

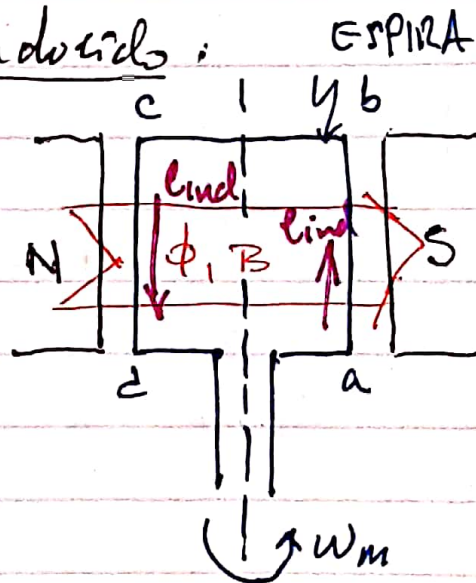
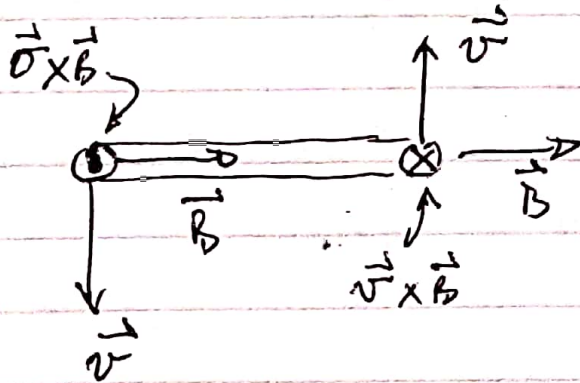
Capítulo #7. Fundamentos de Máquinas de Corriente Directa.

Objetivos:

- Cómo se induce voltaje en una espira giratoria
- Ecuaciones de voltaje inducido y por inducido en máquinas de ccd.
- Proceso de conmutación y sus problemas
- Diagrama de flujos de potencia.

1. Producción de voltaje inducido:

$$e_{ind} = (\vec{v} \times \vec{B}) \cdot \vec{l}$$



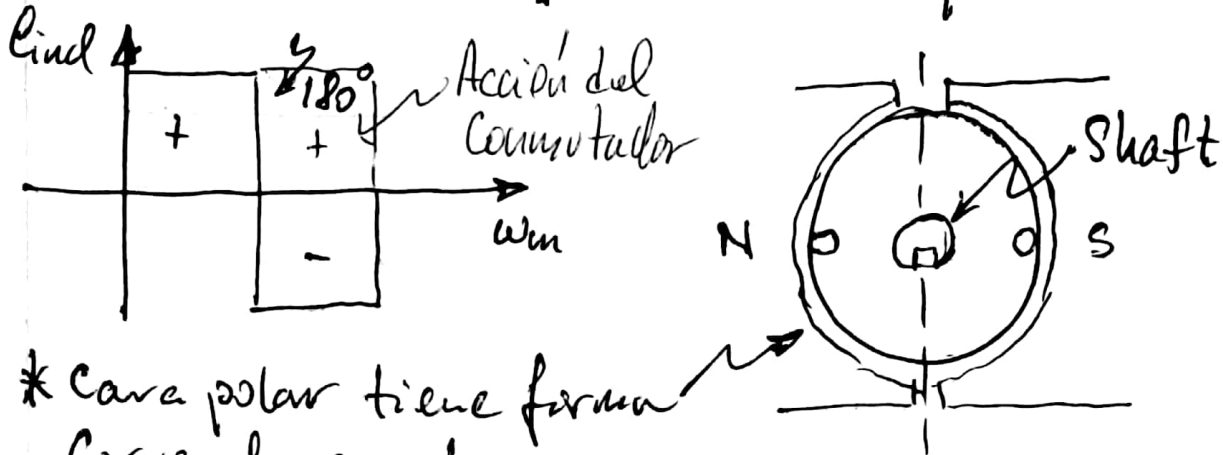
$$e_{ind} = (vB \sin 90^\circ) l \cos 0^\circ = vBl$$

$$v = r\omega \quad ; \quad r: \text{radio (m)}, \quad \omega = \text{rad/s} \quad ; \quad v = \text{m/s}$$

