

Unidad Didáctica  
Generadores de Corriente Alterna.  
Alternadores

*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 Generadores de Corriente Alterna. Alternadores

*La corriente eléctrica se genera mediante la transformación de otro tipo de energía, que puede ser hidráulica, solar, eólica, térmica... Los sistemas tradicionales de generación de este tipo de energía en las centrales se basan en el aprovechamiento de una energía mecánica, proveniente del agua o del vapor, y su posterior transformación en energía eléctrica.*

*Para ello, se mueve una máquina denominada 'generador', que producirá la energía eléctrica (recibe energía mecánica y la transforma en eléctrica).*

*La producción de energía en las centrales tiene lugar en forma de corriente alterna. Las máquinas que realizan esta conversión son los generadores de corriente alterna, más comúnmente llamados 'alternadores'.*

---

En esta unidad didáctica trataremos los siguientes apartados:

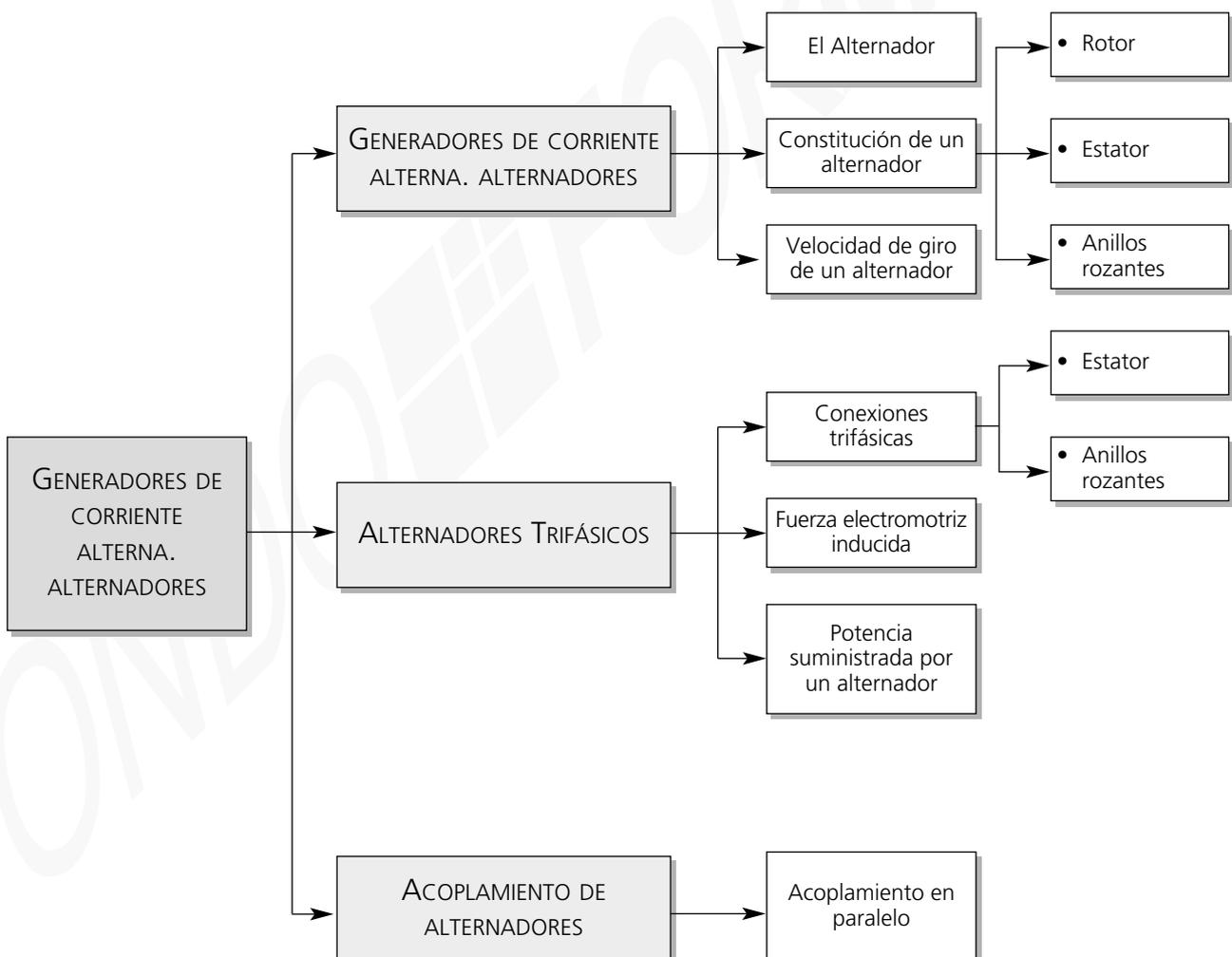
- Generadores de corriente alterna. Alternadores.
- Alternadores trifásicos.
- Acoplamiento de alternadores.

