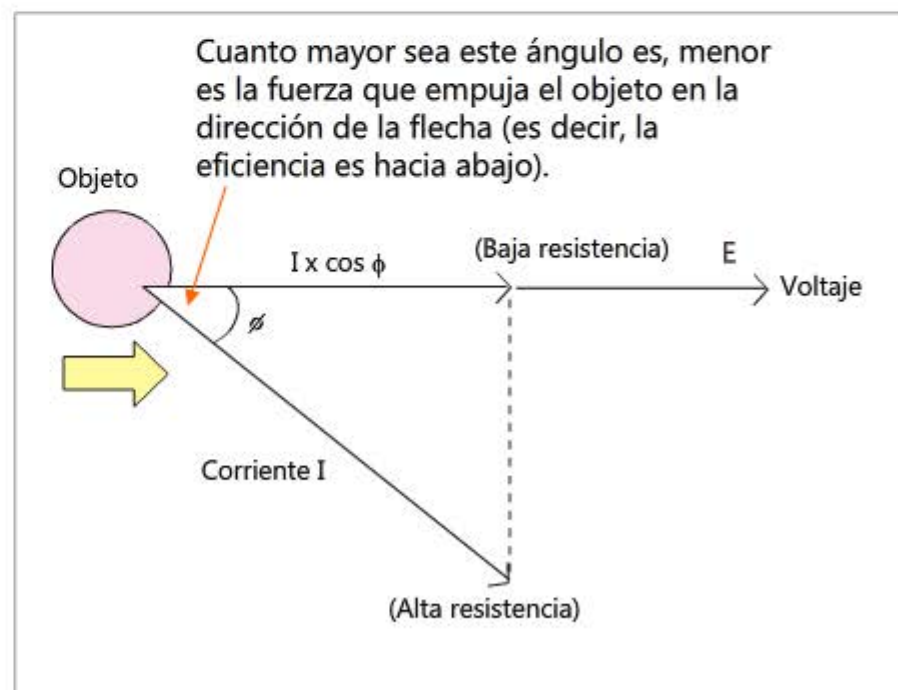
donde P1: Potencia efectiva [W], P0: Corriente aparente [VA], $\cos \phi$: El factor de potencia.

Al multiplicar el tiempo, obtenemos la energía eléctrica.

Corriente alterna monofásica de energía eléctrica = Potencia x Tiempo

$$Ph = P1 \times t = E \times I \times \cos \phi \times t \text{ [Wh]}$$

donde Ph: La energía eléctrica [Wh], T: Tiempo [h].



1.7 La potencia eléctrica y la energía eléctrica en circuitos trifásicos de corriente alterna

Los motores utilizados para proporcionar fuerza motriz son generalmente de tres fases. Trifásica, en principio, utiliza tres cables eléctricos, aunque hay casos donde se utilizan cuatro cables, que se denominan sistemas de cuatro hilos trifásicos.

Como se muestra en la figura 1, corriente alterna trifásica tiene tres ondas de **u, v, y w** en una fuente de alimentación. Estas ondas se compensan con 1/3 de un ciclo.

Cuando esto se utiliza como la fuente de alimentación para un motor como se muestra en la figura 2, corrientes eléctricas de

$I_u, I_v, \text{ y } I_w$

fluyen a través de tres cables de alimentación. Cada valor instantáneo tiene forma de onda mostrada en la Figura 1, y la suma de sus valores instantáneos en cualquier punto arbitrario es siempre cero.

La potencia eléctrica de este circuito de tres fases se obtiene por la siguiente fórmula.

Potencia eléctrica de tres fases de corriente alterna

= $\sqrt{3}$ x voltaje de línea x corriente de línea x Factor de potencia

$$P_3 = \sqrt{3} \times E \times I \times \cos \phi \quad [\text{W}]$$

$$P_{03} = \sqrt{3} \times E \times I \quad [\text{VA}]$$

donde P_3 : Potencia efectiva [W], P_{03} : Potencia aparente [VA], $\cos \phi$: El factor de potencia.

Al multiplicar el tiempo, obtenemos la energía eléctrica.

Energía eléctrica alterna de tres fases = Potencia x Tiempo

$$Ph = P_3 \times t = \sqrt{3} \times E \times I \times \cos \phi \times t \quad [\text{Wh}]$$

donde Ph : Energía eléctrica [Wh], t : Tiempo [h].

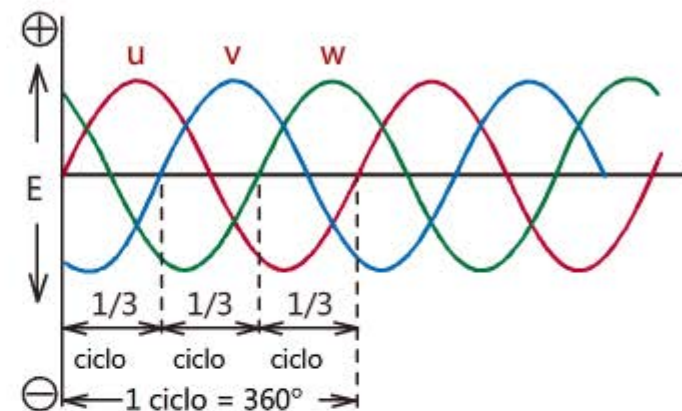


Fig. 1 Forma de onda de voltaje

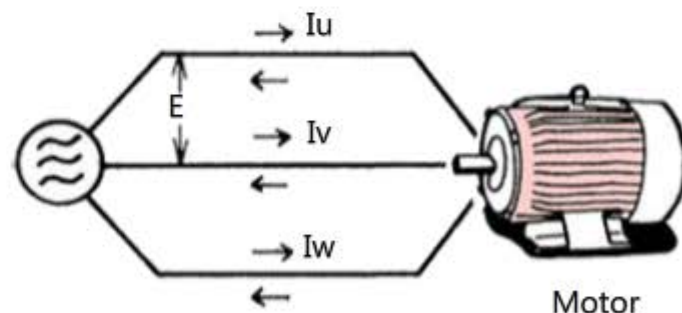


Fig.2 El circuito del motor

En este capítulo, usted aprendió los siguientes puntos.

- **¿Qué es la electricidad?** – Voltaje, corriente y resistencia

- **La ley de Ohm**

La corriente I fluye cuando se aplica el voltaje E a la resistencia R . El tamaño de dicha corriente es proporcional al voltaje e inversamente proporcional a la resistencia.

Esto se puede escribir en cualquiera de estas fórmulas: $I = \frac{E}{R}$ [A] o $E = I \times R$ [V]

- **Conceptos básicos de los circuitos alternos**

Resistencia, bobinas, condensadores, y la impedancia

- **¿Que es el factor de potencia y la energía eléctrica?**

Potencia = Voltaje x Corriente

Factor de potencia: $\cos \phi$

- **La potencia eléctrica y la energía eléctrica en circuitos monofásicos**

Potencia efectiva $P_1 = E \times I \times \cos \phi$ [W]

Energía eléctrica $Ph = P_1 \times t = E \times I \times \cos \phi \times t$ [Wh]

- **La potencia eléctrica y la energía eléctrica en circuitos trifásicos de corriente alterna**

Potencia efectiva $P_3 = \sqrt{3} \times E \times I \times \cos \phi$ [W]

Energía eléctrica $Ph = P_3 \times t = \sqrt{3} \times E \times I \times \cos \phi \times t$ [Wh]

