

Unidad Didáctica
Circuitos Trifásicos

FONDO  FORMACION

Programa de Formación Abierta y Flexible

Obra colectiva de FONDO FORMACION

Coordinación *Servicio de Producción Didáctica de FONDO FORMACION
(Dirección de Recursos)*

Diseño y maquetación *Servicio de Publicaciones de FONDO FORMACION*

© **FONDO FORMACION - FPE**

No está permitida la reproducción total o parcial de este libro, ni su tratamiento informático, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, por fotocopia, por registro u otro método, sin el permiso previo y por escrito de los titulares del Copyright.

Depósito Legal *AS -742-2001*

Unidad Didáctica Circuitos Trifásicos

En tu casa habrás podido observar muchas veces que los enchufes, tanto machos como hembras, llevan generalmente dos terminales.

Sin embargo, en los talleres, fábricas o incluso bares es posible ver aparatos que tienen más de dos terminales en el elemento de conexión. Son lo que denominamos aparatos trifásicos.

En la práctica, son muy usados en la industria y en el sector servicios.

En esta unidad veremos lo que es la corriente alterna trifásica, su representación, y cómo suelen conectarse diferentes aparatos a este tipo de corriente alterna.

A lo largo de esta unidad desarrollaremos los siguientes conceptos:

- Sistemas polifásicos de tensiones.
- Generador monofásico de corriente alterna (c.a.)
- Corriente trifásica.
- Conexión estrella; conexión triángulo.
- Cargas trifásicas.

Tus objetivos

Al final de esta unidad, deberías ser capaz de:

- Distinguir diferentes sistemas polifásicos.
- Explicar el funcionamiento de un generador de c.a.
- Señalar qué es una corriente trifásica.
- Diferenciar una conexión estrella de una conexión triángulo.
- Diferenciar tipos de cargas trifásicas.

Consejos de estudio

Realizada la prelectura de un apartado, la lectura analítica, el subrayado y la lectura sintética, es conveniente realizar un **esquema** personalizado de los contenidos donde se reflejen claramente las ideas expresadas en el apartado, así como la organización de los contenidos.

Para realizar el esquema, utiliza lápiz y papel, y apóyate en la selección de información que has realizado mediante el subrayado.

Para realizar el esquema, te recomendamos que utilices *llaves, flechas, guiones, puntos*, así como otros *símbolos gráficos*.

Sistemas polifásicos de tensiones

Hasta el momento hemos realizado el estudio referido solamente a una sola corriente alterna, también llamada corriente alterna **monofásica**. En la figura 1 puedes recordar este tipo de corriente.

En la práctica resulta más interesante la utilización de varias corrientes monofásicas de iguales valores eficaces y frecuencia, pero de distinta fase, dando lugar así al denominado **sistema polifásico** de c.a.

Llamaremos **fase*** a cada una de las corrientes que forman el sistema.

Estas fases estarán desfasadas un cierto número de grados y se calculan generalmente dividiendo 360° entre el número de fases del sistema. Así, por ejemplo, si tenemos un sistema trifásico, el desfase será de $360^\circ/3 = 120^\circ$, quedándonos las corrientes como muestra la figura 2.

Excepcionalmente, un sistema **bifásico** (dos fases) es el formado por dos corrientes alternas desfasadas entre sí 90° , y no 180° como se deduce de la regla general.

Puedes observar en la figura 3 cómo representamos un sistema bifásico.

Sin embargo, el sistema más utilizado es el trifásico, por las siguientes ventajas:

- Es más fácil transportar la energía.
- La mayor parte de las máquinas industriales se alimentan con corriente trifásica.

Hasta ahora hemos trabajado con lo que denominamos representación cartesiana, es decir, mediante ejes de coordenadas. Sin embargo, puedes trabajar de otra manera mediante **vectores***.

Es lo que denominamos representación vectorial y se realiza trazando una estrella de tantos vectores iguales como fases tenga el sistema, formando cada dos vectores consecutivos un ángulo igual al desfase obtenido anteriormente.

Así, puedes ver que para un sistema trifásico como el mostrado anteriormente tendríamos el sistema de vectores representado en la figura 4.