## Tus objetivos

Al finalizar esta unidad serás capaz de:

- Identificar las partes de un alternador.
- Diferenciar entre un alternador de polos interiores y uno de polos exteriores.
- Calcular la velocidad de giro (velocidad síncrona) del alternador.
- Conectar las fases de un alternador trifásico en estrella o en triángulo.
- Calcular la tensión inducida y la potencia de un alternador.

## Esquema de estudio



## Generadores de corriente alterna. Alternadores

Las máquinas de corriente alterna giratorias se dividen en dos grandes grupos: máquinas síncronas y máquinas asíncronas.

- **Máquinas síncronas:** son aquellas en las que el rotor gira siempre a la misma velocidad, llamada **velocidad de sincronismo**; ésta depende de la frecuencia de la red y del número de polos de la máquina.

Estas máquinas son reversibles, es decir, pueden funcionar como generadores o como motores. Sin embargo, en la mayoría de los casos se utilizan como **generadores**.

- **Máquinas asíncronas:** estas máquinas giran a una velocidad algo menor que las de sincronismo. La diferencia entre las dos velocidades se denomina **deslizamiento**.

Aunque son reversibles, su principal aplicación es su funcionamiento como **motores**.

### El alternador

Un alternador es la máquina que transforma energía mecánica en energía eléctrica, en forma de corriente **alterna**. Para efectuar esta transformación está acoplado por su eje a un motor (eléctrico o de combustión) o bien a una turbina. El alternador es el dispositivo empleado en las centrales eléctricas para generar energía y enviarla a la red de distribución.

Recordarás que la corriente alterna se genera cuando una espira gira en el interior de un campo magnético. La corriente inducida en la espira sale al exterior mediante dos anillos colectores\*. La gráfica de su tensión (fig. 2) tiene forma de **onda senoidal\***.

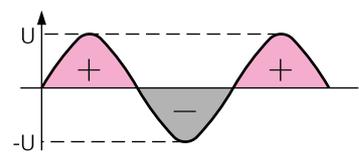


Fig. 2  
Onda de tensión alterna.

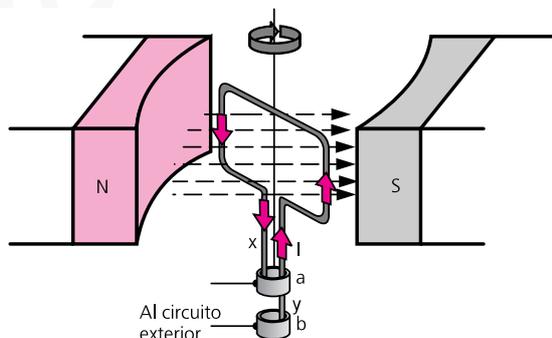


Fig. 1: Alternador elemental.

En realidad, ésta no es la única forma de generar corriente alterna, ya que también puede generarse haciendo que gire el campo magnético y la espira permanezca fija.

Según esto, existen dos formas de construir un alternador:

- Alternador de **polos exteriores**: en este tipo de alternadores el circuito magnético permanece fijo, mientras que las bobinas del inducido giran en el interior del campo magnético. La fuerza electromotriz (corriente alterna) se origina en las espiras conectadas sobre el rotor y sale al exterior mediante dos anillos rozantes conectados a él.
- Alternador de **polos interiores**: en este caso el circuito magnético es el que gira, mientras que las bobinas del circuito inducido constituyen la parte fija de la máquina. La fuerza electromotriz (corriente alterna) se genera en el estator y puede tomarse directamente del devanado inducido. La corriente de **excitación** deberá suministrarse a través de los anillos rozantes y es siempre **continua**.

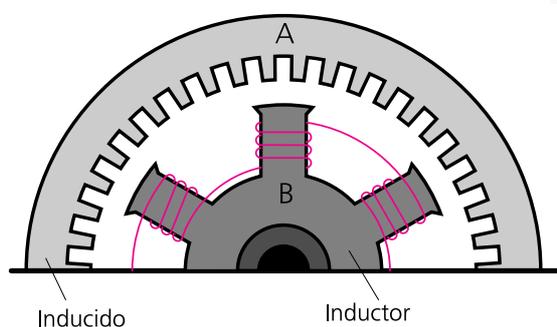


Fig. 3: Alternador de polos interiores.

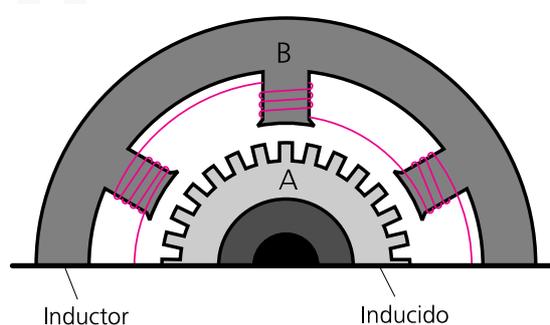


Fig. 4: Alternador de polos exteriores.

Polos interiores	→	Imanes en movimiento
Polos exteriores	→	Espira en movimiento

La forma constructiva del alternador de polos interiores permite su utilización en máquinas de gran potencia, al ser más fácil realizar las conexiones del inducido con las redes de transformación y transporte. Este tipo de alternadores son, por esta razón, los **más utilizados** y se emplean tanto para corriente monofásica como trifásica.