Capítulo 2 Desde la central eléctrica al consumidor

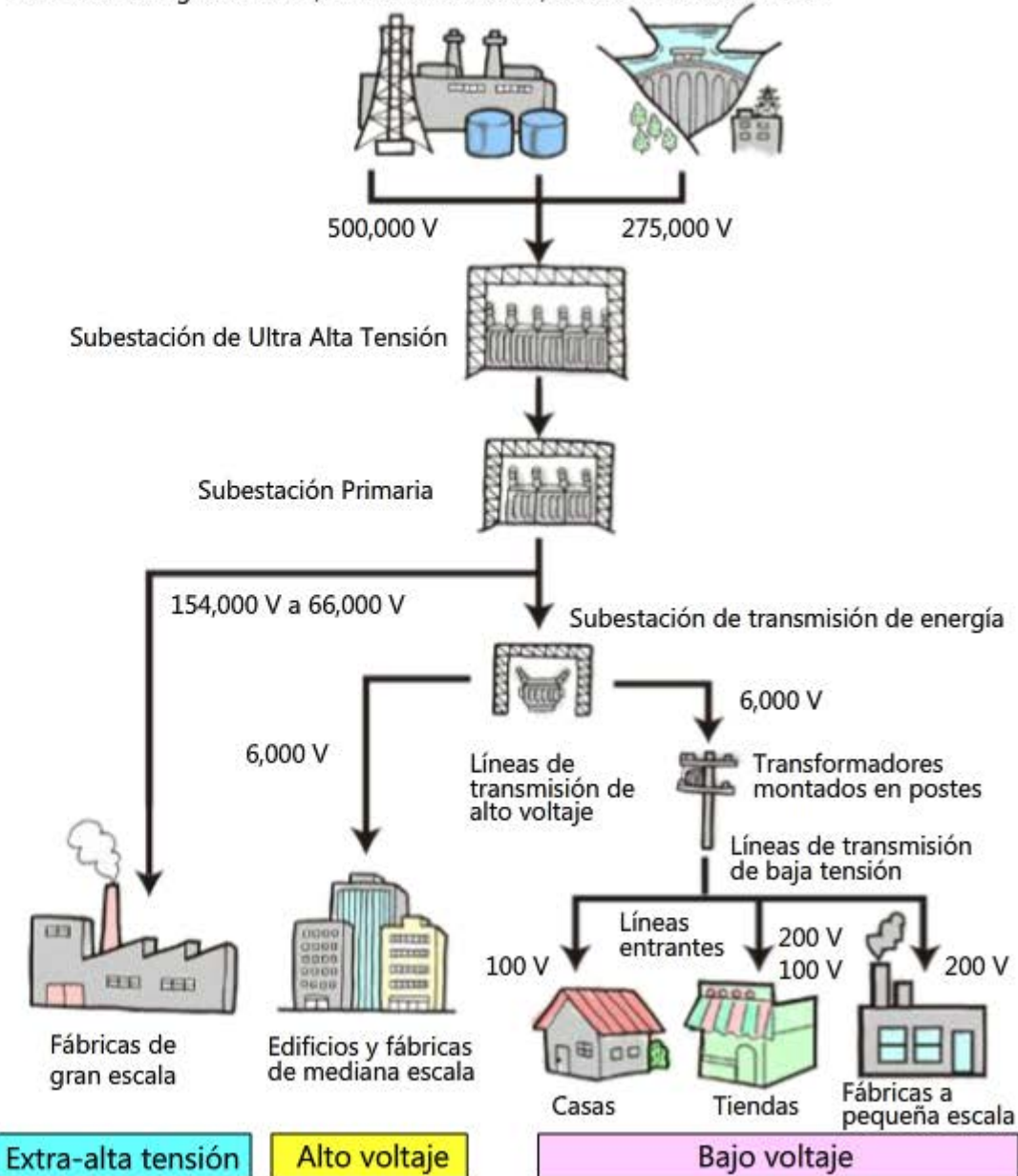
La electricidad se produce principalmente en las plantas eléctricas de carbón, centrales nucleares y plantas hidroeléctricas, y se envía a fábricas y hogares residenciales a través de diversos procesos.

La electricidad se utiliza en las fábricas y hogares residenciales a 100 V o 200 V, mientras que la electricidad se envía desde las subestaciones de transformadores de potencia fuera de la ciudad a través de las líneas de distribución de energía de los postes de teléfono (transformadores montados en postes) a un voltaje mayor de 6,600 V. Si miramos río arriba, las líneas de transmisión de energía que enlazan las centrales de subestaciones envían electricidad a extremadamente altos voltajes de 60 kV, 275 kV, y hasta tanto como 500 kV. El uso de voltajes tan altos es con el fin de minimizar la pérdida de la potencia eléctrica durante la transmisión.

La pérdida de la potencia eléctrica (es decir, la cantidad de calor liberado por una resistencia eléctrica) es proporcional al cuadrado de la corriente. Por lo tanto, la corriente puede reducirse mediante el aumento de la tensión, y se hace posible de manera eficiente enviar electricidad a través de cables de diámetro limitado, al mismo tiempo siendo capaz de enviar más electricidad (potencia eléctrica) sobre esos cables proporcionales al voltaje que se utiliza.

En este capítulo se describe cómo se cambia la energía eléctrica que se envía desde las subestaciones de distribución de energía para que pueda ser utilizada a 100 V o 200 V en fábricas y hogares residenciales, y cómo se hace de uso seguro.

Planta de energía a carbón, centrales nucleares, centrales hidroeléctricas



2.1 Clasificaciones de voltaje y voltajes estándar (voltajes nominales)

Las tensiones están divididas en las tres clases de baja tensión, alta tensión y extra alta tensión, como se muestra a continuación.

- Bajo voltaje: La corriente directa de 750 V o menos, o corriente alterna de 600 V o menos
- Alto voltaje: La corriente directa de 750 V o más o corriente alterna de 600 V o más, En cualquier caso siendo 7,000 V o menos.
- Extra-alta tensión: Voltajes de 7,000 V o más.

Los voltajes estándar (voltajes nominales) de líneas de transmisión de energía eléctrica se especifican en JEC 0222 de la siguiente manera.

Tabla A. voltajes estándar de líneas eléctricas de 1,000 V o más

Voltaje nominal [V]	
3,300	110,000
6,600	154,000
11,000	187,000
22,000	220,000
33,000	275,000
66,000	500,000
77,000	

Tabla B. de voltajes estándar de líneas eléctricas de 1,000 V o menos

Voltaje nominal [V]	
100	230/400
200	400
100/200	

Nota: El voltaje de línea representativa de la línea eléctrica se llama su tensión nominal.

2.2

Potencia contratada y voltaje recibido

Cuando un consumidor recibe el suministro de potencia eléctrica, la potencia contratada es clasificada como de baja tensión, alta tensión, o extra-alta tensión en función de su cantidad (potencia), y el equipo y administración necesarias difieren para cada clase, como se muestra en la siguiente tabla.

Potencia Contratada	Potencia Recibida	Método de Administración
Menos de 50 kW	Baja tensión (generalmente 200 V)	Aparatos eléctricos de uso general (Compañía de energía)
50 kW o más y menos de 2,000 kW	Alta tensión (nivel de 6 kV)	Aparatos eléctricos de uso privado (Puede ser sub-contratado a un instituto de seguridad)
2,000 kW o más	Extra-alta tensión (incluye algunos voltajes altos)	Aparatos eléctricos de uso privado (Ingeniero jefe)

• Bajo voltaje

Los voltajes de menos de 50 kW se clasifican como de baja tensión. Transformadores montados en el poste se utilizan para reducir la tensión de 6.6 kV a trifásica 200 V o monofásico de tres hilos 100 V/200 V. La administración está a cargo de la compañía eléctrica.

• Alto voltaje

Los voltajes de 50 kW o más y menos de 2,000 kW se clasifican como de alta tensión. Se instalan equipos eléctricos privados y un ingeniero en jefe los administra.

En este caso, el jefe de máquinas pueden ser subcontratista.

Estos voltajes son el objetivo de este curso.

• Extra-alta tensión

Tensiones de 2,000 kW o más se clasifican como de extra-alta tensión. Se instalan equipos eléctricos privados y un ingeniero en jefe los administra.

Tenga en cuenta que el jefe de máquinas debe ser elegido de entre los empleados del consumidor.

2.3 Equipo receptor de potencia de alta tensión tipo gabinete

Se requiere de equipo receptor de alto voltaje para recibir una fuente de alimentación de alta tensión de la compañía eléctrica. Energía eléctrica de alto voltaje puede ser recibida de las siguientes maneras:

- La instalación de transformador de potencia de recepción al aire libre y la instalación de un panel de conmutación en interiores
- Instalación de transformador de potencia y un panel de conmutación en interiores
- El almacenamiento de un transformador para recibir y un panel de conmutación están en un gabinete

Equipo receptor de potencia de alta tensión tipo gabinete es el equipo que almacena los dispositivos de recepción de voltajes entrantes en un gabinete metálico. También se llama simplemente un gabinete.

Hay una tendencia reciente a utilizar "equipo de recepción de alto voltaje tipo gabinete" para pequeñas y mediana potencia de capacidad de recepción de los equipos debido a los siguientes méritos:

- Requiere poco espacio
- No hay limitaciones en la ubicación de los equipos
- Altamente confiable debido a que la instalación de los equipos y el mantenimiento son fáciles

El equipo de recepción de altos voltajes de tipo de gabinete como lo especifica la JIS C4620 se utiliza para **circuítos que tienen la tensión nominal de 6.6 kV y la capacidad del sistema de cortocircuito de 12.5 kA, además se aplica a los equipos de recepción que tienen la capacidad de equipos de recepción de 4,000 kVA o menos.**

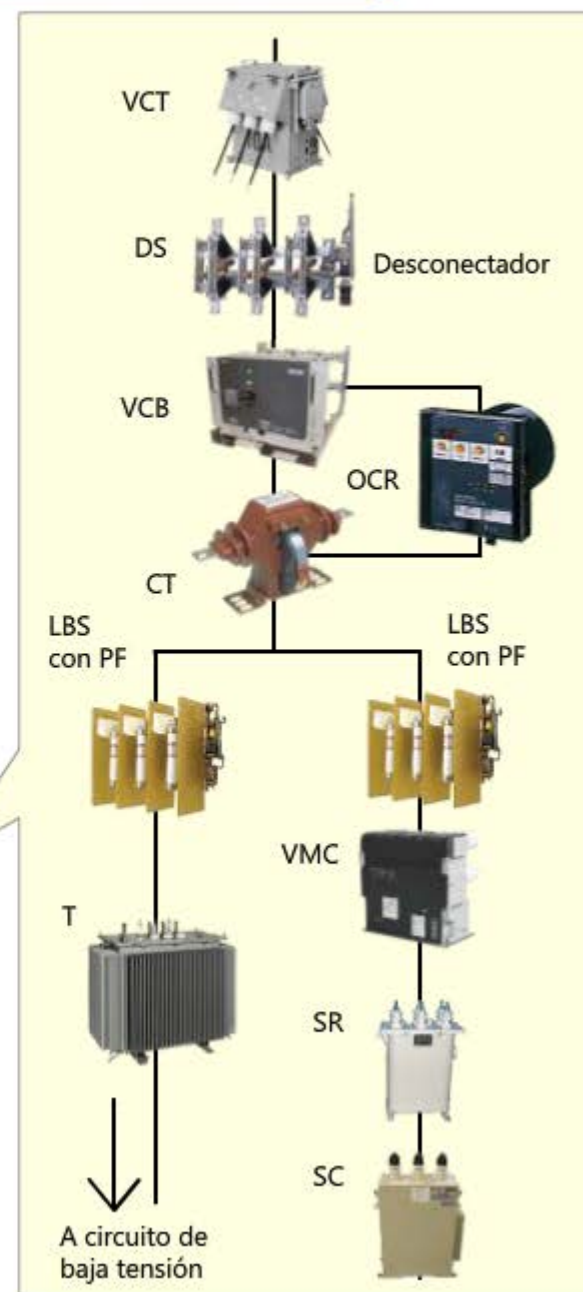


Equipo receptor de potencia de alta tensión tipo gabinete

2.3 Equipo receptor de potencia de alta tensión tipo gabinete

El equipo receptor de energía de alta tensión tipo gabinete se divide en las siguientes clases en base al tipo de dispositivos de desconexión. Los tipos de gabinete se especifican en la norma JIS C4620.