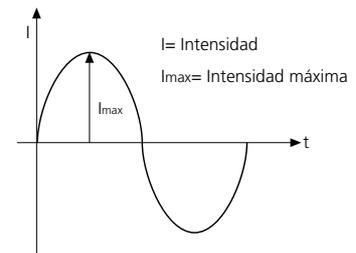


Fig. 1
Corriente alterna monofásica.

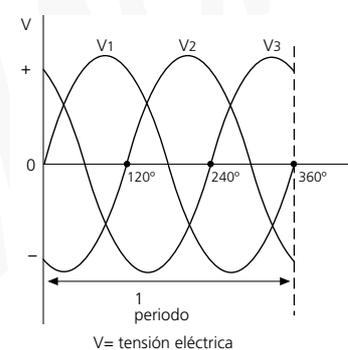


Fig. 2
Corriente alterna trifásica.

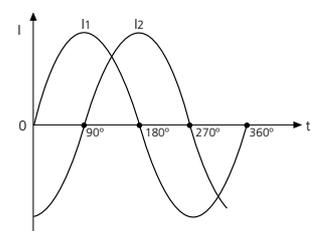


Fig. 3
Sistema bifásico con desfase de 90° .

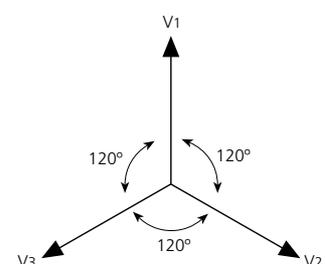


Fig. 4
Sistema trifásico en forma vectorial.

ACTIVIDAD 1

Representa un sistema hexafásico (6 fases) de forma cartesiana (en unos ejes) y de forma vectorial.



Generador monofásico de corriente alterna (c.a.)

Ley de inducción de Faraday-Henry

A mediados del siglo pasado, estos dos científicos observaron que si variaba el flujo magnético que atraviesa la superficie de una bobina, aparecía una corriente inducida en la misma. Asimismo, al aumentar la rapidez con que se produce la variación de flujo y el número de espiras, aumenta igualmente la intensidad de corriente inducida. Puedes observar esto en la figura 5.

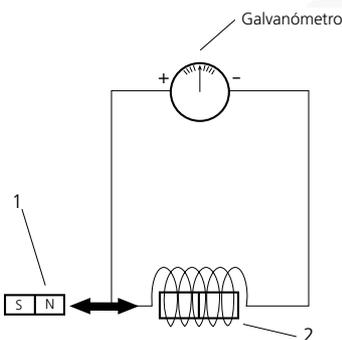


Fig. 5
Corriente inducida en una bobina.

Si acercamos rápidamente un imán (1) a una bobina (2), el galvanómetro (medidor de corriente muy sensible) detecta el paso de la corriente eléctrica por las espiras de la bobina (recuerda que una bobina es un conductor arrollado y consta de una o más espirales; a cada espiral se le llama espira).

Esta corriente circula mientras el imán y la bobina están en movimiento relativo, es decir, se mueven uno con respecto al otro. Cuando los dos están en reposo, el galvanómetro no indica paso de corriente. Al alejar el imán, el medidor detecta de nuevo paso de corriente, pero ahora en sentido opuesto al anterior.

También se observa que si se invierten los polos del imán, se invierte el sentido de la corriente inducida en la bobina.

Es usual hablar de **fuerza electromotriz (f.e.m.)** inducida en lugar de corrientes inducidas. Teniendo esto en cuenta, en un circuito formado por una bobina con una sola espira podemos enunciar la ley de Faraday-Henry como:

"La f.e.m. inducida en una bobina es igual y de signo opuesto a la rapidez con la que varía el flujo magnético que la atraviesa."

Esto quiere decir que, moviendo el campo muy rápidamente respecto a la bobina, obtendremos una corriente inducida apreciable, siendo este valor mayor cuanto más rápida sea la velocidad entre ellos.

Además, esta corriente inducida va a generar un efecto que se va a oponer a este movimiento relativo. Ya veremos más adelante en qué consiste.

Hablar de fuerza electromotriz es parecido a hablar de corriente inducida, ya que una f.e.m. inducida (se mide en voltios) generará una corriente (se mide en amperios) si existe un circuito por donde circular.