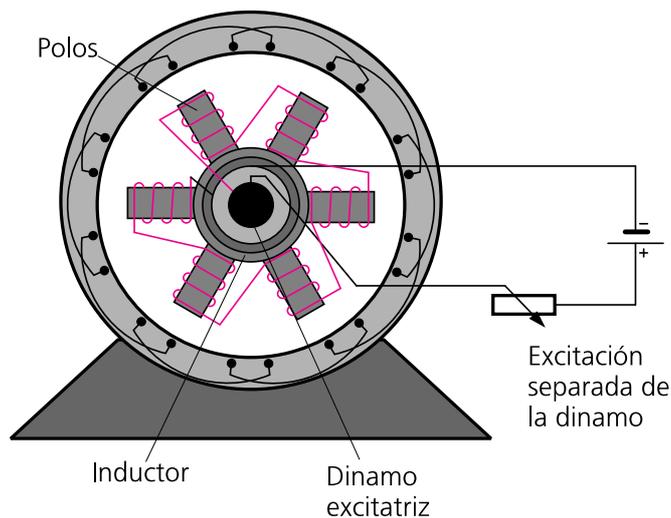


Fig. 5: Excitación de un alternador.

## ACTIVIDAD 1

Completa el texto con las palabras siguientes:

*interiores, sincronismo, continua, asíncronas, exteriores, generador, síncronas, motor, alterna.*

Las máquinas giratorias de corriente alterna se dividen en máquinas ....., en las que la velocidad, llamada velocidad de ....., viene dada por la frecuencia de la red; y máquinas ....., en las que la velocidad es algo menor que la anterior. La primera trabaja normalmente como ....., mientras que la segunda lo hace como .....

Un alternador transforma energía mecánica en energía eléctrica, en forma de corriente ....., Hay dos tipos de alternador: aquél en el cual gira el circuito magnético o inductor, llamado de polos .....; y el que gira el circuito eléctrico o inducido, llamado de polos ....., La corriente de excitación es siempre .....

## Constitución de un alternador

El alternador, como toda máquina eléctrica giratoria, consta de una parte fija o **estator** y de otra móvil o **rotor**. Hemos visto que, en la mayoría de los casos, el circuito inductor (la excitación) va montado sobre el rotor, mientras que el inducido se corresponde con el estator. A continuación hablaremos con más detalle de estos elementos, refiriéndonos al tipo de **polos interiores**.

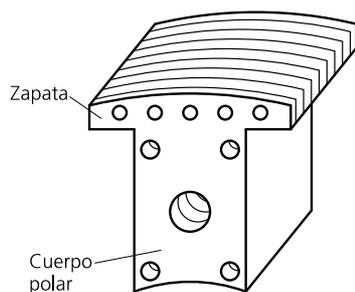


Fig. 6: Polo de un alternador.

### Rotor

El circuito de excitación es el que gira. Está formado por un determinado número de polos en los cuales se enrollan las bobinas de excitación. En las máquinas de pequeña potencia se construye de una sola pieza de acero fundido, mientras que en las máquinas de grandes potencias se fabrica de varias piezas de chapa magnética.

Las bobinas polares son conductores de sección circular para las máquinas de pequeña potencia, y con pletinas planas para las de gran potencia. Estas bobinas están conectadas a una fuente de corriente continua, que es la encargada de suministrar la corriente necesaria para crear la excitación.

Desde el punto de vista constructivo, los alternadores síncronos se dividen en dos grupos: **de inductor de polos lisos** y **de inductor de polos salientes**.

1. Estator.
2. Rotor.
3. Bobinas.

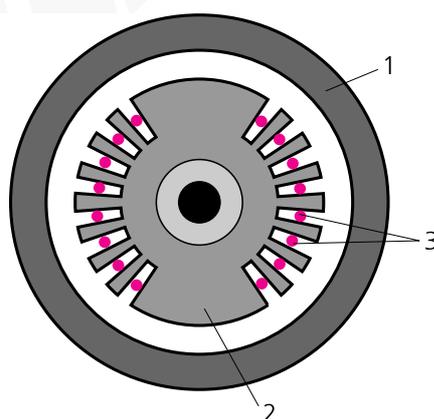


Fig. 7: Inductor de polos lisos.

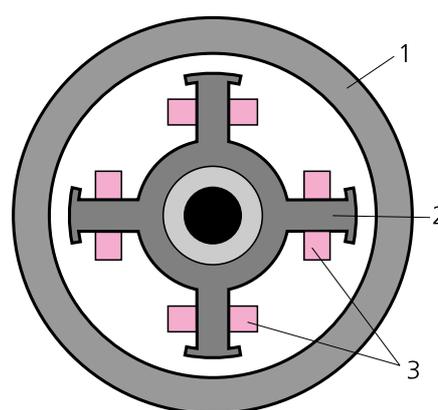


Fig. 8: Inductor de polos salientes.

