

Generador de Corriente Alternada

¿Qué es un Generador?

Un generador eléctrico es todo dispositivo capaz de mantener una diferencia de potencial eléctrico entre dos de sus puntos, llamados polos, terminales o bornes. Los generadores eléctricos son máquinas destinadas a transformar la energía mecánica en eléctrica. Esta transformación se consigue por la acción de un campo magnético sobre los conductores eléctricos dispuestos sobre una armadura (denominada también estator). Si mecánicamente se produce un movimiento relativo entre los conductores y el campo, se genera una fuerza electromotriz (F.E.M.).

Se clasifican fundamentalmente en:

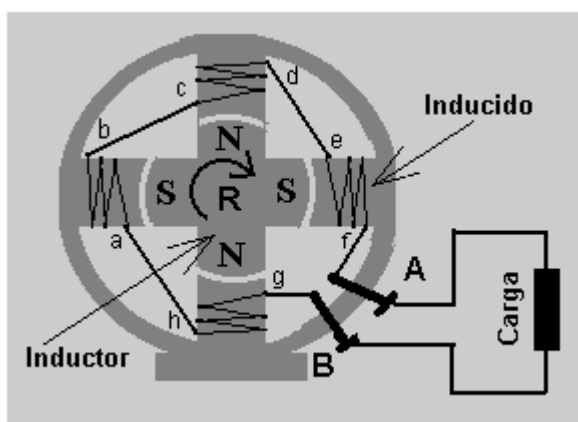
Primarios: Convierten en energía eléctrica la energía de otra naturaleza que reciben o de la que disponen inicialmente.

Secundarios: Entregan una parte de la energía eléctrica que han recibido previamente.

Principio de Funcionamiento

El funcionamiento del generador de corriente alterna, se basa en el principio general de inducción de voltaje en un conductor en movimiento cuando atraviesa un campo magnético.

Este generador consta de dos partes fundamentales, el inductor, que es el que crea el campo magnético y el inducido que es el conductor el cual es atravesado por las líneas de fuerza de dicho campo.



Disposición de elementos en un generador simple

Así, en el generador mostrado en la Figura, el inductor está constituido por el rotor R, dotado de cuatro piezas magnéticas, las que para simplificar son imanes permanentes, cuya polaridad se indica, y el inducido o estator con bobinas de alambre arrolladas en las zapatas polares.

Las cuatro bobinas a-b, c-d, e-f y g-h, arrolladas sobre piezas de una aleación ferro magnéticas (zapatas polares) se magnetizan bajo la acción de los imanes del inductor. Dado que el inductor está girando, el campo magnético que actúa sobre las cuatro zapatas cambia de sentido cuando el rotor gira 90° (se cambia de polo N a polo S), y su intensidad pasa de un máximo, cuando están las piezas enfrentadas como en la figura, a un mínimo cuando los polos N y S están equidistantes de las piezas de hierro.

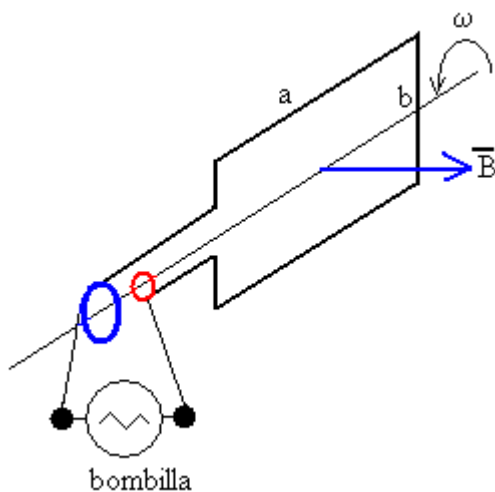
Son estas variaciones de sentido y de intensidad del campo magnético las que inducirán en las cuatro bobinas una diferencia de potencial (voltaje) que cambia de valor y de polaridad siguiendo el ritmo del campo.

La frecuencia de la corriente alterna que aparece entre los terminales A-B se obtiene multiplicando el número de vueltas por segundo del inductor por el número de pares de polos del inducido (en nuestro caso 2), y el voltaje generado dependerá de la fuerza de los imanes (intensidad del campo), la cantidad de vueltas de alambre de las bobinas y de la velocidad de rotación.