Tipo	Desconectador	Capacidad de recepción
Tipo CB	Interruptor de circuito (CB)	4,000 kVA o menos
Tipo PF-S	Equipado interruptor de corriente con fusible (LBS con PF)	300 kVA o menos



2.4

Esqueleto

Un esqueleto es un tipo de diagrama de una sola línea que muestra un diagrama de circuito eléctrico. Los circuitos eléctricos del equipo de recepción de un consumidor se ilustran con los símbolos que se utilizan para indicar los dispositivos tales como seccionadores, aisladores, transformadores, instrumentos de medición, los relés de protección. Este tipo de dibujo utiliza líneas simples para indicar cómo se conecta cada dispositivo.

Por ejemplo, el equipo de recepción de alta tensión tipo gabinete de la figura 1 se muestra en un esqueleto de la figura 2.

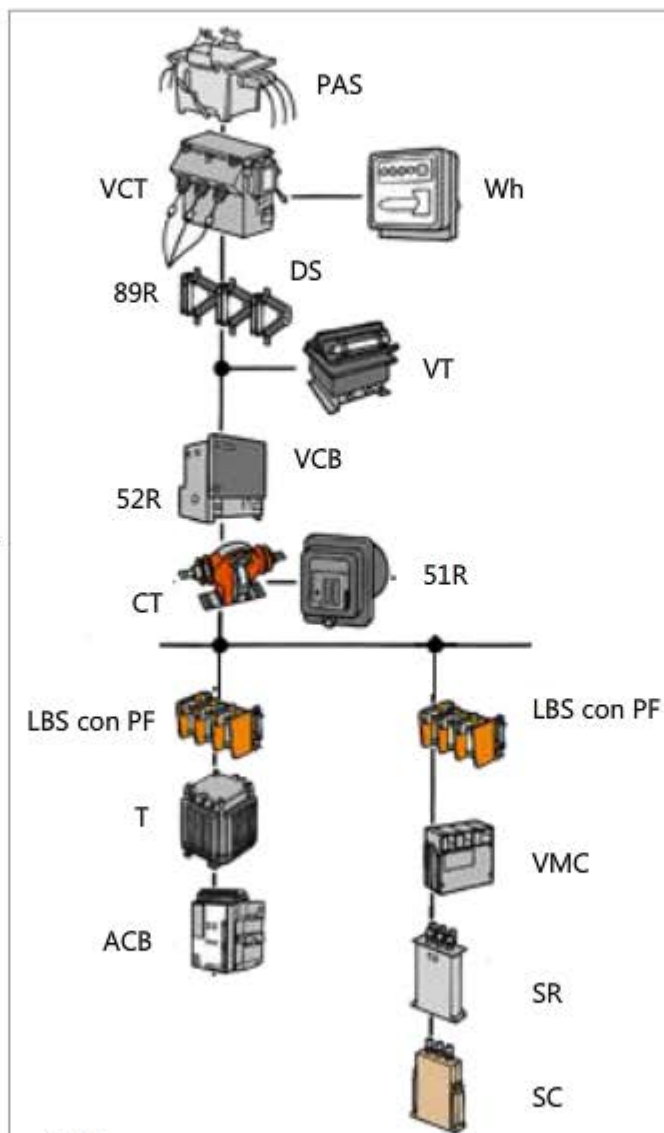


Fig.1
Equipo receptor de potencia de alta tensión
tipo gabinete

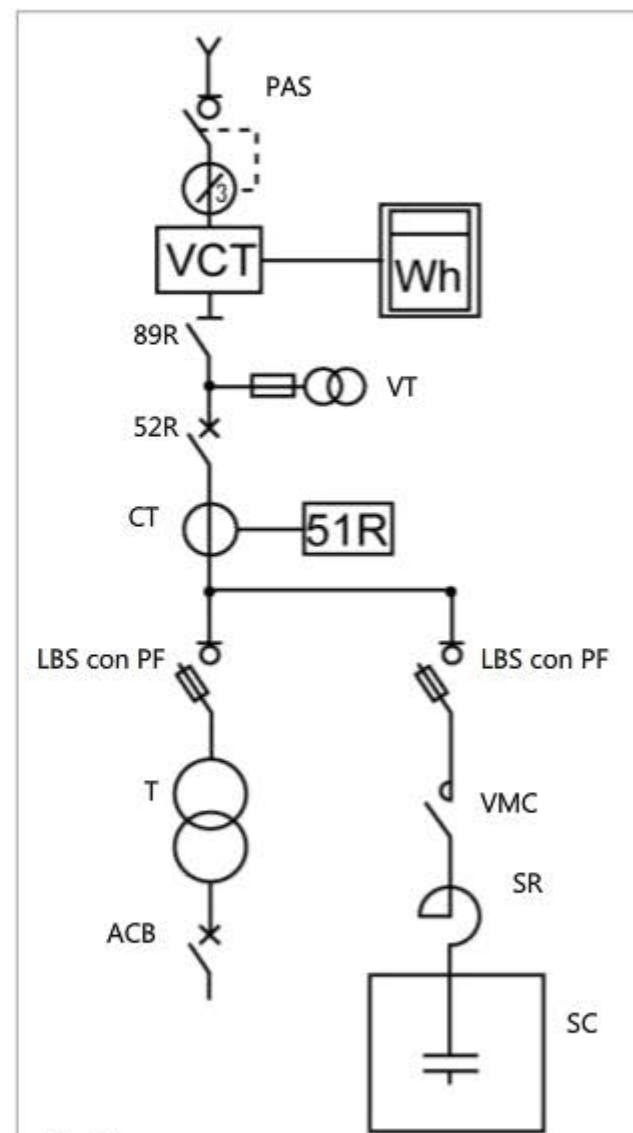


Fig.2
Esqueleto (diagrama de conexión de una
línea)

2.5

Símbolo, Código de Equipo, y Código de Caracteres

En un esqueleto, los dispositivos individuales se expresan utilizando Símbolos, Código de equipo, y el Código de caracteres.

- **Símbolo**

También se llama símbolos. Los dispositivos eléctricos se ilustran como diagramas.

- **Código de Equipo**

Los dispositivos eléctricos se muestran como números.

- **Código de Caracteres**

Los dispositivos se abrevian y se muestran como símbolos. Muchos de ellos vienen de tomar la primera inicial del nombre de Inglés del dispositivo.