Los primeros se llaman también turboalternadores. Giran a velocidades altas (1.500 ó 3.000 r.p.m.). Son de eje horizontal y se utilizan, principalmente, en las centrales térmicas y nucleares.

Los de inductor de polos salientes pueden ser montados sobre eje horizontal o vertical, y son los utilizados en centrales hidráulicas (en este caso con eje vertical).

## Estator

Es la parte fija de la máquina. En las máquinas de gran potencia, la carcasa que encierra la máquina es de acero laminado. El estator se construye con chapas magnéticas al silicio que están aisladas con barniz.

Estas chapas disponen de unos canales de refrigeración cuya misión es disipar el calor producido por la circulación de corrientes en el cobre (**efecto Joule**) y por corrientes parásitas generadas en el hierro (**corrientes de Foucault**).

En el alternador de polos interiores, los bobinados del inducido se alojan en ranuras practicadas en la cara interna del estator. Estas ranuras presentan diversas formas (fig. 9 y fig. 10).

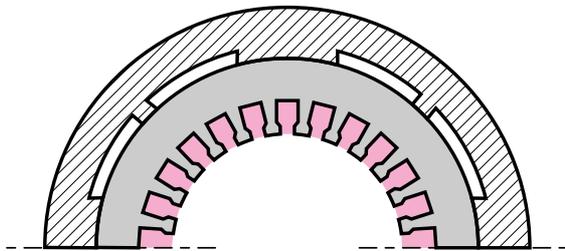


Fig. 9: Disposición de las ranuras.

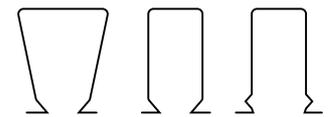


Fig. 10  
Distintas ranuras para alojar el devanado inducido.

## Anillos rozantes

A través de estos anillos circula la corriente, que alimenta las bobinas encargadas de crear el campo magnético (**bobinas polares**). Son dos anillos de bronce, cobre o acero, montados sobre el eje. Sobre ellos rozan las escobillas de carbón que están unidas, a su vez, a la fuente de corriente continua que alimenta la excitación.

## Velocidad de giro de un alternador

### Velocidad de giro

$$f = \frac{n \cdot p}{60}$$

En donde:

**f:** frecuencia en hercios (Hz) o ciclos/segundo c/s

**n:** velocidad (r.p.m.)

**p:** pares de polos del inductor.

Habíamos visto que la generación de fuerza electromotriz (f.e.m.) en las dinamos no depende exclusivamente de la velocidad; pero en los alternadores, ésta es fundamental junto con una nueva magnitud, llamada **frecuencia**, con la cual se relaciona según la siguiente fórmula:

$$f = \frac{n \cdot p}{60}$$

La **frecuencia** la definimos como *el número de veces que una onda realiza un ciclo completo en un segundo*. Hay que decir que la frecuencia de una red eléctrica es siempre constante (50 Hz en Europa y 60 Hz en América y algunos otros países).

Como la frecuencia es constante, la velocidad de un alternador sólo depende del número de polos, por lo tanto:

$$n = \frac{60 \cdot f}{p} = \frac{60 \times 50}{p} = \frac{3.000}{p}$$

Dando valores a **p**, tendremos:

Número de pares de polos (p)	Velocidad (n) en r.p.m.
1	3.000
2	1.500
3	1.000
4	750

Como el número de polos no puede ser menor de 2 ( $p = 1$ ), la velocidad máxima será:  $n = 3.000$  r.p.m.

Debido a esta correspondencia entre velocidad de giro de la máquina y la frecuencia de la corriente, estas máquinas reciben el nombre de **máquinas síncronas**, y la velocidad (**n**), **velocidad de sincronismo**. Para entenderlo mejor, diremos que la máquina síncrona es aquella en la que la velocidad de giro del rotor coincide siempre con la velocidad de giro del campo magnético.

Generalmente, los turboalternadores acoplados a turbinas de vapor, se construyen con un solo par de polos ( $n = 3.000$  r.p.m.). En cambio, los alternadores verticales de las centrales hidráulicas, pueden tener hasta 24 polos.

### Ejemplo:

Calcula la velocidad de giro de un alternador de 6 polos que genera una corriente alterna de 60 Hz.

Como el alternador consta de 6 polos, su número de pares de polos será igual a 3.

Sustituyendo en la fórmula:

$$n = \frac{60 \cdot f}{p} = \frac{60 \times 60}{3} = 1.200 \text{ r.p.m.}$$

## ACTIVIDAD 2

Indica si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas:

- En un alternador la corriente que alimenta el inductor es continua, en tanto que la que se obtiene en el inducido es corriente alterna.
- En un alternador el rotor siempre corresponde al circuito magnético, y el estator, al circuito inducido.
- La frecuencia de la corriente generada por el alternador depende de su velocidad y del número (pares) de polos.
- Un alternador que tenga 24 polos y obtenga una frecuencia de 50 Hz girará con una velocidad de sincronismo de 125 r.p.m.