Ley de Lenz. Sentido de la corriente inducida

La ley de Lenz sirve para precisar correctamente el sentido de la corriente inducida. Dice así:

"El sentido que toma la f.e.m. inducida es el de oposición a la causa que lo produce."

Este concepto se entiende bien al estudiar el funcionamiento de un motor o de un generador.

Al existir un movimiento relativo entre el campo magnético y conductores (espiras) se va a generar esta corriente inducida que tratará de oponerse a dicho movimiento inicial entre estos dos elementos (campo y conductores). Esta idea es la que hace más o menos que gire un motor.

Ante una acción tenemos una reacción que se opone a que el sistema varíe. Es una ley de la física que se cumple en muchos ámbitos, no solamente en el eléctrico. De todas formas, se entenderá un poco mejor al estudiar los siguientes apartados.

ACTIVIDAD 2

Completa el texto con las palabras siguientes:

igual, polos, opuesto, corriente eléctrica.

- Al acercar y alejar un imán a una bobina, se puede detectar el paso de una por las espiras de la bobina.
- El valor de la f.e.m. inducida es y de signo a la rapidez con la que varía el flujo magnético que la atraviesa.
- Si invertimos los de un imán, se invierte el sentido de la f.e.m. en la bobina.

Generador monofásico de corriente alterna

En la vida real habrás oído hablar de diferentes tipos de generadores eléctricos. Un generador, como ya sabrás seguramente, es un dispositivo capaz de producir electricidad.

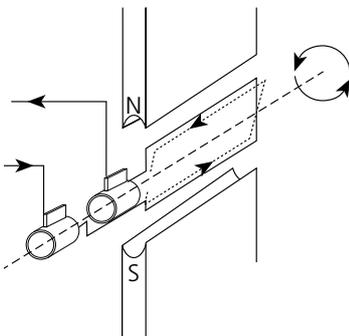


Fig. 6
Generador monofásico.
Posición inicial.

Además de la corriente que dispones en los enchufes, existen generadores que funcionan con combustible, como los llamados grupos electrógenos. Se utilizan mucho en los hospitales y en las empresas como alternativa por si hay un corte en el suministro eléctrico.

Puedes tener generadores de corriente continua y de corriente alterna.

En este caso nos vamos a preocupar de conocer el funcionamiento de uno de corriente alterna (c.a.).

Observa el circuito de la figura 6. Tenemos una espira sometida a un campo magnético. Ésta, a su vez, está unida a dos anillos metálicos aislados uno del otro, que están en contacto con dos escobillas* metálicas o de carbón conductor, las cuales rozan continuamente con los anillos.

Al hacer girar la espira dentro del campo magnético producido por el imán, el número de líneas de fuerza que lo atraviesa sufre variaciones periódicas puesto que se repiten cada cierto tiempo.

Esta variación del flujo magnético que atraviesa el circuito es la responsable de que aparezca en él una corriente inducida cuya intensidad también es variable y periódica.

Cuando la espira es movida por una fuerza exterior, empieza a cortar líneas de fuerza.

Pasamos, entonces, de no cortar líneas de fuerza a cortar algunas de ellas. La variación en ese instante es muy grande, puesto que pasa de valor cero a un valor apreciable. Por eso la corriente inducida sube inicialmente de forma muy rápida. La variación es muy brusca.

En la figura 6 hemos representado dos instantes sucesivos de la espira. En uno, no circula corriente pero comienza la circulación instantes después.

De esta manera va aumentando hasta llegar a un valor máximo (fig. 7).

La espira sigue girando hasta ponerse en un posición opuesta a la inicial, es decir, otra vez paralela a las líneas de fuerza. En este punto la corriente inducida vuelve a ser cero de nuevo (fig. 8).

Al seguir girando la espira, volvemos a tener corriente inducida en ella; pero al estar la espira al revés, esta corriente inducida cambia de sentido.

Aparentemente, en el dibujo, la corriente parece que no ha variado de polaridad. Sin embargo, al haber cambiado los conductores su posición entre ellos, la corriente que antes entraba por una escobilla, sale ahora por la misma.

Observa atentamente los dibujos para que puedas entender correctamente este concepto. Si te fijas concretamente en los sentidos de las corrientes en las escobillas, no te costará mucho trabajo entenderlo.