El generador de corriente alterna es un dispositivo que convierte la energía mecánica en energía eléctrica. El generador más simple consta de una espira rectangular que gira en un campo magnético uniforme.

El movimiento de rotación de las espiras es producido por el movimiento de una turbina accionada por una corriente de agua en una central hidroeléctrica, o por un chorro de vapor en una central térmica. En el primer caso, una parte de la energía potencial agua embalsada se transforma en energía eléctrica; en el segundo caso, una parte de la energía química se transforma en energía eléctrica al quemar carbón u otro combustible fósil.

Cuando la espira gira, el flujo del campo magnético a través de la espira cambia con el tiempo. Se produce una fem. Los extremos de la espira se conectan a dos anillos que giran con la espira, tal como se ve en la figura. Las conexiones al circuito externo se hacen mediante escobillas estacionarias en contacto con los anillos.



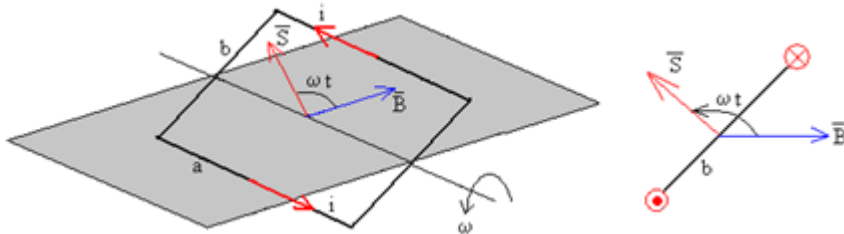
Si conectamos una bombilla al generador veremos que por el filamento de la bombilla circula una corriente que hace que se ponga incandescente, y emite tanta más luz cuanto mayor sea la velocidad con que gira la espira en el campo magnético.

Con este ejemplo, completamos las tres formas que hay de variar con el tiempo el flujo de un campo magnético a través de una espira, $\Phi = \mathbf{B} \cdot \mathbf{S}$, como producto escalar de dos vectores, el vector campo $\mathbf{B}$ y el vector superficie $\mathbf{S}$.

- Cuando el campo cambia con el tiempo.
- Cuando el área de la espira cambia con el tiempo.
- Cuando el ángulo entre el vector campo $\mathbf{B}$ y el vector superficie $\mathbf{S}$ cambia con el tiempo.

Situación que se discute en esta página.

Ley de Faraday y ley de Lenz

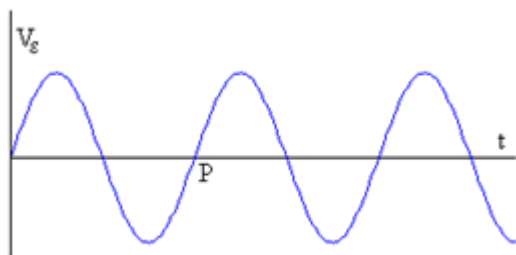


Supongamos que la espira gira con velocidad angular constante ω . Al cabo de un cierto tiempo t el ángulo que forma el campo magnético y la perpendicular al plano de la espira es ϕ . El flujo del campo magnético B a través de una espira de área S es

$$\phi = B \cdot S = B \cdot S \cdot \cos(\omega t)$$

La fem en la espira es

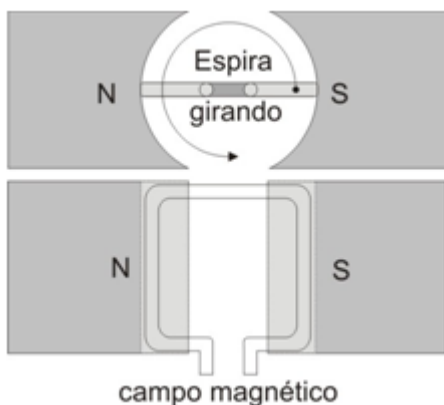
$$V_{\xi} = -\frac{d\Phi}{dt} = \omega B S \sin(\omega t)$$



La fem V_{ξ} varía sinusoidalmente con el tiempo, como se muestra en la figura. La fem alcanza su valor máximo en valor absoluto cuando $\omega t = \pi/2$ ó $3\pi/2$, cuando el flujo ϕ es mínimo (el campo magnético está en el plano de la espira), y es nula cuando $\omega t = 0$ ó π , cuando el flujo es máximo (el campo magnético es perpendicular al plano de la espira).

