

parece en la fig. 1-5 donde se aprecia que los conductores en la posición 2, sin embargo, el flujo que cortan es nulo y por lo tanto el voltaje inducido vale cero.

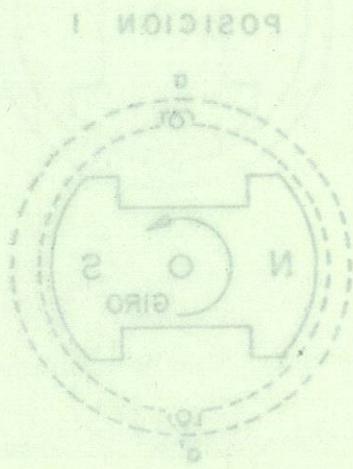


Fig. 1-5 Posición 1

Al avanzar el rotor hacia la posición 2, los conductores van cortando cada vez más densidad de flujo hasta alcanzar la máxima (centro de los polos), y entonces máximo voltaje inducido. La polaridad del voltaje inducido la podemos determinar de la siguiente forma: la espira, en la posición 1 está enlazada todo el flujo, que dentro de ella vista hacia el lado derecho, al desplazarse hacia la posición 2, este flujo enlazado va disminuyendo por lo tanto el voltaje inducido en la espira trata de producir una corriente que refuerce al flujo (o sea que se oponga a la variación), por lo tanto entrará por abajo y saldrá por arriba.

Al pasar de 3 a 4, nuevamente los conductores pasarán a máximo voltaje inducido tal y como la Ley de Lenz también la polaridad será contraria a la posición 2, es decir, entrará la corriente por arriba y saldrá por abajo.

POSICION 2

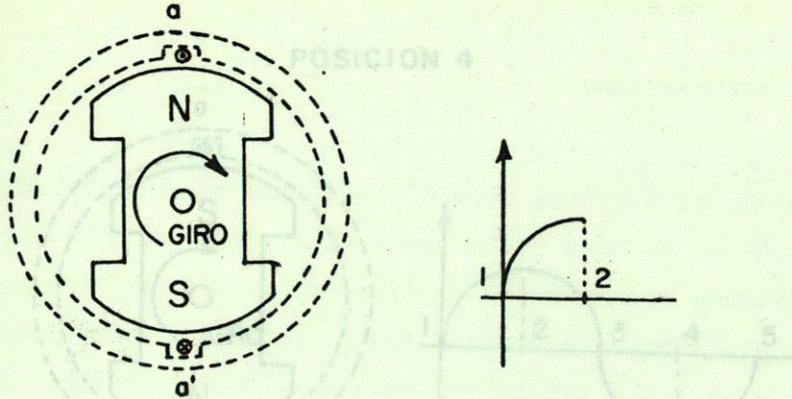


Fig. 1-6 Posición 2

Al dirigirse el rotor desde la posición 2 hacia la 3, nuevamente los conductores pasarán a cortar cero densidad de flujo y por lo tanto a inducir cero voltaje.