Finalmente, la espira vuelve a estar en la posición inicial, siendo el valor de su corriente inducida nulo como al principio (fig. 9).

Podemos decir, en resumen, que durante un giro completo de la espira, la intensidad de corriente inducida aumenta hasta llegar a un máximo, luego disminuye pasando por cero hasta llegar al mismo valor máximo (negativo), volviendo por último a tomar el valor cero.

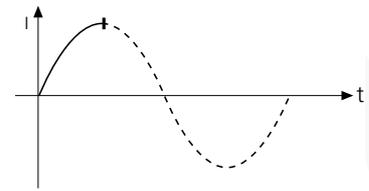


Fig. 7
Valor máximo de la corriente inducida.

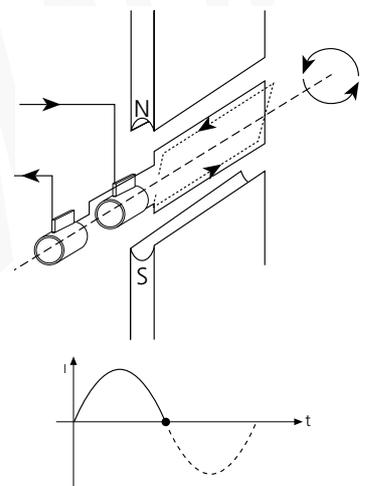


Fig. 8
Generador monofásico.
Posición intermedia.

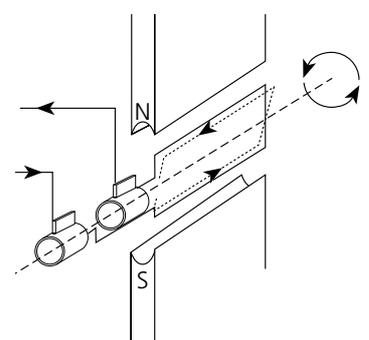


Fig. 9
Generador monofásico.
Posición inicial.

Una corriente que varía de esta forma, es lo que llamamos corriente alterna y este dispositivo básico descrito se conoce como generador de corriente alterna o alternador.

Un alternador consta de las siguientes partes:

- **Inductor:** es el elemento que genera el campo magnético, que al cortar a los conductores va a generar en ellos una corriente inducida.
- **Inducido:** es la parte del alternador formada por las bobinas, en las cuales se va a inducir dichas corrientes alternas.
- **Anillos rozantes:** es el elemento de conexión entre las bobinas y el circuito exterior para poder utilizar esa corriente producida en las bobinas. Pueden ser de bronce, cobre o acero y sobre ellos frotan las escobillas de carbón.

En una de las figuras anteriores puedes distinguir básicamente cada uno de los elementos.

Corriente trifásica

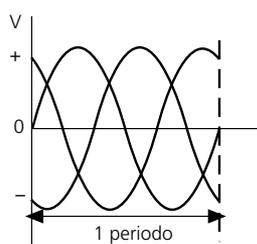
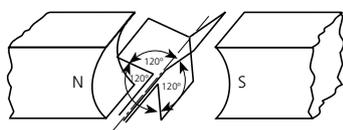


Fig. 10
Generador trifásico y diagrama de corrientes trifásicas inducidas.

La producción de corriente trifásica en un alternador trifásico es similar al caso visto anteriormente. La diferencia consiste en disponer tres bobinas desfasadas 120° entre sí, como muestra la figura 10. Haciéndolas girar dentro de un campo magnético, se induce en cada una de ellas unas corrientes inducidas desfasadas 120° , como podemos ver en el diagrama de corrientes trifásicas en función del tiempo representado (fig. 10).

Como puedes observar, lo dicho para una espira vale para tres espiras. El detalle a tener en cuenta consiste en orientar las espiras de tal manera que cuando la corriente inducida en una de ellas pase por un valor máximo, por las otras dos tendremos otros valores diferentes.

Sin embargo, como todas las espiras giran a la misma velocidad, la frecuencia y período de cada onda es la misma para todas ellas.