Cálculo de la fem (Fuerza Electromotriz Inducida)

FEM inducida en una espira girando dentro de un campo constante.



Cuando una o varias espiras giran dentro de un campo magnético de forma que el flujo varíe junto con la variación del ángulo sobre el eje, se induce una fuerza electromotriz que puede calcularse como:

$$E = N B A \omega \text{ Sen } (\omega t)$$

N = Número de espiras

B = Campo magnético

A = Área de la espira

ω = Velocidad angular, pulsación, $2 \pi f$

t = Instante de tiempo

E = Fuerza electromotriz inducida o tensión inducida.

Debido a que la tensión inducida es de forma senoidal se deja t para poder reemplazarlo por un tiempo y obtener el valor instantáneo en ese momento.

Como cada espira de la bobina de la armadura se mueve de una parte del campo a otra, eslabona un número diferente de líneas de flujo, en este cambio en los eslabonamientos de flujo que induce un voltaje en el conductor, el voltaje más grande se induce en el instante que este cambio es el mayor, esto es, el instante en el que el conductor corta el campo en ángulo recto.

En la medida que el rotor gira a una velocidad constante, se induce una onda senoidal de voltaje, el valor de este voltaje depende de la velocidad del rotor, a mayor rapidez el voltaje es mayor.

El valor del voltaje depende también de la intensidad del campo magnético, a mayor intensidad de campo, mayor voltaje inducido.

Sentido de la corriente inducida

Aplicando la ley de Lenz podemos determinar el sentido de la corriente inducida. El sentido viene determinado por el movimiento de portadores de cargas positivos representados por puntos rojos.

El sentido de la corriente inducida es el mismo que el sentido de f_m o de E_n (fuerza sobre la unidad de carga positiva).

Hemos obtenido la fem y el sentido de la corriente inducida por dos procedimientos distintos.

- La ley de Faraday para obtener la fem y la ley de Lenz para determinar el sentido de la corriente inducida. Y
- La fuerza sobre los portadores de carga positivos situados en la espira.

Generadores de Corriente Alterna

Regla de la Mano Derecha para Generadores

Para determinar la polaridad de un generador, se deben conocer primero dos direcciones:

1. La dirección (norte a sur) del campo magnético.
2. La dirección en la cual el conductor se está moviendo y como corta al campo.

Siempre se pueden determinar direcciones por medio del uso de la regla de la mano derecha para generadores. El dedo pulgar apunta hacia arriba, el índice hacia la izquierda y el dedo medio hacia el cuerpo.

El dedo índice indica la dirección del flujo magnético, el dedo pulgar apunta a la dirección en que se mueve el conductor y el dedo medio indica la dirección del flujo de corriente.



Componentes de un Generador de Corriente Alterna

Los principales componentes de un generador de corriente alterna son los que se muestran a continuación:

1. Estator.
2. Rotor.
3. Sistema de enfriamiento.
4. Excitatriz.
5. Conmutador.

Estator

Los elementos más importantes del estator de un generador de corriente alterna, son las siguientes:

- Componentes mecánicas.
- Sistema de conexión en estrella.
- Sistema de conexión en delta.