POSICION 3

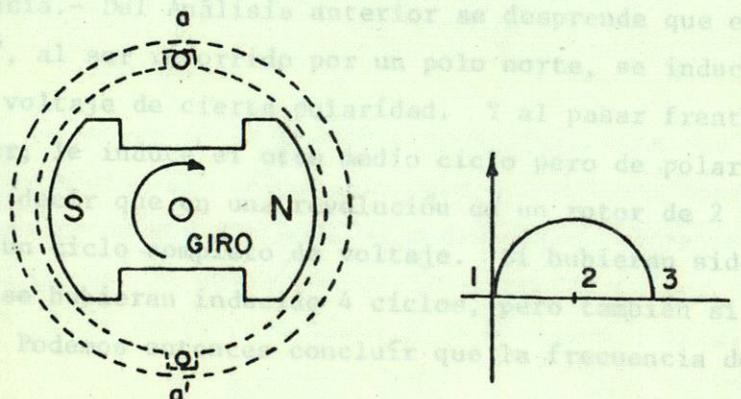


Fig. 1-7 Posición 3

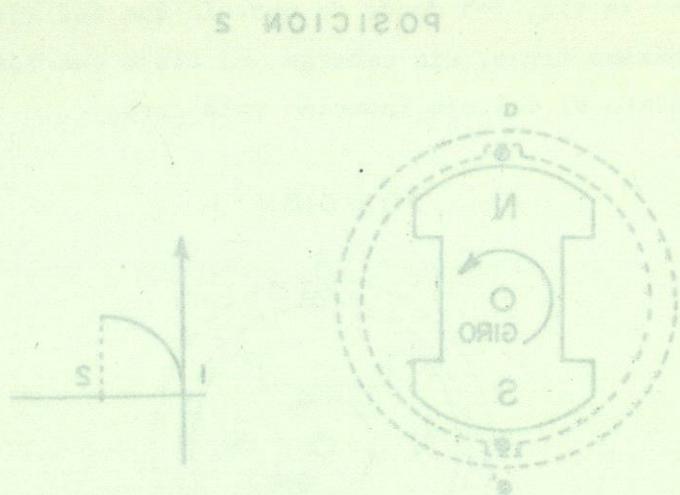


Fig. 1-6 Posición 2

Al dirigirse el rotor desde la posición 2 hacia la 3, nuevamente los conductores pasarán a cortar cero densidad de flujo y por lo tanto a inducir cero voltaje.

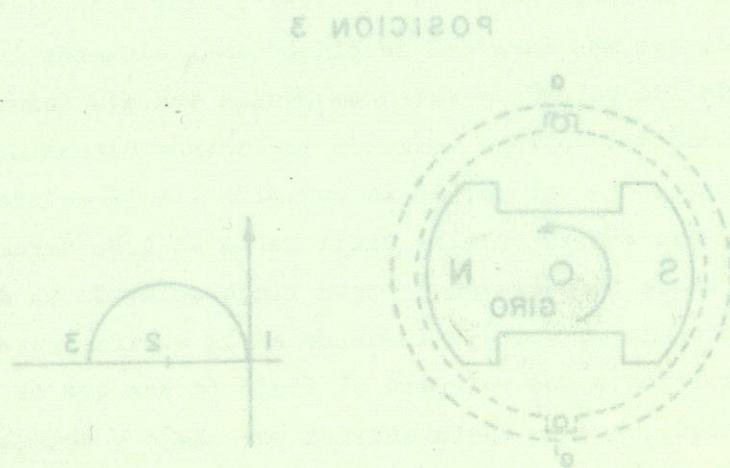


Fig. 1-7 Posición 3

Al pasar de 3 a 4, nuevamente los conductores pasarán a máximo voltaje inducido que según la Ley de Lenz tendrá la polaridad -- contraria a la posición 2, es decir, entrará la corriente por a' y saldrá por a'.

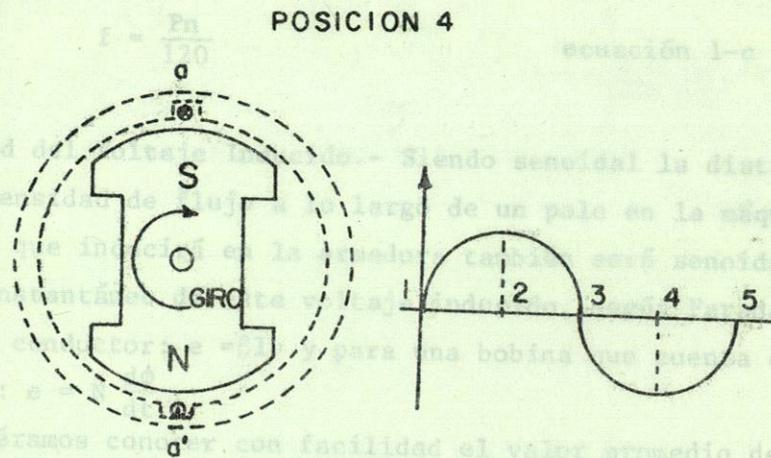


Fig. 1-8 Posición 4

Finalmente, al terminar de dar una revolución (posición 1) el voltaje volverá a ser cero.