Conexión estrella-conexión triángulo

Como has podido ver en el apartado anterior, un alternador trifásico dispone de tres bobinas desfasadas 120° . Estas bobinas se pueden conectar entre sí ya que disponen de un principio y un final accesibles. En los motores trifásicos, aunque tienen un fundamento opuesto al alternador, son muy típicas las conexiones estrella-triángulo de los bobinados del inductor.

En los bobinados trifásicos, los principios de las bobinas se designan con las letras U, V, W, y los finales, con X, Y, Z. En los alternadores monofásicos, el principio es U y el final X. El bobinado trifásico da lugar a las conexiones en estrella o triángulo, entre otras.

1. Conexión estrella

Consiste en unir los finales X, Y, Z de las tres bobinas formando un punto común, que se denomina **neutro**, dejando libres y accesibles los tres principios U, V, W. En la figura 11 puedes apreciar la nomenclatura y el esquema.

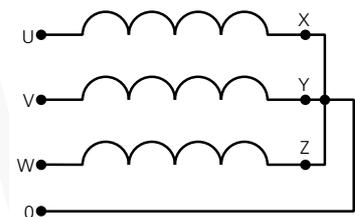


Fig. 11: Conexión estrella.

2. Conexión triángulo

Consiste en unir el final de cada bobina o fase con el principio de la siguiente (X, con V; Y, con W; Z, con U).

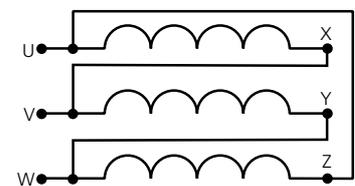


Fig. 12: Conexión triángulo.

En la figura 12 puedes ver esta conexión. Como observarás, en esta conexión no disponemos de neutro.

Tanto en estrella como en triángulo existe una terminología muy común en corrientes trifásicas.

Una línea trifásica está formada por tres hilos, aunque en el caso de conexión en estrella, puede conectarse el cuarto hilo del centro de la estrella, llamado neutro.

A los hilos de las bobinas o fases se les denomina R, S, T o comúnmente fases R, S, T. Observa la figura 13 para entenderlo mejor.

En triángulo, al no disponer de neutro, solamente hablaremos de fases.

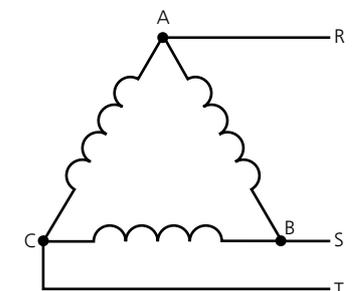


Fig. 13: Fases de un generador.

3. Tensiones simples y tensiones compuestas

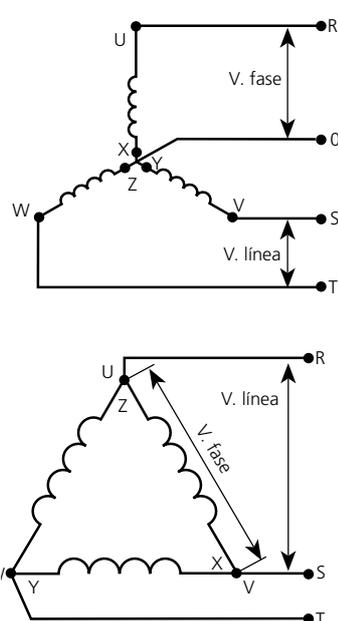


Fig. 14
Tensiones en una conexión estrella y en una conexión triángulo.

Una línea trifásica se suele caracterizar siempre por el valor eficaz de la tensión entre fases, llamada **tensión compuesta o de línea**.

La tensión entre cada fase R, S, T y el neutro, se llama **tensión simple o tensión de fase**.

Las tensiones compuestas forman un sistema trifásico: VRS, VST, VTR. Y las tensiones simples se denominan: VRN, VSN, VTN

En la figura 14 se ilustran gráficamente todos estos términos.

En triángulo, la tensión de fase es igual a la tensión de línea, mientras que en estrella, la tensión de fase es diferente (menor) que la tensión de línea.