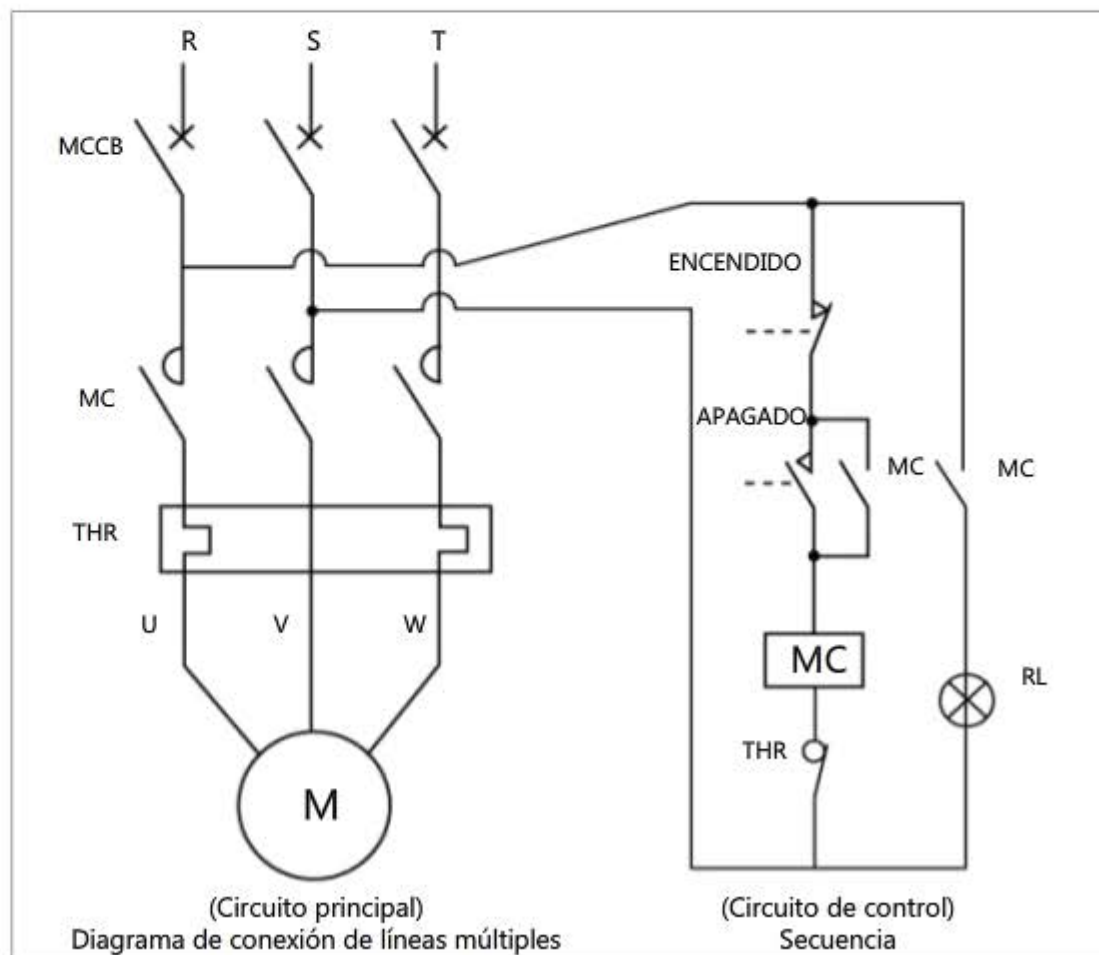
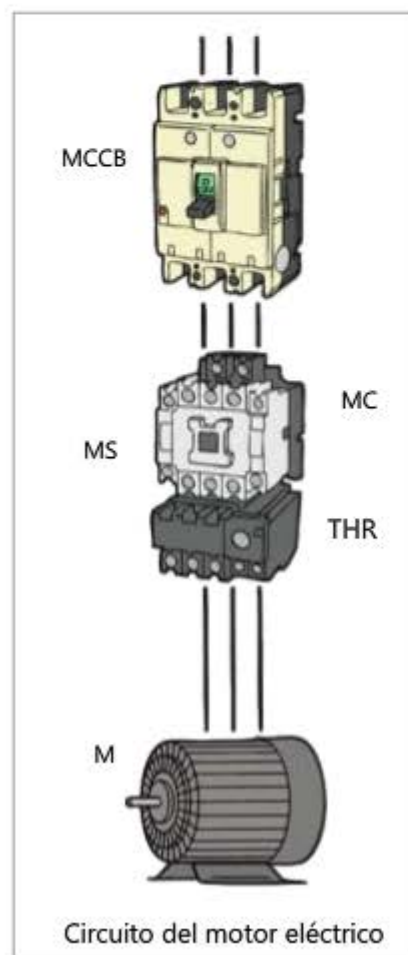
Foto de aspecto exterior	Bosquejo	Nombre	Símbolo	Código Equipos	Código de caracteres	Nombre en inglés
		Interruptor para uso en exterior		—	PAS	Pole Air-Break Switch o Pole-Mounted Air Switch
		Desconectador		89	DS	Disconnecting Switch o Disconnecter
		Interruptor de Circuito al Vacío		52	VCB	Vacuum Circuit Breaker
		Relé de Sobre Corriente		51	OCR	Over Current Relay

Nota: Las fotos muestran la apariencia externa de productos de Mitsubishi Electric y los diagramas de dibujo fueron creados para este curso.

2.6

Secuencias

Uno de los tipos de diagramas eléctricos es el diagrama de despliegue de conexión, que vamos a explicar aquí. Este esquema de despliegue de conexión también se llama una secuencia, y se utiliza para mostrar los circuitos de control del interruptor electromagnético de equipos de distribución y control de corriente, y demás. En una secuencia, el símbolo especificado y Código de caracteres se utilizan para mostrar diversos dispositivos eléctricos y sus componentes, tales como contactos, bobinas, resistencia, y fusibles. Además, usted debe entender que una secuencia es un diagrama de conexiones dibujado simplemente para mostrar las conexiones eléctricas de acuerdo a la secuencia de la operación, y no tiene nada que ver con la posición real de los componentes.



En este capítulo, usted aprendió los siguientes puntos.

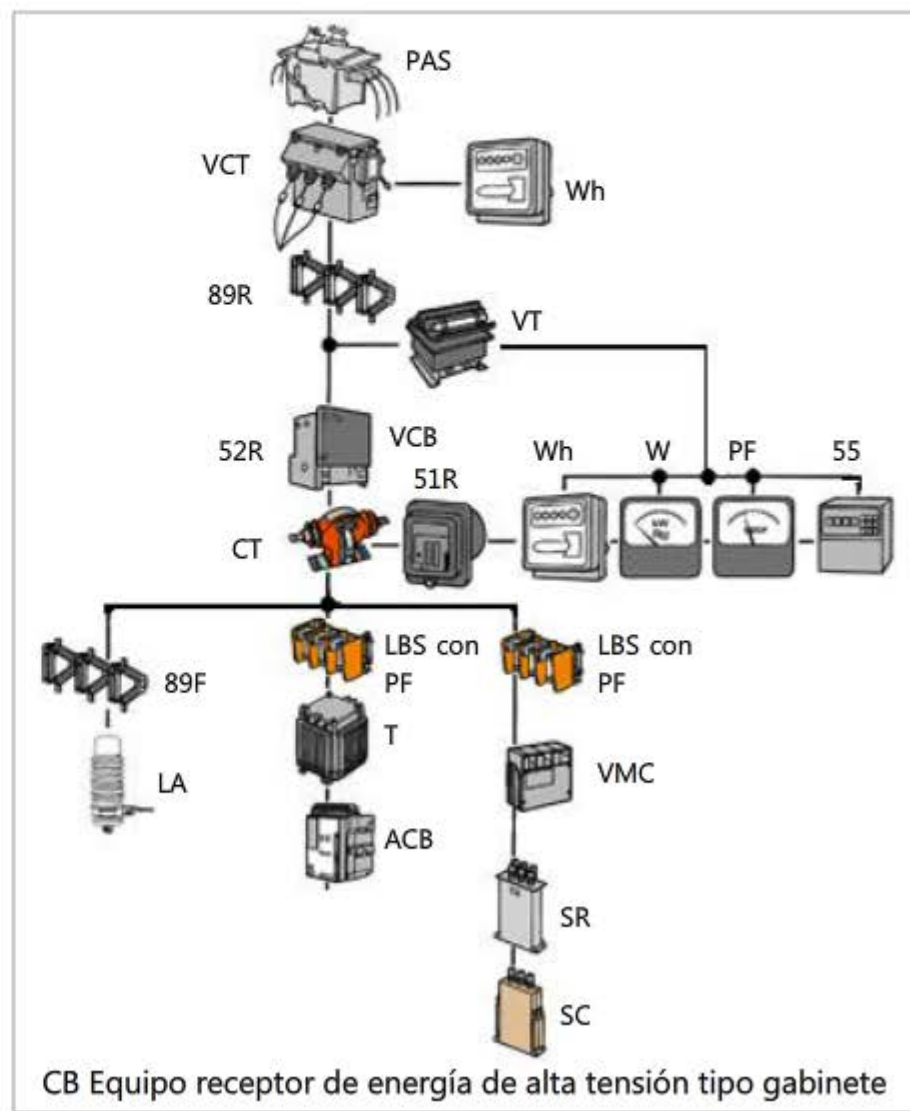
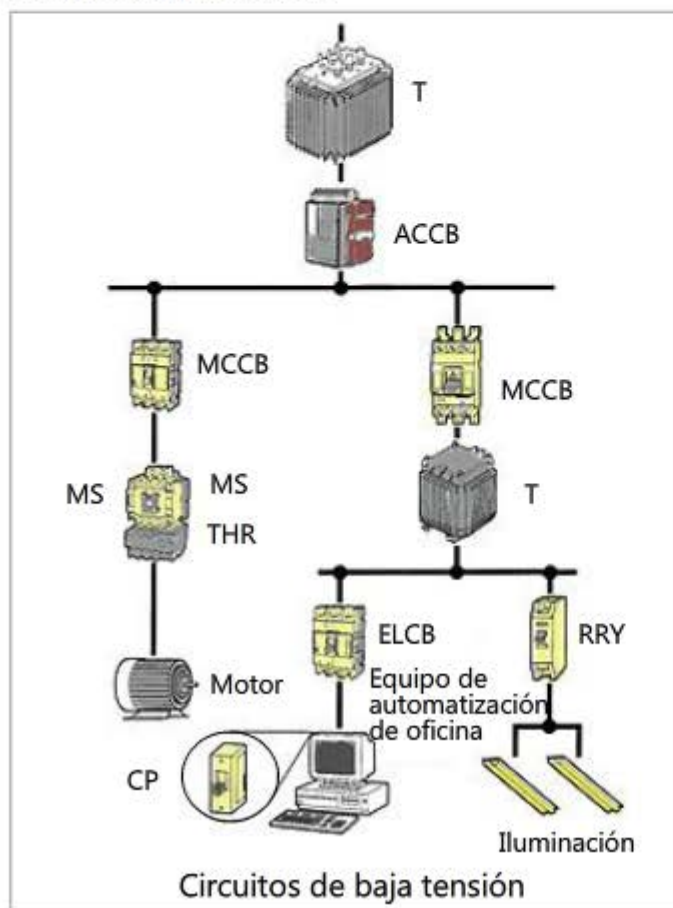
- La electricidad utilizada en las fábricas y hogares se envía desde las plantas de energía a voltajes extremadamente altos, tensiones como 60 kV, 275 kV, y 500 kV.
- La electricidad suministrada a los consumidores se clasifica de acuerdo a la cantidad de la potencia contratada (potencia) en las tres clases de baja tensión, alta tensión y de alta tensión adicional, y el equipo y la administración requerida puede diferir en cada clase.
- Cuando la electricidad se suministra desde la compañía eléctrica en alta tensión, es necesario equipo receptor de energía alta tensión. Recientemente, existe una tendencia a utilizar equipo receptor de alta tensión de tipo gabinete.
- Equipo de recepción de alta tensión de tipo gabinete se divide en las clases de tipo CB (4,000 kVA o menos) y tipo PF-S (300 kVA o menos) basado en el tipo de desconectador del dispositivo.
- Un esqueleto es un tipo de dibujo de línea única que muestra un esquema eléctrico. Los circuitos eléctricos del equipo de recepción de un consumidor se ilustran con los símbolos que se utilizan para indicar los dispositivos tales como seccionadores, aisladores, transformadores, instrumentos de medición, los relés de protección. Este tipo de dibujo utiliza líneas simples para indicar cómo se conecta cada dispositivo.
- En un esqueleto, los dispositivos individuales se expresan utilizando Símbolos, Códigos de equipo, y el Código de caracteres.
- Un tipo de diagramas de circuitos eléctricos es el diagrama de conexión de despliegue, también conocida como una secuencia, que se utiliza para mostrar los circuitos de control del interruptor electromagnético de equipos de distribución y control de corriente, y demás.
- En una secuencia, el símbolo especificado y Código de caracteres se utilizan para mostrar diversos dispositivos eléctricos y sus componentes, tales como contactos, bobinas, resistencia, y fusibles. Además, usted debe entender que una secuencia es un diagrama de conexiones dibujado simplemente para mostrar las conexiones eléctricas de acuerdo a la secuencia de la operación, y no tiene nada que ver con la posición real de los componentes.