3 Frecuencia.- Del Análisis anterior se desprende que en el conductor "a", al ser recorrido por un polo norte, se induce medio ciclo de voltaje de cierta polaridad. Y al pasar frente a él, el polo sur, le induce el otro medio ciclo pero de polaridad opuesta. Es decir que en una revolución de un rotor de 2 polos, se genera un ciclo completo de voltaje. Si hubieran sido 2 revoluciones se hubieran inducido 4 ciclos, pero también si fueran 4 polos. Podemos entonces concluir que la frecuencia del voltaje-

Al pasar de 3 a 4, nuevamente los conductores pasarán a máximo --
 -- voltaje inducido que según la ley de Lenz tendrá la polaridad --
 -- contraria a la posición 2, es decir, entrará la corriente por B --
 y saldrá por A.

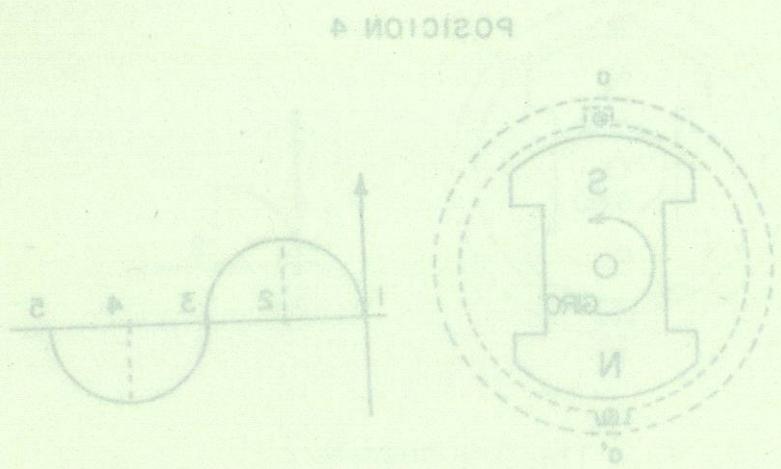


Fig. 1-8 Posición 4

Finalmente, al terminar de dar una revolución (posición 1) el --
 voltaje volverá a ser cero.
 frecuencia. - Del análisis anterior se desprende que en el conduc --
 -- tor "a", al ser recorrido por un polo norte, se induce medio ci --
 -- clo de voltaje de cierta polaridad. Y al pasar frente a él, el --
 -- polo sur, se induce el otro medio ciclo pero de polaridad opues --
 -- ta. Es decir que en una revolución de un rotor de 2 polos, se --
 -- genera un ciclo completo de voltaje. Si hubieran sido 4 revoluc --
 -- iones se hubieran inducido 4 ciclos, pero también si fueran 4 --
 -- polos. Podemos entonces concluir que la frecuencia del voltaje --

inducido depende del número de pares de polos y del número de --
 REVOLUCIONES POR SEGUNDO

$$f = \frac{P}{2} * \frac{n}{60}$$

n velocidad (RPM)

p # de polos

$$f = \frac{Pn}{120}$$

ecuación 1-c

1-4 Magnitud del Voltaje Inducido.- Siendo senoidal la distribución --
 de la densidad de flujo a lo largo de un polo en la máquina, el --
 voltaje que inducirá en la armadura también será senoidal. El --
 valor instantáneo de este voltaje inducido, según Faraday, vale --
 para un conductor: $e = \beta lv$ y para una bobina que cuenta con N --
 vueltas: $e = N \frac{d\phi}{dt}$.
 Si pudiéramos conocer con facilidad el valor promedio del volta --
 je inducido, basta con una simple relación para conocer sus valo --
 res máximo y eficaz.