V	F
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## Alternadores trifásicos

La producción, transporte y distribución de la energía eléctrica se realizan en corriente trifásica, ya que resulta más económico. En unidades anteriores se ha comentado cómo se generan este tipo de corrientes. Ahora pasaremos a estudiar los alternadores síncronos trifásicos.

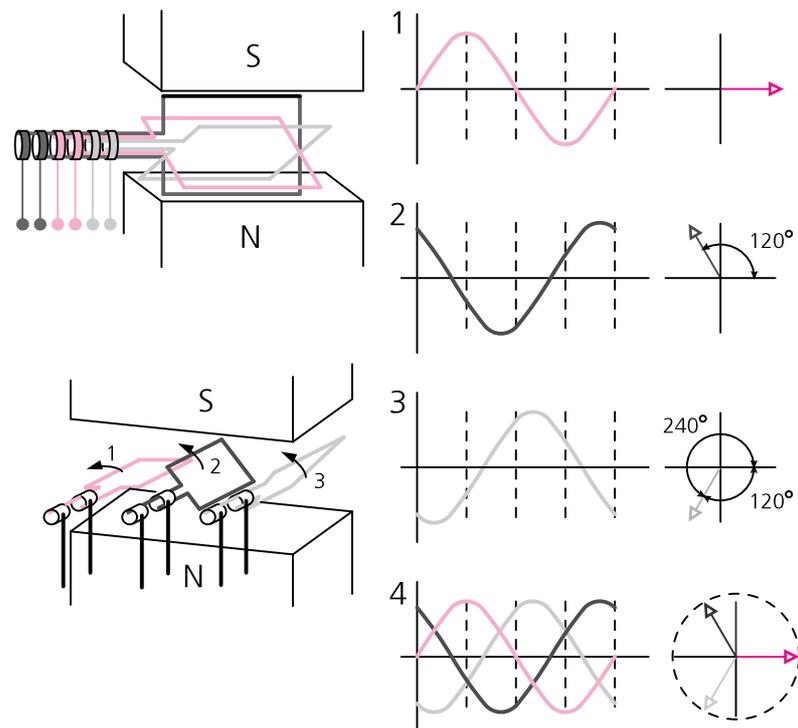


Fig. 11: Generación de una corriente alterna trifásica.

Los bobinados de un alternador son abiertos, es decir, constan de un principio y un final. En un alternador trifásico se dispone de tres bobinados o fases. Al hablar de tres fases no quiere decir que esté formado sólo por tres espiras, sino que cada fase está formada por un determinado número de espiras conectadas en serie.

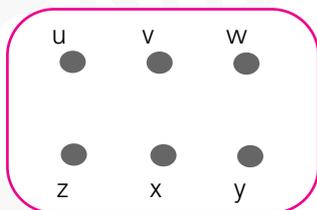


Fig. 12: Caja de bornes.

Los principios y finales de cada fase se designan, respectivamente, con las letras **U, V, W** y **X, Y, Z** (también **U<sub>1</sub>, V<sub>1</sub>, W<sub>1</sub>** para los principios y **U<sub>2</sub>, V<sub>2</sub>, W<sub>2</sub>** para los finales).

Estos terminales son llevados a una caja de bornes, sobre la que se efectúan, a través de puentes, las conexiones de la máquina en estrella (Y) o triángulo (D o Δ).

## Conexiones trifásicas

El devanado inducido de un alternador trifásico se puede conectar de dos formas distintas: en **estrella** y en **triángulo**.

### Conexión en estrella

Esta conexión se realiza uniendo los finales X, Y y Z de las tres fases en un punto común, que es el neutro, quedando libres los tres principios, U, V y W, donde se conectarán las tres líneas de distribución  $L_1$ ,  $L_2$  y  $L_3$  (también llamadas R, S y T). En las distribuciones a cuatro hilos, el cuarto conductor se conectará al punto neutro.

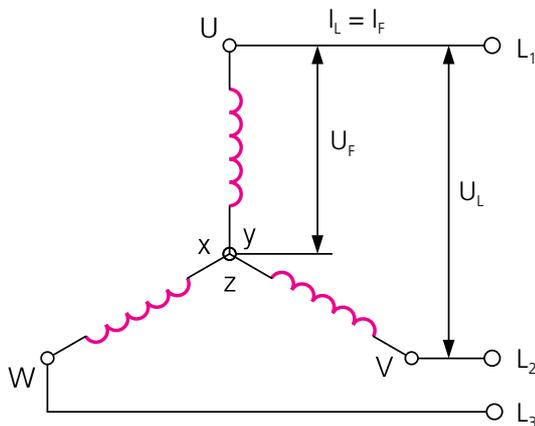


Fig. 13: Conexión de los devanados de un alternador en estrella.