Capítulo 3 Distribución de potencia y equipo de control

Equipo de distribución y control de potencia incluye equipo receptor de energía alta tensión, así como los dispositivos de circuito de baja tensión, además de los interruptores automáticos de baja tensión e interruptores electromagnéticos.

En este capítulo, se divide el equipo de distribución y control de corriente en las siguientes cuatro categorías y las explicamos por separado.

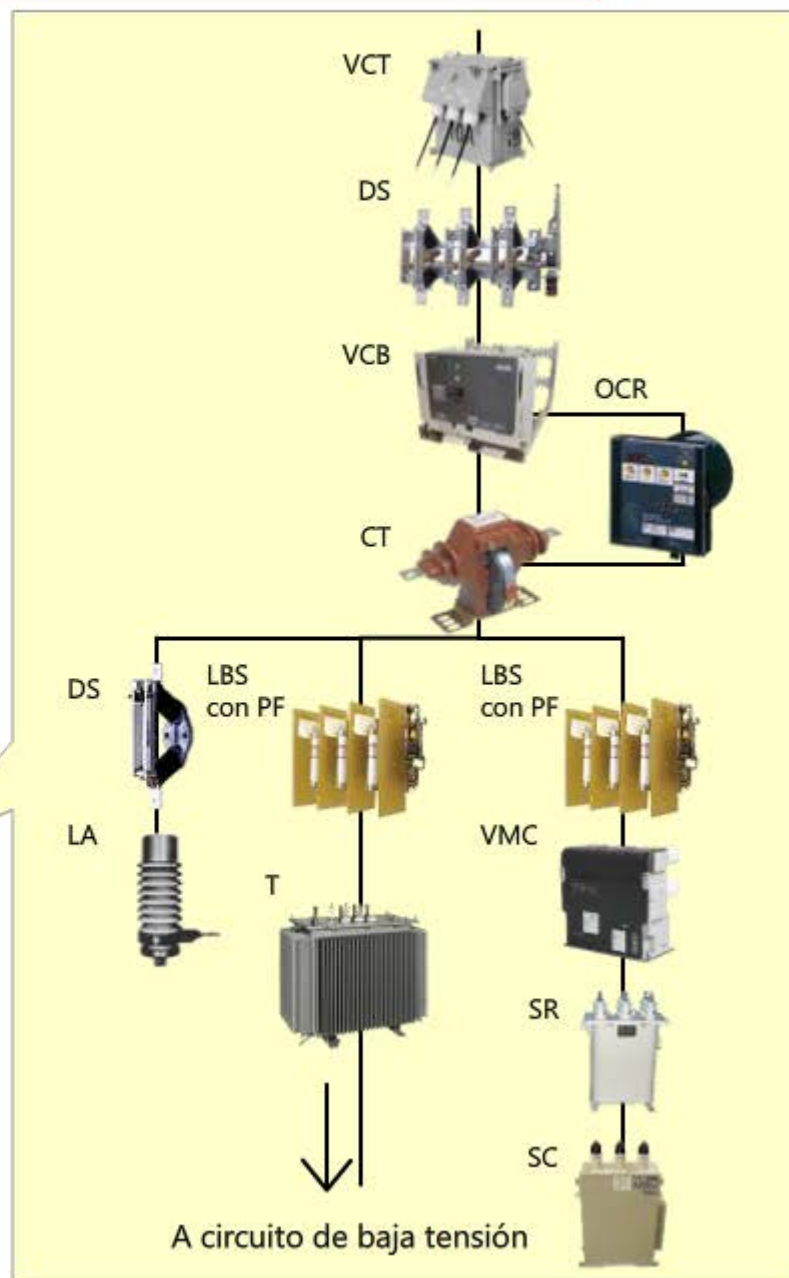
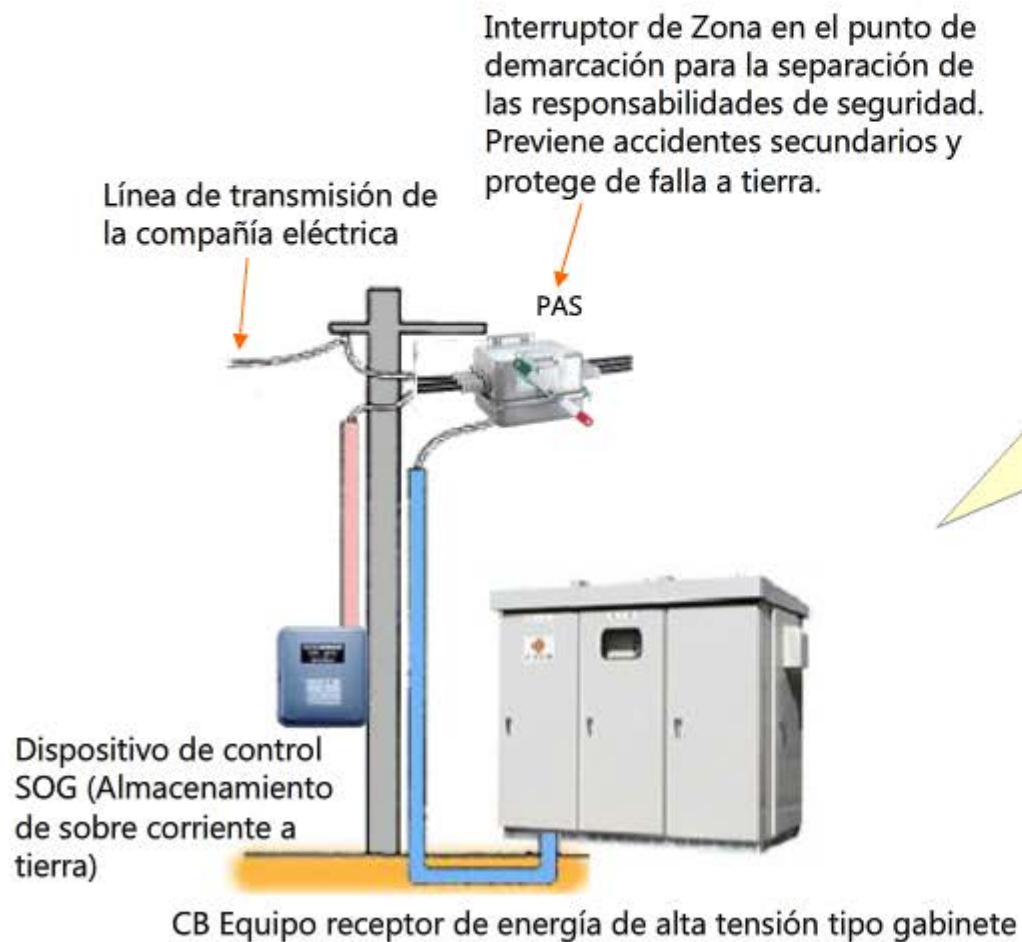
- (1) Equipos de alta tensión
- (2) Instrumentos de medición
- (3) Interruptores automáticos de baja tensión
- (4) Interruptores electromagnéticos



3.1

Equipos de alta tensión

Aquí hablamos de los dispositivos de distribución y control de potencia utilizados en equipo receptor de energía de alta tensión tipo gabinete.