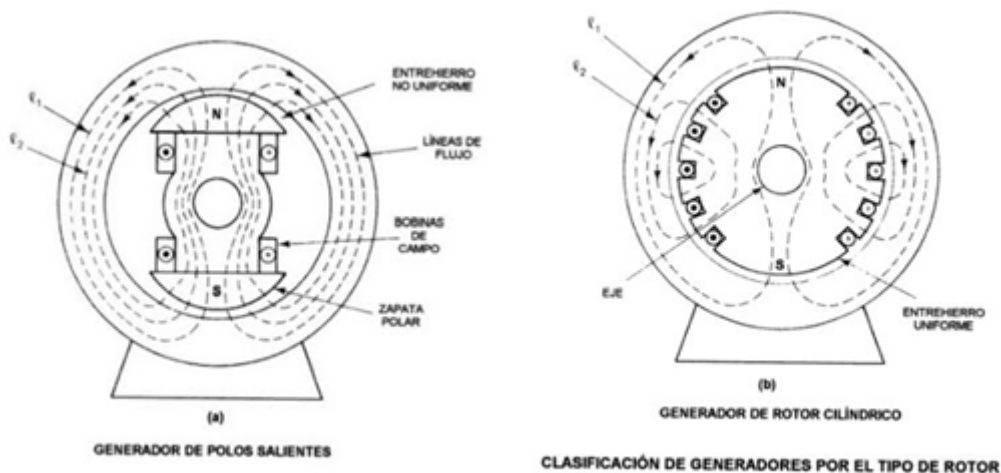
Componentes mecánicas. Las componentes mecánicas de un generador son las siguientes:

- La carcasa.
- El núcleo.
- Las bobinas.
- La caja de terminales.

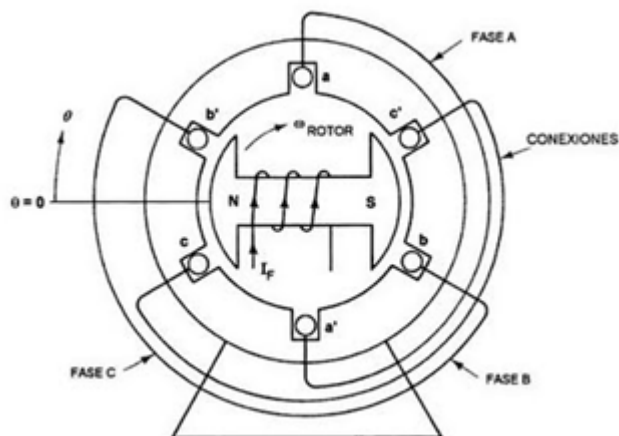
En el rotor se encuentran alojadas las bobinas del devanado de campo que inducen el voltaje en el devanado de armadura, en donde se encuentran las bobinas que determinan si el generador es monofásico o trifásico.

Voltaje de salida monofásico. un generador que tiene un voltaje de salida monofásico, se lo denomina generador monofásico. Este voltaje de salida se obtiene con un conjunto de bobinas de armadura en el estator, si se trata de un generador monofásico de dos polos; entonces, se dice que estos polos son Norte y Sur con conductores que son parte de los conductores de armadura continuos y que llenan las ranuras del estator.

Las ranuras están separadas mecánicamente y eléctricamente por 180° , de modo que cuando el flujo proveniente del polo norte intercepta el lado A(1) del conductor, el flujo que retoma al polo sur intercepta al lado A(2) del conducto, obteniéndose como resultado la generación de un pico de voltaje entre A(1) y A(2). Cuando los polos norte y sur están perpendiculares con respecto al plano de los conductores A(1) y A(2), no hay líneas de fuerzas que intercepten los conductores y, entonces la diferencia de voltaje entre A(1) y A(2) es cero. Cuando el rotor completa una revolución (360°) se dice que ha completado un ciclo.



Para un generador trifásico, se deben tener tres bobinas de armadura que están desplazadas entre sí 120° , a cada una de las bobinas o grupos de bobinas se los denomina Fase, de manera que se designan tres fases como: Fase A, Fase B y Fase C.



La magnitud del voltaje en cada fase se calcula como:

$$E_{\max} = B_m l \omega r \text{ (volts)}$$

Donde

B_m : densidad de flujo máximo producido por el campo del rotor, expresado en tesla.

l : longitud de ambos lados de bobina en el campo magnético m .

ω : velocidad angular del rotor ($= 2\pi \times \text{frecuencia rad/seg}$)

r : radio de la armadura en m.

Las ondas de voltaje obtenidas para cada fase se dan por los cambios en los eslabonamientos de flujo magnético, cuando el campo está directamente opuesto a la bobina se da el máximo cambio en los eslabonamientos de flujo y, el máximo voltaje inducido se da en ese instante.

Fuente:

Transformadores y Motores Eléctricos - Gilberto Harper Enriquez