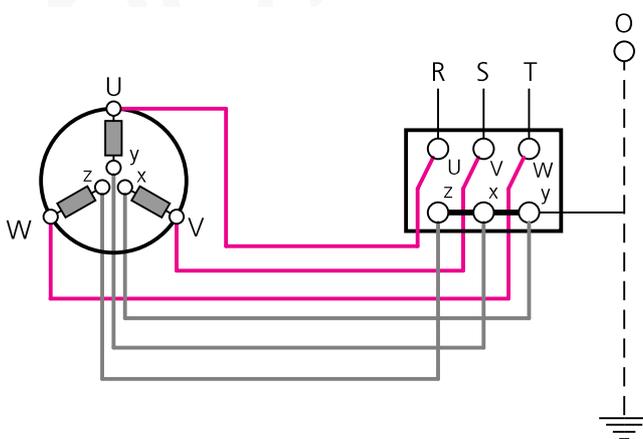


Fig. 14: Conexiones en estrella en la caja de bornes.

## Conexión en triángulo

Esta conexión se realiza uniendo, en la placa de bornes, el final de cada fase con el principio de la siguiente. O sea, X con V, Y con W y Z con U. En cada una de estas uniones se conectan, así mismo, las tres líneas de distribución  $L_1$ ,  $L_2$  y  $L_3$ .

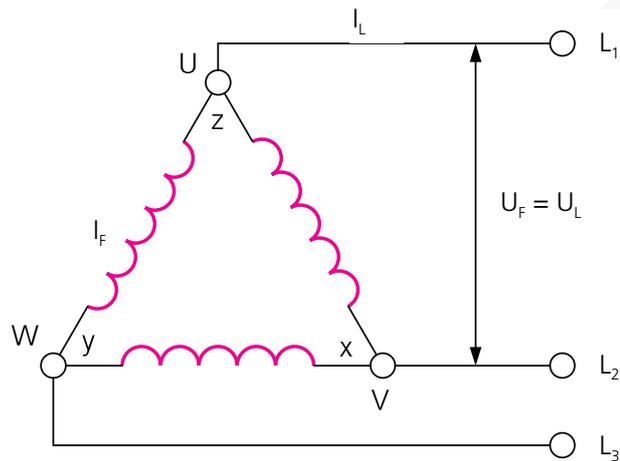


Fig. 15: Conexión de los devanados de un alternador en triángulo.

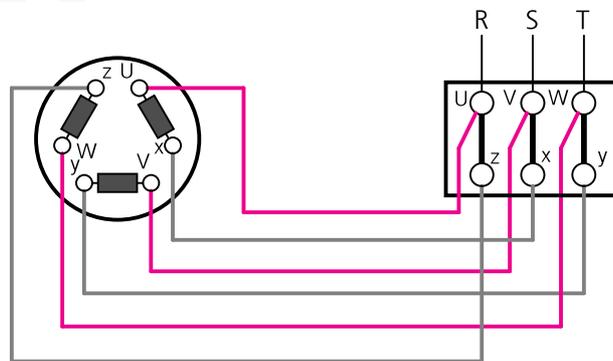


Fig. 16: Conexiones en triángulo en la caja de bornes.

### ACTIVIDAD 3

Para conectar en estrella un alternador trifásico, se deben unir:

- a. El principio de cada fase con el final de la fase siguiente sucesivamente.
- b. Los tres extremos finales (o los iniciales) entre sí, dejando libres los otros tres.
- c. Los tres extremos finales entre sí y los tres extremos iniciales entre sí.

Las tensiones de fase y de línea (entre fases), así como las intensidades, son diferentes, según se conecten en estrella o en triángulo. En la tabla siguiente puedes ver la relación entre las tensiones e intensidades en los dos tipos de conexión.

<b>ESTRELLA</b>	$U_L = \sqrt{3} \cdot U_F$	$I_L = I_F$
<b>TRIÁNGULO</b>	$U_L = U_F$	$I_L = \sqrt{3} \cdot I_F$

## Fuerza electromotriz inducida

La fuerza electromotriz que se induce en cada fase del alternador depende del número de espiras, el flujo y la frecuencia.

$$E = K \cdot 4,44 \cdot N_s \cdot f \cdot \phi \cdot 10^{-8}$$

- E = Fuerza electromotriz eficaz (V).
- K = Coeficiente específico del bobinado.
- $N_s$  = Número de espiras en serie por fase.
- $\phi$  = Flujo por polo (Mx).
- f = Frecuencia (Hz).

Esta f.e.m. es la que corresponde al alternador trabajando en vacío. Al trabajar en carga aparecen una serie de fenómenos bastante más complejos que en corriente continua (además de la caída de tensión), que disminuyen la tensión en bornes del generador.

Como ya se ha comentado, los alternadores necesitan de una fuente externa de corriente continua para la alimentación del circuito inductor que, generalmente, es una excitatriz acoplada al propio eje del alternador.

### **Ejemplo:**

Calcula el valor de la fuerza electromotriz en cada fase de un alternador cuyo flujo magnético por polo es de  $150 \times 10^3$  Mx y que tiene 150 espiras en serie en cada fase. La frecuencia de la corriente generada por este alternador es de 50 hercios. ( $K = 0,9$ ).