3.1

Equipos de alta tensión

A continuación se muestra el equipo receptor de potencia de alta tensión de tipo gabinete.

(1) Interruptor Aéreo Montado en Poste (PAS)

También se llama Interruptor de poste Air-Break. Este dispositivo se coloca en la frontera entre la compañía eléctrica y el consumidor, que se llama el punto de demarcación de responsabilidad. En caso de que ocurra un accidente en la zona de la responsabilidad de los consumidores, el dispositivo rompe automáticamente el circuito utilizando la señal de la SOG (Almacenamiento de sobrecorriente de tierra), desconectando el circuito de la línea de transmisión de la empresa de energía con el fin de evitar el accidente se derrame sobre la otra red de energía.

También se llama un interruptor de zona.

(2) Transformador de Corriente y Tensión Combinada (VCT)

Incluye un instrumento transformador de tensión (VT) y el transformador de corriente (CT).

Un VCT pertenece a la compañía eléctrica, pero se instala dentro de un gabinete.

Mide la cantidad de energía consumida, y se utiliza para el cálculo de los cargos por uso de electricidad.

(3) Interruptor de Desconexión (DS)

Conocido también como desconector.

Este dispositivo se utiliza para cortar completamente toda la electricidad en el área de un consumidor a fin de realizar el mantenimiento eléctrico dentro de esa zona.



3.1

Equipos de alta tensión

(4) Transformador de Corriente (TC)

Un transformador de corriente cambia la corriente del circuito primario de desde varios amperios a varios cientos de amperios al nivel 5 A de entrada utilizado por los relés de protección e instrumentos de medición. En las instalaciones de tipo CB, se utiliza como un sensor de corriente, y en caso de un mal funcionamiento, el relé de protección reconoce la anomalía de la corriente y envía una señal de disparo a un interruptor de circuito de vacío para romper el circuito.

(5) Relé de Sobre Corriente (OCR)

Un relé de sobre corriente decide si o no ha habido un fallo de funcionamiento basado en la corriente desde un transformador de corriente, y si se ha producido un mal funcionamiento, se envía una señal de disparo a un interruptor de circuito de vacío, protegiendo el circuito de disparo del interruptor. Relés distintos de OCR incluyen relés de baja tensión (UVR), relés de tierra (GR), relés de tierra direccionales (DGR), y así sucesivamente.

(6) Interruptor de Circuito al Vacío (VCB)

La corriente eléctrica se conecta y desconecta a un contacto en un bulbo de vacío. En caso de mal funcionamiento, recibe una señal de disparo de un relé de sobre corriente u otros dispositivos y rompe el circuito.

En las instalaciones de tipo CB, los dispositivos numerados (4) a (6) anteriores se combinan y actúan para proteger el circuito cuando un exceso de flujos de corriente debido a una sobrecarga eléctrica, cortocircuito, u otros accidentes.



Transformador de corriente



Interruptor de Circuito al Vacío



Relé de protección



3.1

Equipos de alta tensión

(7) Interruptor-seccionador (LBS)

Un interruptor de corte en carga puede encender y apagar una corriente eléctrica o pasar una corriente eléctrica. Se utiliza por lo general con fusibles de potencia, y se llama fusible interruptores de ruptura de carga equipada (LBS con PF).

Los interruptores de corriente equipados con fusible, debido a las características del fusible, se utilizan para la protección del transformador de tensión, protección de condensadores, y la protección de motores.

Equipo receptor de altos voltajes tipo PF-S de gabinete se utilizan como dispositivos primarios de interrupción de circuito.

(8) Fusible de Corriente(PF)

En caso de un accidente de cortocircuito, el elemento fusible del fusible se funde y rompe el circuito, previniendo que el equipo y el cableado eléctrico sea dañado o quemado.

(9) Transformador (T)

Transformador convierte tensiones elevadas como 6.6 kV a voltajes bajos como 100 V/200 V/400 V.

Hay transformadores tanto monofásicos y trifásicos.



Interruptor de potencia equipado con fusibles (sin barreras)



Interruptor de carga equipado con fusibles (con barreras)



Fusible de Corriente Eléctrica



Transformador de aceite Trifásico 500 kVA 50 Hz



Transformador de Molde Trifásico 500 kVA 50 Hz

3.1**Equipos de alta tensión****(10) Contactor Electromagnético al Vacío (VMC)**

Al igual que un interruptor automático de vacío, este dispositivo conecta y desconecta la corriente eléctrica con un bulbo de vacío. Una operación electromagnética abre y cierra un contacto, por lo que tiene una larga vida útil y puede encender y apagar los motores y condensadores con frecuencia.



Contactor electromagnético al vacío

(11) Condensador Estático (SC)

Un condensador estático se utiliza para avanzar una fase en un circuito de corriente alterna.

La carga inductiva en dispositivos tales como motores y hornos eléctricos es un factor de potencia en retraso. Un SC se utiliza para mejorar el factor de potencia y llevar el factor de potencia cercano a 1. Cuando usted mejora el factor de potencia, usted puede recibir un descuento en su tarifa básica mensual contratada.



Condensador estático de aceite Condensador estático de gas

(12) Reactor en Serie (SR)

Un reactor en serie se instala en serie con un condensador estático y reduce la distorsión de la tensión causada por altas frecuencias en un circuito. Protege los condensadores mediante la limitación de una corriente de irrumpción cuando un condensador está encendido.

Los dispositivos anteriores (10) a (12) se combinan para mejorar los factores de potencia.



Reactor de aceite en serie

Reactor de molde en serie

3.1

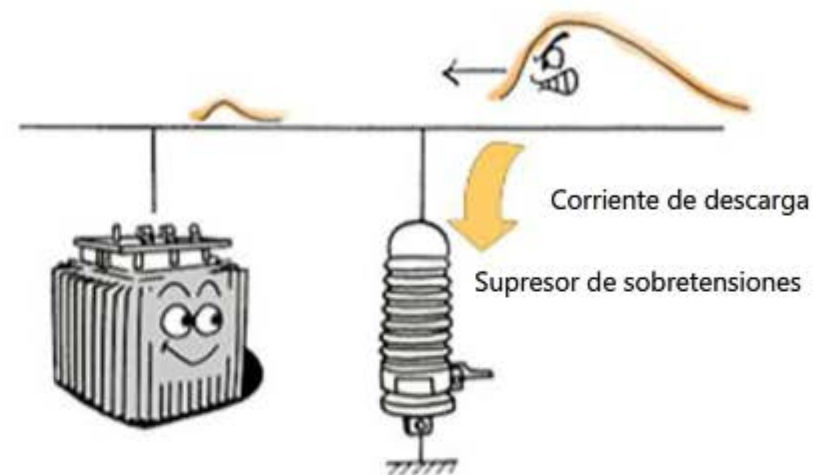
Equipos de alta tensión

(13) Supresor de Sobrevoltajes (SAR)

También se llama un pararrayos (LA).

Este dispositivo protege los dispositivos eléctricos tales como motores y transformadores, a la que siempre se aplica un voltaje, de la quema o apagón causado por una sobretensión anormal generada por un rayo u otros incidentes.

El equipo está protegido de una tensión anormal descargándolo a través de un supresor de sobretensiones.



Nota al margen

Pararrayos

Un pararrayos se utiliza para ser golpeado por un rayo directamente para evitar que otros edificios sean alcanzados por un rayo.



Supresor de sobretensiones

3.2

Instrumentos de medición

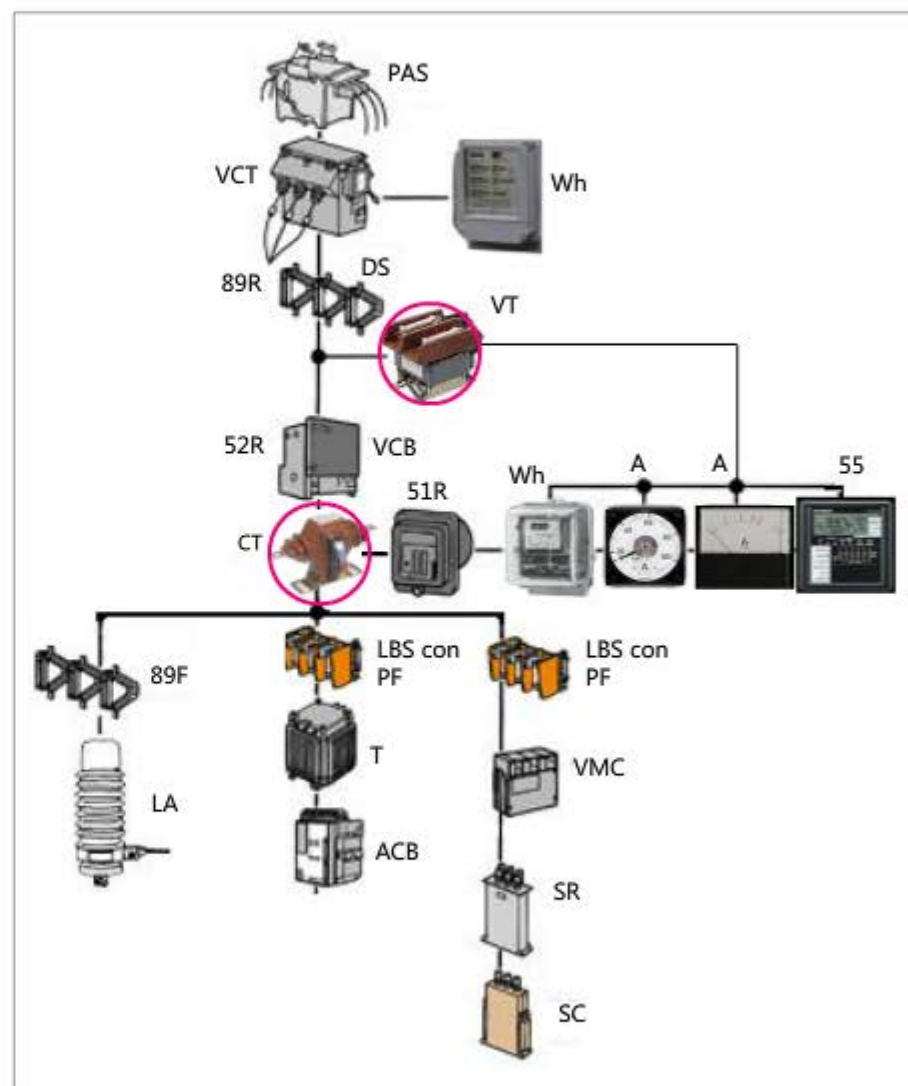
Al utilizar la electricidad, es necesario medir la cantidad de electricidad y comprender cuánto se ha utilizado. Sin embargo, la electricidad en sí no puede ser vista por el ojo humano. Varios instrumentos de medición se utilizan para que sea visible y medir la cantidad y administrarla. Los instrumentos de medición, también llamados indicadores, se pueden utilizar para medir tensiones tanto de baja y alta. Mitsubishi Electric los clasifica como instrumentos de bajo voltaje.