Gráficamente, mediante geometría, se puede obtener la relación entre la tensión compuesta y la tensión simple:

$$V_{\text{compuesta}} = V_{\text{simple}} \cdot \sqrt{3}$$

De modo que la tensión compuesta es $\sqrt{3}$ veces mayor que la simple en la conexión estrella. Un ejemplo lo puedes ver en las tensiones comúnmente utilizadas en nuestro entorno:

$$127 \text{ V} \rightarrow 127 \cdot \sqrt{3} = 220 \text{ V} \rightarrow 220 \text{ V} \cdot \sqrt{3} \approx 380 \text{ V}$$

4. Corrientes de fase y corrientes de línea en un sistema trifásico

Denominamos **corriente de fase** a la que recorre la bobina o fase de un sistema polifásico (monofásico, bifásico, trifásico...).

Definimos como **corriente de línea**, aquella que, saliendo de los bornes principales de un alternador (R, S, T) entra en los bornes o terminales de una carga (motor, resistencias, etc.).

Si tenemos un alternador conectado en estrella, las corrientes de línea coinciden con las corrientes de fase.

Sin embargo, en un alternador conectado en triángulo, las corrientes de cada una de las fases I_{f_1} , I_{f_2} , I_{f_3} son distintas de las corrientes de línea I_{L_1} , I_{L_2} , I_{L_3} .

En la figura 15 puedes observar todo lo explicado respecto a este tipo de corrientes.

A un sistema de tensiones trifásico es muy habitual conectarle diferentes tipos de elementos de consumo.

Cualquier elemento de consumo en las industrias o edificios es normal que disponga de motores o resistencias distribuidas de diferentes maneras. Muchos de estos elementos tienen carácter trifásico, es decir, necesitan para su funcionamiento correcto de tres fases desfasadas 120° .

A continuación, vamos a analizar varias formas de conectar una carga o elemento de consumo trifásico.

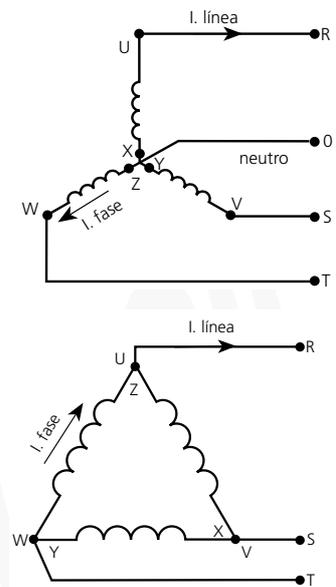


Fig. 15
Tensiones en una conexión estrella y en una conexión triángulo.

Cargas trifásicas

Según como sea el elemento de consumo podemos hacer dos distinciones:

- Cargas trifásicas equilibradas
- Cargas trifásicas desequilibradas.

Cargas trifásicas equilibradas

Si conectamos tres cargas iguales –como pueden ser las bobinas de un motor trifásico– a un sistema de tensiones trifásico, constituirán una carga trifásica equilibrada. Este tipo de cargas se podrán conectar de la misma forma que el generador, es decir, en estrella o en triángulo.

Observa el circuito de la figura 16 compuesto por un generador y una carga equilibrada conectados ambos en estrella. La corriente de fase del alternador es igual a la de línea del mismo y coincide también con la corriente de cada fase del elemento de consumo.

El aparato de medida para las corrientes eléctricas es el **amperímetro**, cuyo símbolo es Ⓐ .

Al tomar el mismo valor cada una de las cargas (Z), las corrientes que van a circular por ellas tomarán también el mismo valor, sin embargo estarán también desfasadas 120° , al igual que las tensiones.

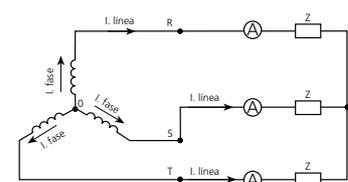


Fig. 16
Carga trifásica equilibrada en estrella.

De la misma manera podemos conectar una carga trifásica en triángulo. Podrás contemplar este circuito en la figura 17.

Hemos conectado esta vez el generador en triángulo al igual que la carga, aunque esto no tiene por qué ser así necesariamente.