5 Voltaje Promedio Inducido.- Para una bobina de N espiras que en --
 lazan el mismo flujo y cuyo ancho es igual al paso polar el vol --
 taje promedio lo encontramos por:

$$E_{prom} = N \frac{\Delta\phi}{\Delta t}$$

ecuación 1-d

Sabemos que en un ciclo completo de voltaje para una onda senoi --
 dal su promedio vale cero. Sin embargo, podemos conocer el va --
 lor promedio de voltaje para un medio ciclo. Este se puede sa --
 ber al observar la variación de flujo producida por el giro del --
 rotor al pasar de la posición 1 a la posición 3 (fig. 1-9).

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

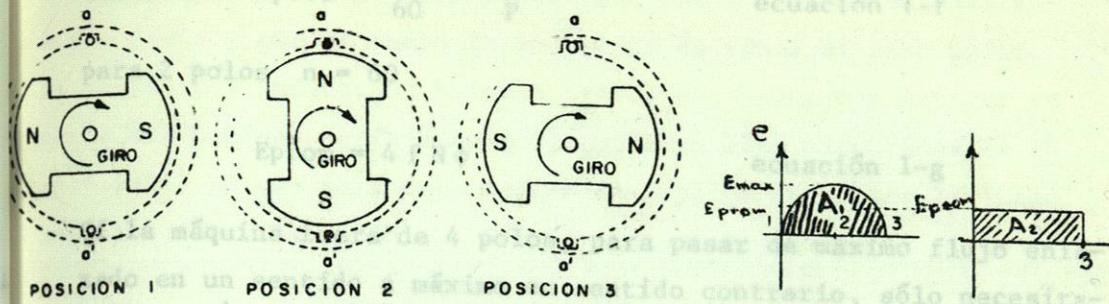


Fig. 1-9

En la posición 1, la bobina enlaza todo el flujo de un polo que viaja hacia el lado derecho (dentro de la bobina), y en la posición 3 la bobina enlaza todo el flujo nuevamente pero en dirección contraria, por lo tanto, el incremento de flujo en este período vale: $\Delta\phi = 2\phi$. Donde ϕ es el flujo por polo de la máquina. Para calcular el Δt , lo ponemos en función de la velocidad:

Si n RPM - - - - - 60 seg.

$\frac{1}{2}$ revolución - - - Δt seg.

$$\Delta t = \frac{60}{2n}$$

$$E_{prom} = N \frac{\Delta\phi}{\Delta t} = N * \frac{2\phi}{\frac{60}{2n}}$$

$$E_{prom} = \frac{4nN\phi}{60}$$

como $n = \frac{120}{P}$

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

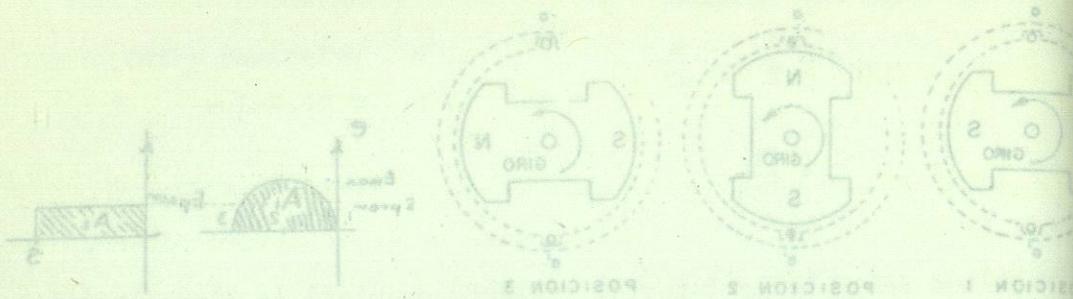


Fig. 1-9

En la posición 1, la bobina enlaza todo el flujo de un polo que viaja hacia el lado derecho (dentro de la bobina), y en la posición 3 la bobina enlaza todo el flujo nuevamente pero en dirección contraria, por lo tanto, el incremento de flujo en este período vale: $\Delta\phi = 2\phi$. Donde ϕ es el flujo por polo de la máquina. Para calcular el $\Delta\phi$, lo ponemos en función de la velocidad:

$$\Delta\phi = 2\phi \cdot \frac{1}{2} \text{ revolución} \cdot \Delta t \text{ seg.}$$

$$E_{prom} = N \frac{\Delta\phi}{\Delta t} = N \cdot 2\phi \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{\Delta t}$$

$$E_{prom} = \frac{4\pi N \phi}{60} \text{ como } n = \frac{120}{p}$$

Tendremos: $E_{prom} = \frac{4\pi N \phi}{60} \cdot \frac{120}{p}$ ecuación 1-f
para 2 polos $n = 60$

$$E_{prom} = 4 f N \phi \text{ ecuación 1-g}$$

Si la máquina fuera de 4 polos, para pasar de máximo flujo enlazado en un sentido a máximo en sentido contrario, sólo necesita el rotor $\frac{1}{4}$ de revolución por lo tanto:

$$f = \frac{Pn}{120} \text{ se duplica (se entiende que para la misma "n")}$$

por lo tanto en la ecuación 1-f la frecuencia será el doble, pero igual pasará con el número de polos así que la ecuación permanecerá inalterable y además, será válida para cualquier número de polos y velocidad.

1-6 Valor Eficaz.- Por lo tanto, como el voltaje máximo para cualquier onda senoidal vale: $E_{max} = E_{prom} \cdot \frac{\pi}{2}$ nos quedará la ecuación 1-h:

Fig. 1-10 Generador Trifásico

$$E_{max} = 2\pi f N \phi \text{ ecuación 1-h}$$

Es decir, las ecuaciones de voltaje antes vistas representan al valor y el valor eficaz: $E_{ef} = E_{max} \cdot \frac{1}{\sqrt{2}}$. Entendiéndose que el desfase entre fase y fase valdrá 120° .

$$E_{ef} = 4.44 f N \phi \text{ volts ecuación 1-i}$$

- f Frecuencia (CPS)
- N Número de espiras
- ϕ Flujo por polo (webbers)

ecuación 1-1

$$E_{prom} = \frac{N \cdot \phi}{60} \cdot \frac{120}{P}$$

$$n = 60$$

ecuación 1-2

$$E_{prom} = 4.44 N \phi$$

Si la máquina fuera de 4 polos, para pasar de máximo flujo en un sentido a máximo en sentido contrario, sólo necesitaría el rotor $\frac{1}{2}$ de revolución por lo tanto:

$$f = \frac{Pn}{120}$$

por lo tanto en la ecuación 1-1 la frecuencia será el doble, pero igual pasará con el número de polos así que la ecuación permanece inalterable y además, será válida para cualquier número de polos y velocidad.

Valor Eficaz. - Por lo tanto, como el voltaje máximo para cualquier onda senoidal vale: $E_{max} = E_{prom} \cdot \frac{\pi}{2}$ nos quedará la ecuación 1-3:

$$E_{max} = 2.82 N \phi$$

$$E_{ef} = E_{max} \cdot \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$E_{ef} = 4.44 N \phi$$

- f Frecuencia (CPS)
- N Número de espiras
- ϕ Flujo por polo (webers)

Se entiende para estas expresiones que las N espiras enlazan el mismo flujo y que el ancho de la bobina es igual al paso polar. Si deseáramos inducir un voltaje trifásico, basta con agregar -- otras dos bobinas desfasadas de la primera 120° eléctricos (1 Polo = 180°) lo que para una máquina de 2 polos significa 120° geométricos (ver fig. 1-10).