$$\phi = BA \quad ; \quad A = \text{Área de la bobina (espira)}$$

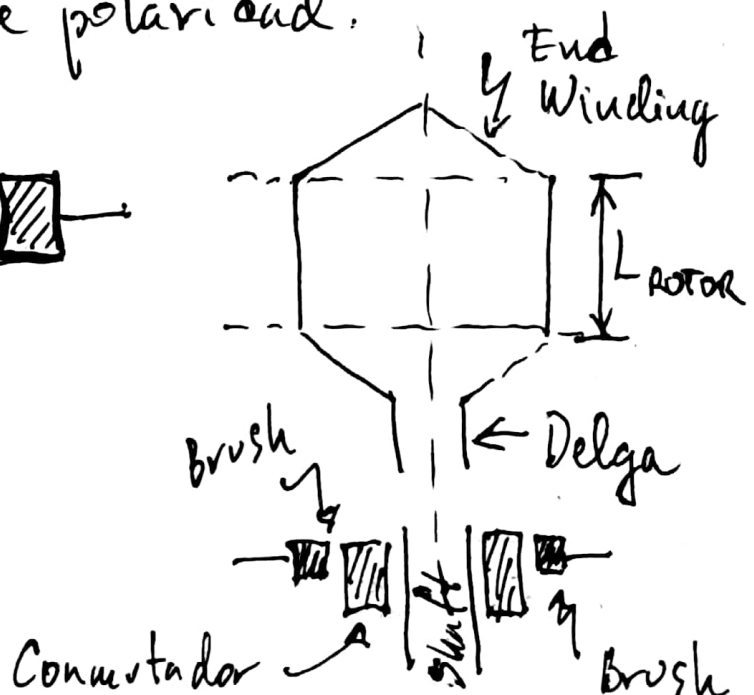
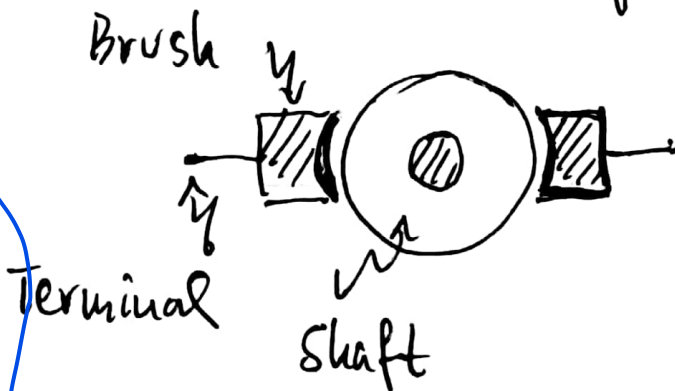
$$A = 2rl$$

$$\left. \begin{aligned} e_{ind} &= \frac{2}{\pi} \phi \omega_m, & \text{debajo de los polos} \\ e_{ind} &= 0, & \text{fuera de los polos} \end{aligned} \right\}$$



* Cara polar tiene forma curvada para lograr que el flujo, ϕ sea uniforme en el entrehierro (airgap).

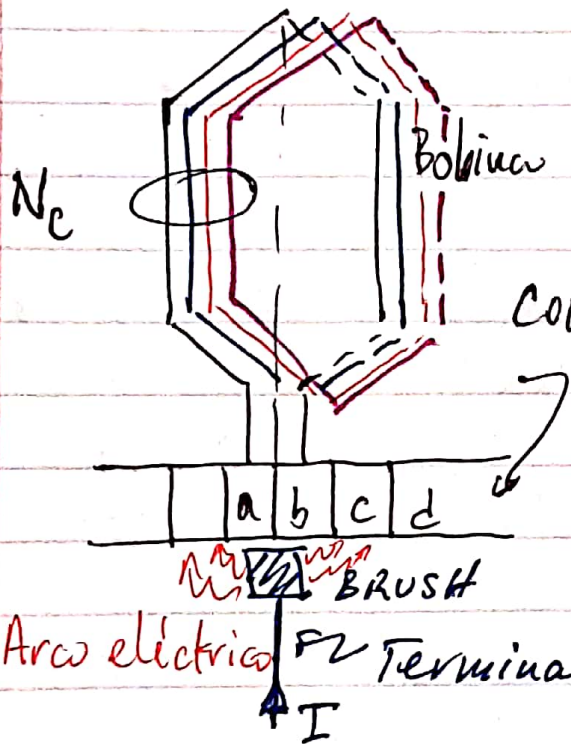
* Sobre el shaft (eje de flecha) se coloca un dispositivo aislado de este llamado "conmutador" el cual evita que las bobinas cambien de polaridad.