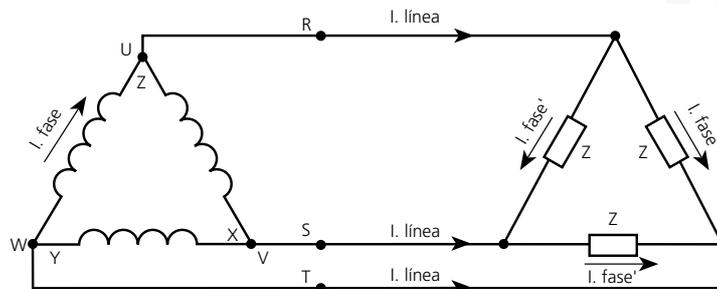


Fig. 17: Carga trifásica equilibrada en triángulo.

Aquí, la corriente de fase del generador es más pequeña que la corriente de línea del mismo.

La corriente de línea entra en la carga trifásica dividiéndose en dos caminos.

Cada una de las corrientes de la carga es la corriente de fase de la carga, siendo la corriente de línea común a las dos.

Analizando la figura 17 detalladamente serás capaz de entender estos términos perfectamente.

Cargas trifásicas desequilibradas

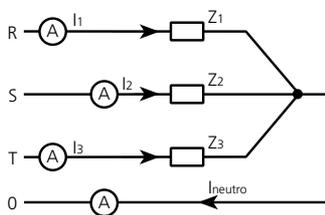


Fig. 18
Carga trifásica desequilibrada.

Al conectar tres cargas diferentes a un sistema trifásico, originan un desequilibrio que hace diferentes a las corrientes.

En la figura 18 puedes observar el circuito debiendo prestar atención a las corrientes.

Respecto a las cargas desequilibradas no comentaremos nada más debido a la complejidad de su análisis.

Si consideras que has concluido el estudio de esta unidad, responde ahora a las siguientes cuestiones de autoevaluación.

Cuestiones de autoevaluación

1

Completa el texto con las palabras siguientes:

anillos rozantes, corriente de fase, inducido, f.e.m., 90, corriente de línea, simple, neutro, inductor, compuesta.

- Un sistema bifásico está formado por dos corrientes alternas desfasadas entre sí grados.
- El sentido que toma la inducida es el de oposición a la causa que lo produce.
- En un alternador, el elemento que genera el campo magnético se denomina ; en el que se inducen las corrientes alternas se le llama y el elemento de conexión entre las bobinas y el circuito exterior son los
- En una conexión estrella el punto común de los tres bobinados se denomina
- En un sistema trifásico, la tensión entre fases se designa como tensión y la tensión entre fase y neutro recibe el nombre de tensión
- La corriente que sale de los bornes del alternador es la y la que recorre las bobinas es la

2

Indica si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas:

V F

- | | | |
|---|--------------------------|--------------------------|
| a. En una carga equilibrada la corriente es la misma en cada una de sus tres partes. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| b. La tensión compuesta es menor que la tensión simple. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| c. Si tenemos un conductor dentro de un campo magnético y movemos cualquiera de ellos o ambos, se induce en el conductor una f.e.m. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

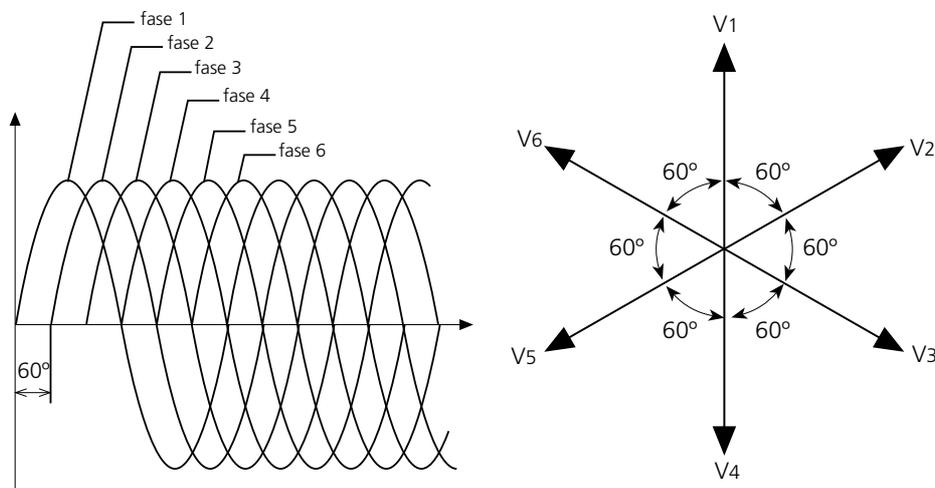
R

ACTIVIDAD 1

En un sistema hexafásico el desfase se calcula con la siguiente fórmula:
 $360^\circ / 6 = 60^\circ$

Podemos representar, entonces, en unos ejes las seis corrientes desfasadas entre ellas 60° .