Lo único que tendremos que hacer es aplicar la fórmula de la fuerza electromotriz por fase:

$$E = K \cdot 4,44 \cdot N_s \cdot f \cdot \Phi \cdot 10^{-8}$$

$$E = 0,9 \cdot 4,44 \times 150 \times 60 \times 150 \times 10^3 \times 10^{-8} = 53,94 \text{ V}$$

### **ACTIVIDAD 4**

Calcula la tensión en vacío de un alternador con 200 espiras por fase si cada polo produce un flujo magnético de 100.000 Mx. El coeficiente específico del bobinado es  $K = 0,9$ , y la frecuencia obtenida, de 50 Hz.

## Potencia suministrada por un alternador trifásico

Un alternador trifásico genera la misma potencia independientemente de si se conecta en estrella o si se conecta en triángulo.

$$\text{Potencia en estrella (P}_v\text{)} = \text{Potencia en triángulo (P}_D\text{)}$$

Para calcular la potencia de un alternador, utilizamos la siguiente fórmula:

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi$$

P = Potencia activa del generador (W).

U = Tensión en bornes del generador (V).

I = Intensidad de corriente alterna (A).

$\varphi$  = Ángulo de desfase entre tensión e intensidad.

Recuerda que la unidad de medida de la potencia activa es el vatio (W), aunque frecuentemente se utiliza uno de sus múltiplos, el kilovatio (kW).

### Ejemplo:

Un alternador de corriente trifásica genera una corriente de 25 A a 220 V; el coseno del ángulo que forman tiene un valor de 0,9. Calcula la potencia activa que dicho generador suministra a la red de utilización.

Aplicando la fórmula de la potencia activa trifásica:

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi = \sqrt{3} \times 220 \times 25 \times 0,9 = 8.573,65 \text{ W}$$

## Acoplamiento de alternadores

Del mismo modo que ocurre en las dinamos, a veces es necesario acoplar varios alternadores para cubrir la demanda de consumo o simplemente para asegurar el suministro en caso de avería de uno de ellos.

Los alternadores se pueden acoplar en serie o en paralelo, pero el primero de ellos presenta más inconvenientes que ventajas, por lo que no se utiliza en la práctica.

### Acoplamiento en paralelo

Antes de conectar en paralelo varios alternadores trifásicos, es necesario asegurarse de que cumplen una serie de condiciones:

- Frecuencias iguales, es decir, el número de ciclos que cada onda recorrerá a cada segundo será el mismo.
- Iguales valores eficaces de fuerza electromotriz.
- Igualdad de sucesión de fases ( $L_1-L_2-L_3$ ;  $L_1-L_3-L_2$ ).

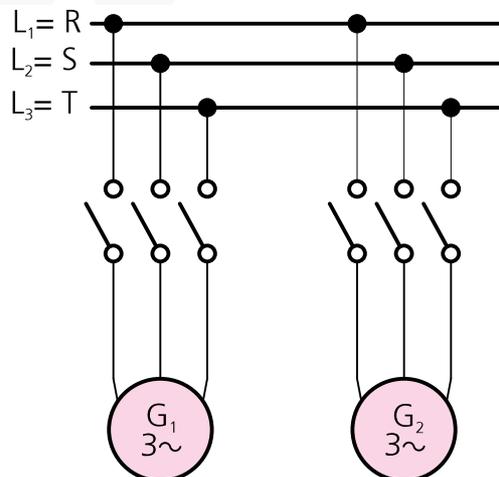


Fig. 17: Acoplamiento en paralelo de alternadores trifásicos.

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

## Cuestiones de autoevaluación

1

- a. ¿Qué tipo de corriente se utiliza en la excitación de un alternador?  
¿Qué tipo de corriente se obtiene a la salida del alternador?
- b. ¿En qué se diferencian básicamente un alternador de polos interiores y uno de polos exteriores? ¿Cuál es el más utilizado de los dos?

2

¿Qué velocidad de giro debe tener un alternador de 12 polos para obtener una frecuencia de 60 Hz?

3

Indica si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas: **V F**

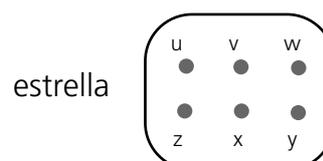
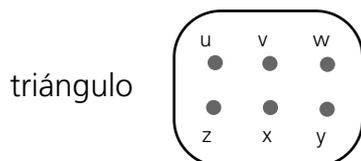
- a. Los alternadores se suelen acoplar en serie.
- b. Para acoplar alternadores en paralelo deben tener el mismo valor de fuerza electromotriz.
- c. A los alternadores se les denomina máquina **síncrona** por la relación que tiene su velocidad de giro con la frecuencia de la tensión que genera.

4

¿Qué potencia desarrolla un generador de corriente continua que genera una intensidad de 40 A a una tensión de 220 V y cuyo  $\cos \varphi$  es 0,8?

5

Señala en la figura qué bornes debes unir para realizar la conexión en estrella y cuáles para la conexión en triángulo.