Delga: conductor que une la bobina o espira al conmutador

$$C_{ind} = k \phi \omega_m$$

↑ ↑ ↑
 ↑ velocidad del eje
 ↑ flujo magnético
 ↑ geometría de la máquina



Conductores $Z = 2 N_c C$

N_c : # de vueltas (espiras)

C : # coils

Commutador y segmentos

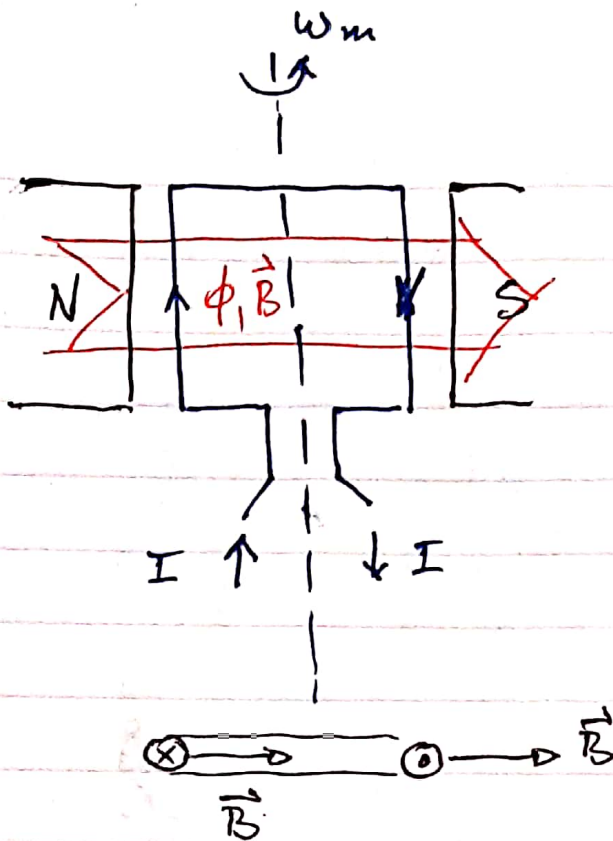
2. Producción de Fuerza y Par Mecánico:

$$\vec{F} = i (\vec{l} \times \vec{B})$$

$$T_{ind} = \vec{F} \times d_{\perp} = r \sin \theta F$$

$$\left. \begin{array}{l} T_{ind} = \frac{2}{\pi} \phi i, \\ T_{ind} = 0, \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{debajo del polo} \\ \text{fuera del polo} \end{array}$$

Pág #4



\vec{l} : tiene igual dirección que i .

$$F = i (\vec{l} \times \vec{B})$$

$$= B i l \sin 90^\circ$$

$$= B i l$$

$$\phi = BA, A = 2r\ell$$

$$T = \vec{r} \times \vec{F} =$$

$$= r \sin \theta F$$

* Es la interacción de dos campos magnéticos

→ B : campo externo (PM): estator

→ i : corriente del rotor.