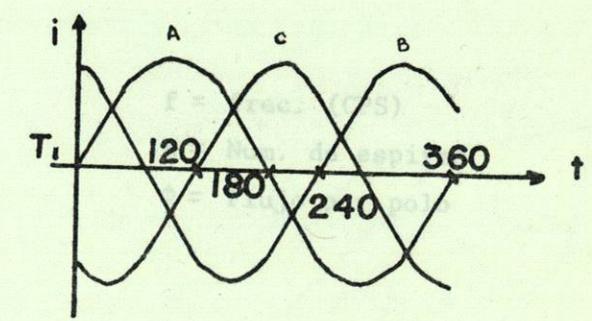
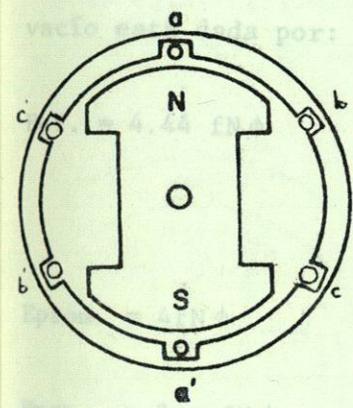


Fig. 1-10 Generador Trifásico

Es decir, las ecuaciones de voltaje antes vistas representan al voltaje por fase en un generador trifásico. Entendiéndose que el desfaseamiento entre fase y fase valdrá 120°.

- n = Velocidad (RPM)
- f = Frecuencia (CPS)

RESUMEN CAPITULO I

EL DEVANADO ELEMENTAL DE ARMADURA

El devanado de Armadura. - Para diseñar un devanado de armadura busquemos, entre otras cosas, que el ancho de la bobina se aproxime al ancho de los polos para que los voltajes inducidos por los lados activos sean siempre en el mismo sentido. (ver fig. 2-1).

$$E_{ef.} = 4.44 f N \phi$$

f = frec. (CPS)

N = Num. de espiras

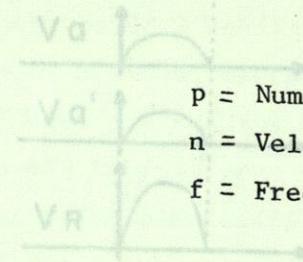
ϕ = Flujo por polo

$$E_{prom.} = 4f N \phi$$

$$E_{max.} = 2\pi f N \phi$$

La frecuencia del voltaje inducido en un generador sincrónico:

$$f = \frac{Pn}{120}$$



p = Num. de Polos

n = Velocidad (RPM)

f = Frecuencia (CPS)

Fig. 2-1c

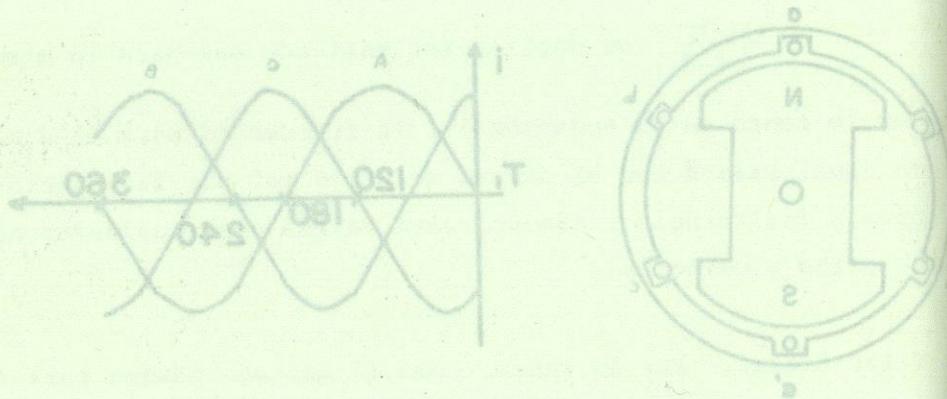


Fig. 1-10 Generador Trifásico