Los instrumentos de medición se utilizan principalmente para:

- ▶ **Detección** (transformadores de medición)
- **Cuantificación** (medidores de potencia)
- **Medición** (medidores eléctricos, transductores)

Uso adicional incluye:

- **La mejora de factor de calidad** (factor de potencia automático de ajuste)
- **La administración de la potencia eléctrica contratada** (monitorización de la demanda y los dispositivos de control)



3.2

Instrumentos de medición

Transformador es un término general que abarca transformadores de medición de tensión de instrumentos y transformadores de corriente. Se utiliza para medir con seguridad y precisión altas tensiones eléctricas y las grandes corrientes eléctricas.

(1) Transformador de Voltaje (VT)

Un transformador de voltaje se utiliza para medir altos voltajes eléctricos. Convierte 6.6 kV a 110 V.



Instrumento de medición transformador de voltaje

(2) Transformador de Corriente (TC)

Un transformador de corriente se utiliza para medir grandes corrientes eléctricas. Convierte desde varias decenas a varios cientos de amperios a 5 A.



Transformador de corriente

(3) Medidores de Vatios-hora (WHM)

Un medidor de vatios-hora se utiliza para medir la cantidad de potencia eléctrica.

Hay dos tipos mecánicos y electrónicos de WHM.



Medidor mecánico vatios-hora



Medidor electrónico vatios-hora



Medidor electrónico de superficie vatios-hora

(4) Medidor de Electricidad Indicada (M)

También llamado simplemente un medidor, este dispositivo mide y muestra de magnitudes eléctricas tales como voltajes y amperajes.

Por ejemplo,

el voltaje se mide mediante un voltímetro (V),

la corriente (amperaje) se mide por un amperímetro (A),

la potencia se mide mediante un vatímetro (W), y

el factor de potencia se mide con un medidor de factor de potencia (PF).

El uso de medidores de tipo mecánico y electrónico de varios indicadores, se pueden medir varios tipos de magnitud eléctrica.

(5) Transductor (TD)

Una señal eléctrica, ya sea corriente alterna o directa, que luego se convierte en la tensión continua proporcional o corriente continua, se introduce en un transductor, y entonces es la salida a un dispositivo de monitoreo y control tal como un indicador o una computadora.



Voltímetro



Amperímetro



Multímetro electrónico



Transductores

3.2

Instrumentos de medición

**(6) Controlador Automático del Factor de Potencia (APFC)**

Este dispositivo emite una señal que puede encender automáticamente o desactivar un condensador estático, con el fin de mantener el factor de potencia dentro de los límites de destino.



Controlador automático del factor de potencia

(7) Medidor de Demanda (DM)

Un medidor para el control y monitoreo de la demanda. La demanda significa el monto promedio de la potencia eléctrica utilizada durante 30 minutos.

Consideremos el caso de una suscripción de un consumidor a un sistema de tarifa de uso eléctrico que cobra por la cantidad real que se utiliza en base a una potencia contratada inferior a 500 kW. En este caso, si el valor de la demanda acaba superando la potencia eléctrica contratada, entonces dicho valor de demanda es considerada como la potencia contratada por el año siguiente, y el consumidor debe pagar tarifa de uso corriente más alta.

Los medidores de demanda calculan la demanda prevista y emite alertas de control para administrar el valor de demanda y que se mantenga dentro de la cantidad contratada.

Los medidores de demanda incluyen los de la serie DEMACON y la serie habilitada para servidores de vigilancia de demanda de red E-Energy.



Medidores de demanda (serie DEMACON)



Servidor de supervisión de demanda habilitado para la Web (Serie E-Energy)

(8) Interruptor de Tiempo

Este dispositivo es un interruptor combinado con un reloj. El interruptor se enciende o apaga a una hora predeterminada.



Interruptor de tiempo

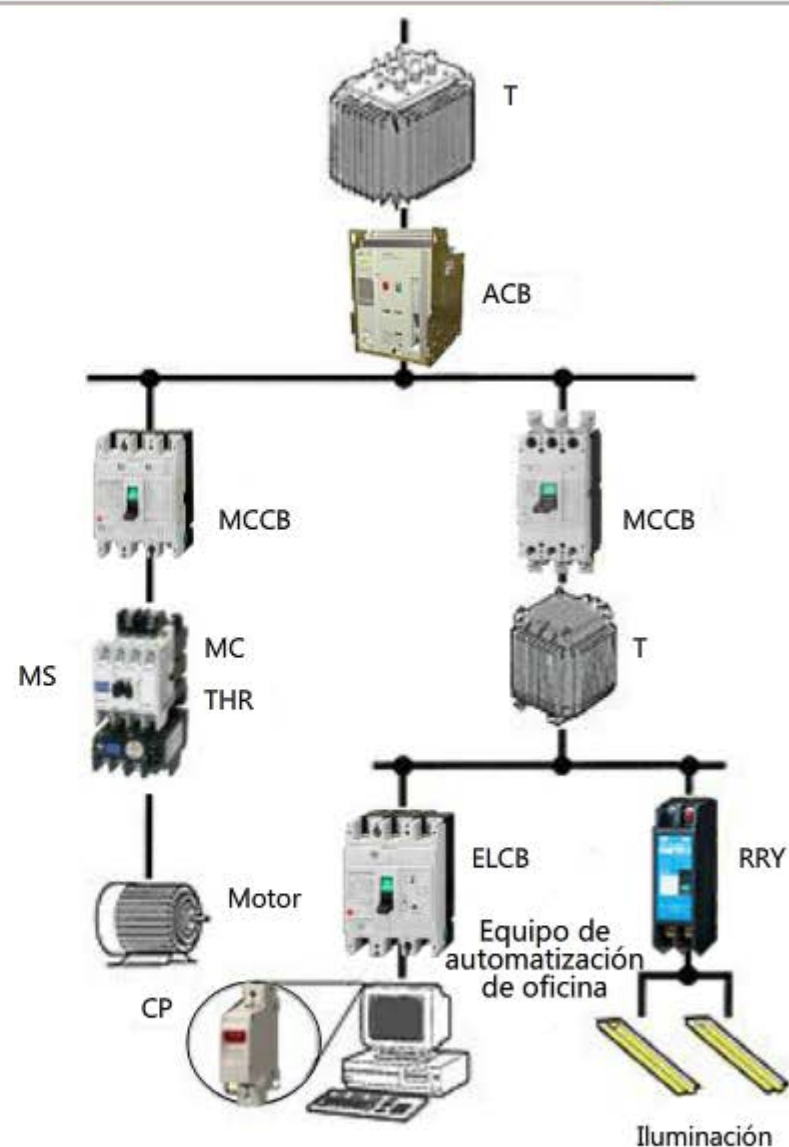
3.3

Interrupedores automáticos de baja tensión

Interrupedor de circuito de baja tensión es un término general que abarca dispositivos disyuntores utilizados principalmente para el fin de proteger el cableado y el equipo en los circuitos de baja tensión.

Interrupedores de baja tensión incluyen:

- MCCB (interrupedores de caja moldeada) para cableado
- ELCB (interrupedor de circuito por falla a tierra)
- ACB (interrupedores de baja tensión de aire)
- Dispositivos controlados a distancia tales como RRY (relevadores controladores a distancia)
- CP (protectores de circuito)



Circuitos de baja tensión

3.3

Interruptores automáticos de baja tensión



(1) Interruptor en Caja Moldeada (MCCB)

Este dispositivo protege cableados de sobrecarga y cortocircuitos por mal funcionamiento.