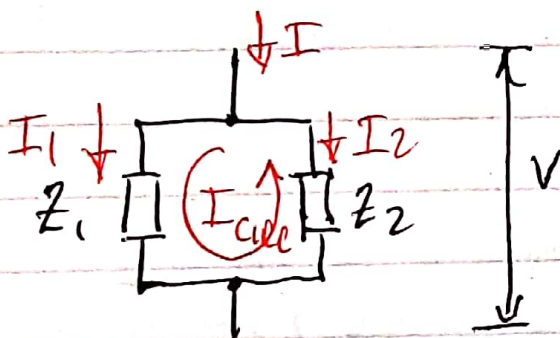
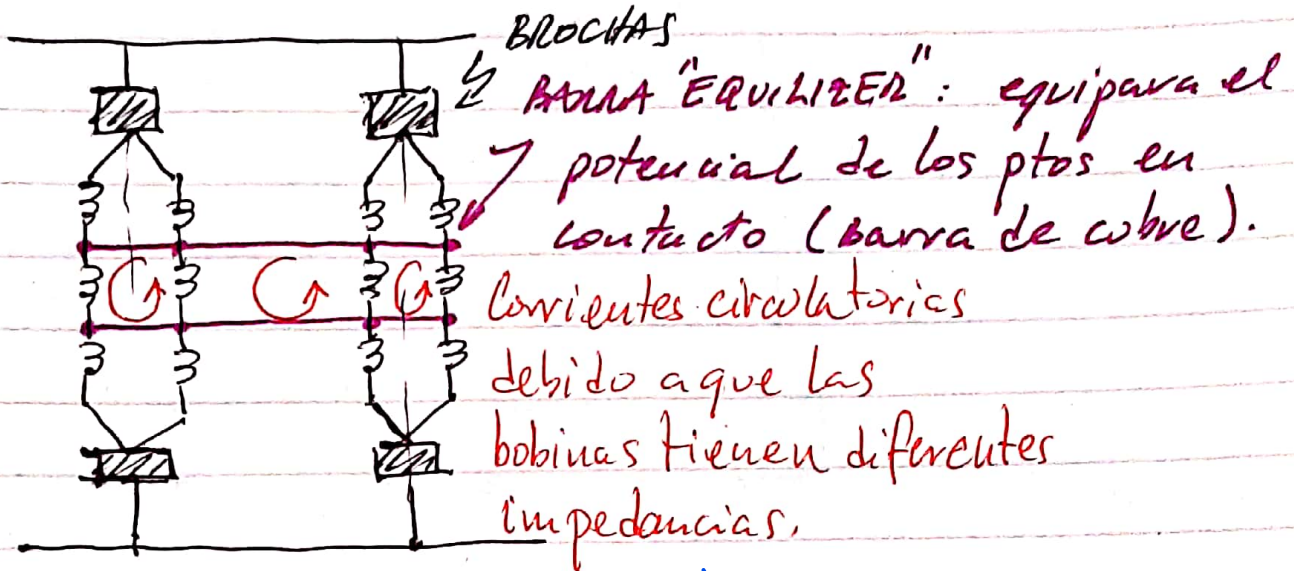
$$T_{ind} = \frac{2}{\pi} \phi i$$

↑ ↑ ↑ Corriente externa
↑ Campo externo
Geometría

Diferentes configuraciones del ckt de conmutación:

- Bobina lubricada
- Bobina Ondulada
- Bobina Pata de Lanch

a) Bobina Imbricada: las bobinas se disponen en paralelo.



* La barra de equilibrio evita que fluyan Corrientes circulatorias a través de las brochas.

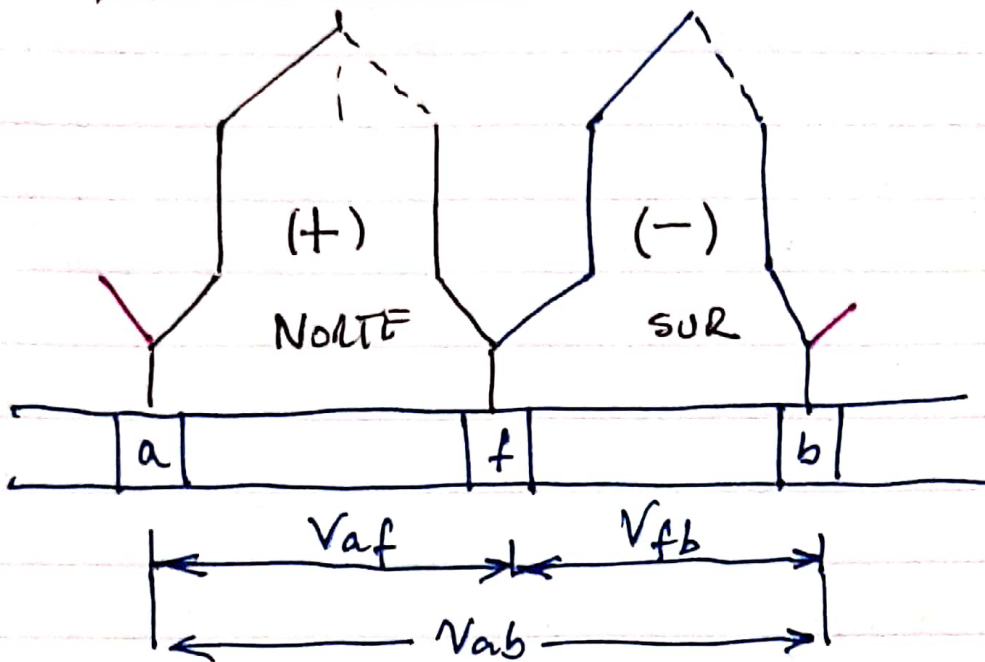
* las corrientes circulatorias quedan atrapadas en el equilizer porque tiene menor resistencia que las bobinas.

* Reduce la producción de chisporroteo

* Reduce el deterioro de las brochas y de los segmentos de cobre del conmutador.