### R

#### ACTIVIDAD 1

Las máquinas giratorias de corriente alterna se dividen en máquinas **síncronas**, en las que la velocidad, llamada velocidad de **sincronismo**, viene dada por la frecuencia de la red; y máquinas **asíncronas**, en las que la velocidad es algo menor que la anterior. La primera trabaja normalmente como **generador**, mientras que la segunda lo hace como **motor**.

Un alternador transforma energía mecánica en energía eléctrica, en forma de corriente **alterna**. Hay dos tipos de alternadores: aquellos en los cuales gira el circuito magnético o inductor, llamados de polos **interiores**; y los que hacen girar el circuito eléctrico o inducido, llamado de polos **exteriores**. La corriente de excitación es siempre **continua**.

### R

#### ACTIVIDAD 2

a y c. **Verdaderas**.

b. **Falsa**: aunque es lo más corriente, no siempre es así.

d. **Falsa**: la velocidad se calcula dividiendo el factor "60 · f" por el número de **pares de polos** "p" (no por el número de polos), que en este caso es  $p = 24 : 2 = 12$ . Por tanto, la velocidad del alternador será de 250 r.p.m.

### R

#### ACTIVIDAD 3

La respuesta correcta es la "**b**".

### R

#### ACTIVIDAD 4

Aplicando directamente la fórmula  $E = K \cdot 4,44 \cdot N_s \cdot f \cdot \Phi \cdot 10^{-8}$ :

$$E = 0,9 \times 4,44 \times 200 \times 50 \times 100.000 \times 10^{-8} = 39,96 \text{ V}$$

## Respuestas a las cuestiones de autoevaluación

- a. Para la excitación del bobinado inductor se utiliza corriente continua, mientras que la corriente obtenida por el alternador es corriente alterna.
- b. En un alternador de polos interiores la parte que gira o rotor es el circuito magnético, mientras que el estator lo forma el circuito inducido. En un alternador de polos exteriores la parte que gira o rotor es el circuito inducido, mientras que el circuito magnético constituye el estator o parte fija del generador.

1

El más utilizado es el de polos interiores ya que al tener el circuito inducido fijo permite realizar las conexiones con las redes de utilización de forma más sencilla.

El número de pares de polos es el siguiente:  $p = 12 : 2 = 6$ .  
Aplicando la fórmula de la velocidad del alternador, nos queda:

2

$$n = \frac{60 \cdot f}{p} = \frac{60 \times 60}{6} = 600 \text{ r.p.m.}$$

- a. **Falsa:** aunque también se pueden acoplar en serie, no se suele utilizar este método. El acoplamiento más utilizado es el acoplamiento en paralelo.
- b. **Verdadera.**
- c. **Verdadera.**

3

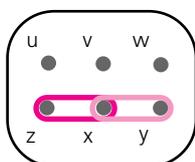
La potencia del alternador será:

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi$$

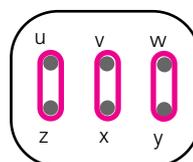
$$P = \sqrt{3} \cdot U \times 220 \times 40 \times 0,8 = 12.193,6 \text{ W} = 12,19 \text{ kW}$$

4

Estrella



Triángulo



5

# Resumen de Unidad

Las máquinas rotativas que transforman la energía mecánica en energía eléctrica en forma de corriente alterna se denominan **alternadores**.

## Partes de un alternador

Un alternador consta básicamente de:

- Rotor: es la parte que gira. Dependiendo del tipo de alternador, el rotor puede ser el circuito magnético (inductor) o el circuito eléctrico (inducido). El más utilizado es el primer caso.
- Estator: es la parte fija de la máquina. Generalmente se refiere al circuito inducido.
- Anillos rozantes: a través de ellos circula la corriente que alimenta las bobinas encargadas de producir el campo magnético.

Un alternador se puede construir de dos formas:

- De polos interiores: el circuito magnético es el que gira y el inducido permanece fijo.
- De polos exteriores: el circuito magnético permanece fijo y el inducido gira.

## Velocidad de giro

La velocidad de giro de un alternador viene dada por la expresión:

$$n = \frac{60 \cdot f}{p}$$

## Alternadores trifásicos

La forma más económica de producir corriente alterna es en trifásica. El devanado inducido de un alternador trifásico se conecta de dos posibles formas:

- Conexión estrella.
- Conexión triángulo.

La potencia producida por el generador es la misma si se conecta en estrella que en triángulo.

## Acoplamiento de alternadores

Los alternadores se pueden acoplar tanto en serie como en paralelo, pero el método que presenta mayor ventaja es el acoplamiento en **paralelo**.

## Notas



## Vocabulario

**Anillos colectores:** anillos en contacto con las espiras del rotor, y que se encargan de sacar a un circuito exterior la corriente eléctrica inducida en el generador.

**Onda senoidal:** línea que se dibuja al representar gráficamente la función "seno de un ángulo" ( $y = \text{sen } x$ ) en un sistema de coordenadas (x,y).



*FONDO  FORMACION*