Interruptor sin fusible



Interruptor sin fusible
para tableros de
distribución



Interruptor de
seguridad tipo BL

(2) Interruptor de Circuito por Falla a Tierra (ELCB)

Un ELCB protege contra descargas eléctricas, fugas a tierra, y daños en el tendido eléctrico en caso de accidentes o mal funcionamiento, como la sobrecarga, cortocircuitos y fallas a tierra.



Interruptor de circuito
por falla a tierra



ELCB para tableros de
distribución



Interruptor de seguridad tipo
ELCB

3.3

Interruptores automáticos de baja tensión



(3) Interruptor de Aire (ACB)

Un ACB se utiliza en edificios, fábricas y embarcaciones marinas. Los dos tipos principales son para protección de circuitos eléctricos y para la protección del generador eléctrico.

Un ACB es un interruptor principal que es de mayor escala que un MCCB.



Edificios y fábricas



Embarcaciones marinas



Interruptor de aire tipo AE1600-SW

(4) Dispositivos de control remoto

Estos son dispositivos utilizados para controlar centralmente a una distancia (control remoto) el encendido y apagado de la iluminación en edificios, escuelas, hospitales y otros lugares. Estos dispositivos se componen de relés de control remoto, interruptores de control remoto, interruptores a control remoto de fuga a tierra y transformadores de control remoto.



Interruptor de control remoto



Interruptor de fuga a tierra de control remoto



Relé de control remoto



Transformador de control remoto



Interruptores de control remoto

(5) Protectores de Circuito

Estos dispositivos incluyen los protectores de circuito (CP) e interruptores para equipos (CBE).

Son ultra pequeños interruptores automáticos que tienen funciones de conmutación y características de protección de fusibles para proteger el equipo.



Protector de circuito

3.4

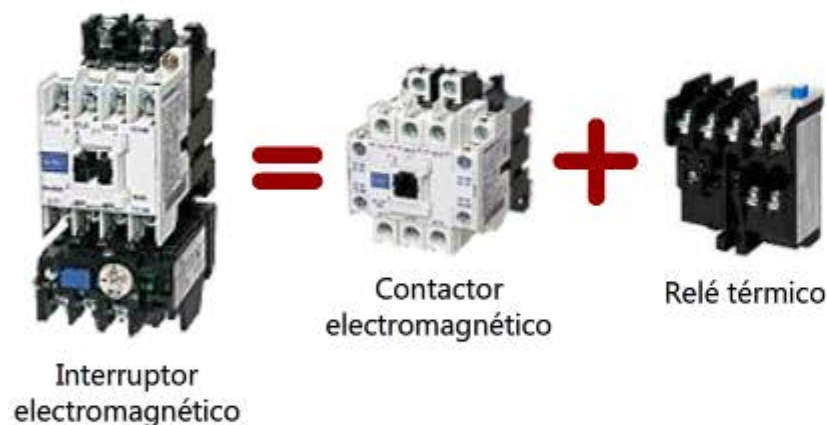
Interrupidores electromagnéticos

Los equipos de manufactura, algunas máquinas y dispositivos de en fábricas utilizan muchos motores diferentes. Estos motores se encienden y se apagan protegidos por interruptores electromagnéticos.

(1) Interruptor Electromagnético (EM)

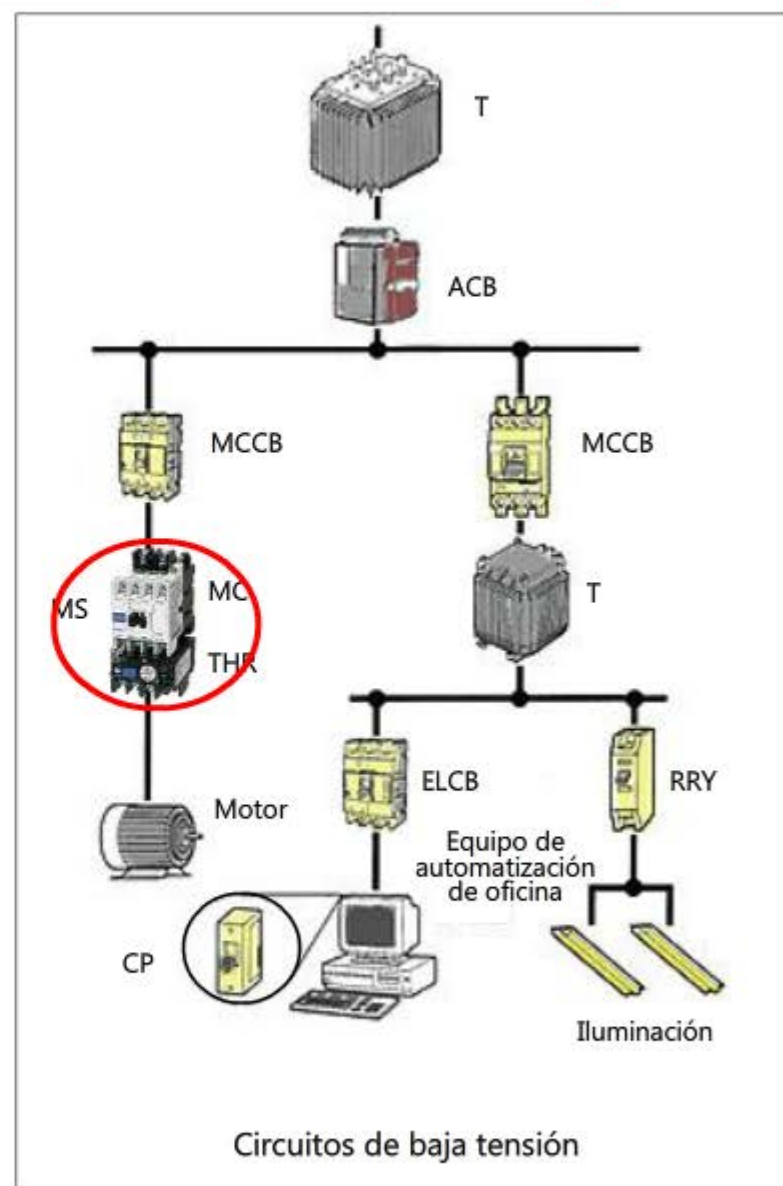
Estos dispositivos se hacen mediante la combinación de contactores y relés térmicos.

Los principales tipos son irreversibles, los cuales pueden hacer funcionar un motor sólo en una dirección, y reversible, que puede hacer funcionar un motor en ambas direcciones de avance y retroceso.



Los interruptores electromagnéticos se utilizan para los siguientes fines:

- Iniciar y detener los motores
- Evitar que el motor se queme



(2) Contactor Electromagnético (MC)

Estos dispositivos abren y cierran contactos a través de la operación de un electroimán, y por lo tanto tienen una larga vida útil y se puede utilizar para la apertura o el cierre frecuente tal como una operación de un motor.

Estos dispositivos incluyen contactores de alta sensibilidad que pueden ser controlados por transistor o contactores de estado sólido.



Contactor electromagnético



Contactor de alta sensibilidad



Contactor de estado sólido



Contactor de estado sólido

(3) Relés Térmicos (THR)

Estos dispositivos se utilizan principalmente para proteger los motores contra las sobrecargas. En caso de sobrecarga, el bimetálico responde al calor causado por un exceso de corriente eléctrica y se abre un contacto interno. Esta acción detiene la excitación de una bobina conectada a ese contacto, abriendo un contactor electromagnético y protegiendo así el motor.



Relé térmico

3.5**Resumen del capítulo**

En este capítulo, usted aprendió los siguientes puntos.

- Equipo Mitsubishi de distribución y control de corriente se clasifica en dispositivos de alta tensión, instrumentos de medición, interruptores automáticos de baja tensión, e interruptores electromagnéticos.
- Dispositivos de alta tensión se utilizan principalmente en equipo receptor de corriente de alta tensión tipo gabinete, e incluyen interruptores de aire montados en poste (PAS), transformadores de corriente y voltajes combinados (VCT) para suministro y recepción de alimentación, desconectores (DS), transformadores de corriente (CT), relés de sobrecorriente (OCR), interruptores de vacío (VCB), interruptores de corriente equipados con fusibles (LBS con PF), fusibles de corriente (PF), transformadores (T), contactores electromagnéticos al vacío (VMC), condensadores estáticos (SC), reactores en serie (SR), y pararrayos (LA).
- Además de transformador de tensión combinada y transformadores de corriente (VT, CT), medidores watt-hora (WHM), medidores de electricidad indicada (M), y transductores (TD), instrumentos de medición también incluyen controladores automáticos de factor de potencia (APFC), medidores de demanda (DM) para la vigilancia y el control, e interruptores de tiempo (TS).
- Interruptores automáticos de baja tensión incluye interruptores de caja moldeada (MCCB) para cableado, interruptor de circuito por falla a tierra (ELCB), Interruptores de aire (ACB), dispositivos a control remoto tales como relés de control remoto (RRY), y protectores de circuito (CP).
- Interruptores electromagnéticos (MS) están hechos de la combinación de contactores electromagnéticos (MC) y relés térmicos (THR).

Ha completado el curso **Equipo FA para Principiantes (Productos de Control de Distribución de Potencia)**.

Gracias por tomar este curso.

Esperamos que haya disfrutado de las lecciones y la información que ha adquirido en este curso y que le será útil en el futuro.

Puede revisar el curso tantas veces como quiera.

Revisar

Cierre