* Este bobinado es usado en motores de porque hay más caminos de Corrientes.

b) Bobinado Ondulado:



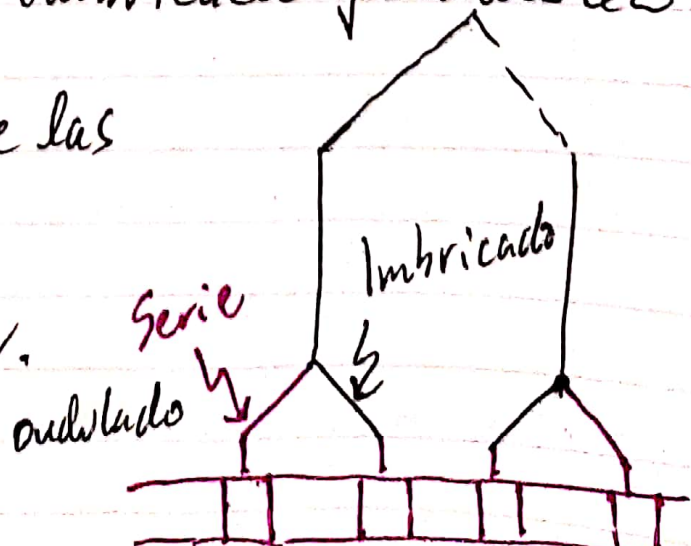
* Se obtiene mayor voltaje, por lo que se usa para generadores DC \Rightarrow más potencia

* No tienen el problema de I_{circ} ya que las bobinas están en serie.

c) Bobinado Pata de Rana: es una combinación de las bobinas imbricadas y onduladas

* Elimina el problema de las Corrientes I_{circ}

* No requiere de Equilizer.

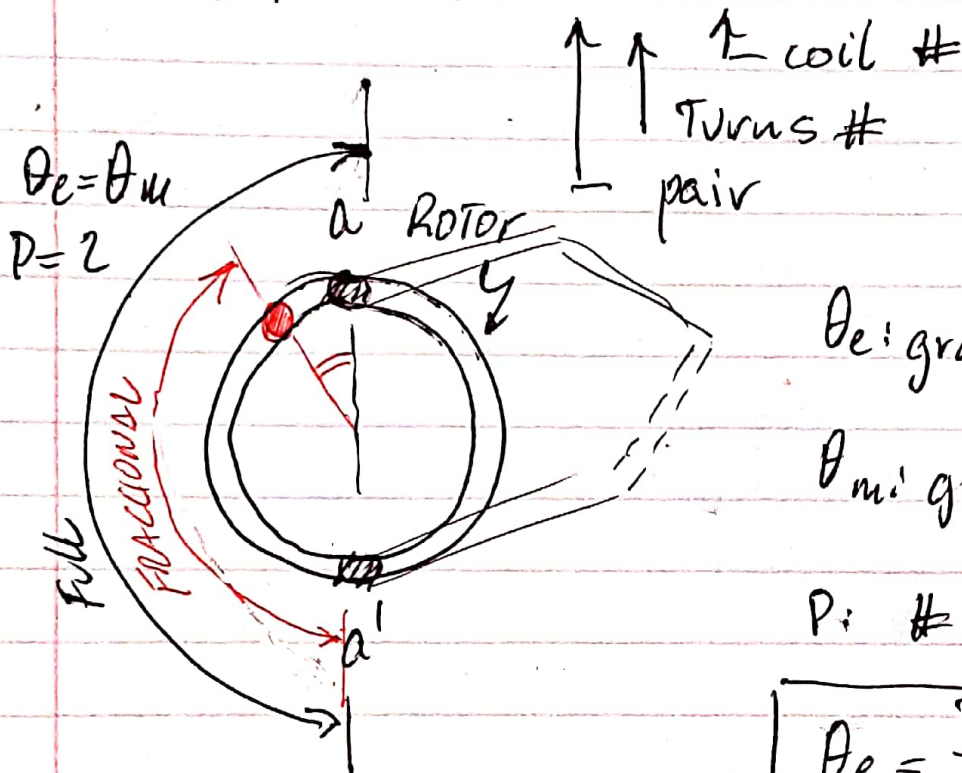


Bobinas del Rotor:

→ FULL-PITCH: Bobina paso diametral (Full)

→ FRACTIONAL-PITCH: Bobina paso de cuerdas, (Fraccional)