La representación vectorial es muy sencilla, sólo hay que dividir la circunferencia en 6 partes iguales.



R

ACTIVIDAD 2

El texto completo es el siguiente:

- Al acercar y alejar un imán a una bobina, se puede detectar el paso de una **corriente eléctrica** por las espiras de la bobina.
- El valor de la f.e.m. inducida es **igual** y de signo **opuesto** a la rapidez con la que varía el flujo magnético que la atraviesa.
- Si invertimos los **polos** de un imán, se invierte el sentido de la f.e.m. en la bobina.

Respuestas a las cuestiones de autoevaluación

1

- Un sistema bifásico está formado por dos corrientes alternas desfasadas entre sí **90** grados.
- El sentido que toma la **f.e.m.** inducida es el de oposición a la causa que lo produce.
- En un alternador, el elemento que genera el campo magnético se denomina **inductor**; en el que se inducen las corrientes alternas se llama **inducido** y el elemento de conexión entre las bobinas y el circuito exterior son los **anillos rozantes**.
- En una conexión estrella el punto común de los tres bobinados se denomina **neutro**.
- En un sistema trifásico, la tensión entre fases se designa como tensión **compuesta**, y la tensión entre fase y neutro recibe el nombre de tensión **simple**.
- La corriente que sale de los bornes del alternador es la **corriente de línea** y la que recorre las bobinas del mismo es la **corriente de fase**.

2

- a. **Verdadera**.
- b. **Falsa**: la tensión compuesta es mayor que la tensión simple.
- c. **Verdadera**.

Resumen de Unidad

- Sistema polifásico** Un sistema polifásico es aquel que está formado por varias corrientes monofásicas de iguales valores eficaces y de la misma frecuencia, pero desfasadas entre ellas un ángulo determinado.
- Ley de Faraday-Henry** La ley de Faraday-Henry dice: "La f.e.m. inducida en una espira es igual y de sentido opuesto a la rapidez con la que varía el flujo magnético que la atraviesa".
- Ley de Lenz** La ley de Lenz dice: "El sentido que toma la f.e.m. inducida es el de oposición a la causa que lo produce".
- Alternador** Un alternador consta de: inductor, inducido y anillos rozantes.
- Conexión estrella** En la conexión estrella se unen los finales de las tres bobinas en un punto común llamado *neutro*.
- Conexión triángulo** En la conexión triángulo se unen el final de cada bobina con el principio de la siguiente.
- Tensión compuesta o de línea** La tensión entre fases se denomina *tensión compuesta o de línea*.
- Tensión simple o de fase** La tensión entre fase y neutro se designa como *tensión simple o de fase*.
- Corriente de fase** La corriente que recorre las bobinas del alternador se denomina *corriente de fase*.
- Corriente de línea** La corriente que sale de los bornes del alternador se designa como corriente de línea.
- Carga trifásica equilibrada** Una carga trifásica equilibrada consiste en aplicar tres cargas iguales a un sistema trifásico consumiendo todas ellas la misma corriente.
- Carga trifásica desequilibrada** Una carga trifásica desequilibrada consiste en aplicar tres cargas diferentes a un sistema trifásico.

Notas



Vocabulario

Escobillas: son unas piezas pequeñas metálicas de forma rectangular que en el caso citado rozan con unos anillos. Por estas escobillas entrará o saldrá la corriente eléctrica a la espira del aparato.

Fase: es cada una de las corrientes de un sistema eléctrico. También se denomina fase a cada uno de los terminales que salen del generador: R, S, T.

Vectores: en electricidad, es una forma de representar corrientes y tensiones eléctricas. De esta manera, además de representar su valor (corresponde al tamaño de la flecha), indicamos el desfase entre estos valores. Puede ser de 120° , 90° o cualquier otro ángulo.



FONDO  FORMACION