Conductores: $Z = 2 N_c C$

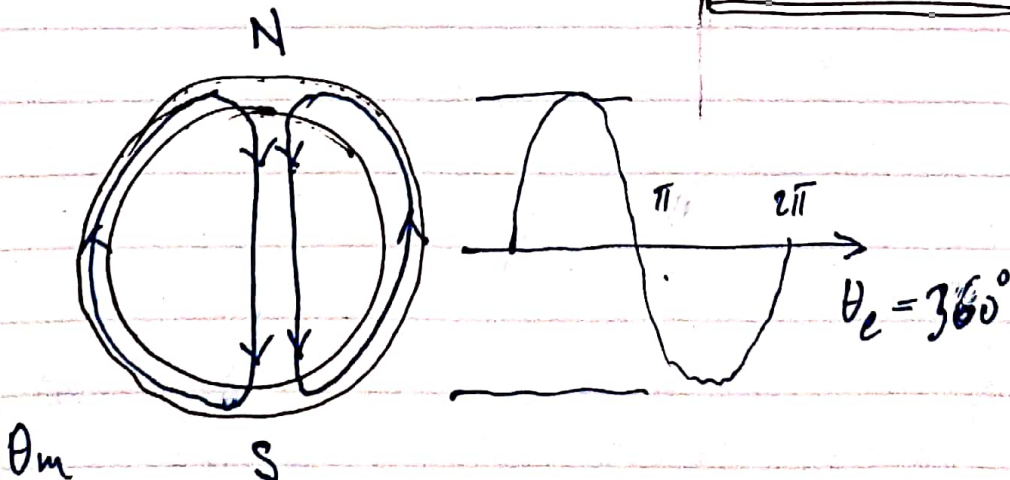


θ_e : grados eléctricos

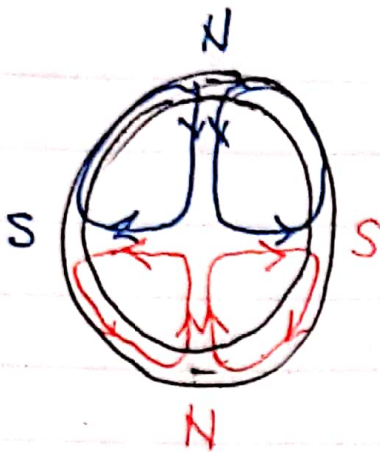
θ_m : grados mecánicos

P: # polos (en pares)

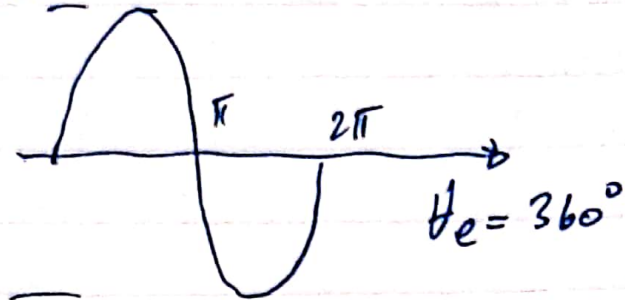
$$\theta_e = \frac{P}{2} \theta_m$$



Si $P = 2$ $\theta_e = \theta_m = 360^\circ$ una rotación de un N.



$P = 4$ polos



$\theta_m = 180^\circ$ una rotación
de un N.

En general $\theta_e = \frac{P}{2} \theta_m$

$$\omega_e = \frac{P}{m} \omega_m$$

$$2\pi f_e = \frac{P}{2} 2\pi f_m$$

$$f_e = \frac{P}{2} f_m \quad ; \quad f_m = \frac{\text{rev}}{\text{min}}$$

$$\boxed{f_e = \frac{P}{120} n_m}$$

$$f_m = \frac{1}{60} n_m$$

n_m : velocidad de rotación del eje de
flecha en revoluciones/min. (rpm).

Factor de paso: es la distancia en grados eléctricos de los extremos de las bobinas sobre el anillo del estator.

$$p = \frac{\text{\# eléctrico de la bobina}}{180^\circ} \times 100\%$$

FULL-PITCH: $p = \frac{180^\circ}{180^\circ} \times 100\% = 100\%.$

FRACTIONAL-PITCH:

$$p = \frac{175^\circ}{180^\circ} \times 100\%$$

$$p = \frac{35}{36} \times 100\% \quad \text{FRACCION PROPIA}$$

* EL USO DE BOBINAS FRACCIONALES AYUDAN A ELIMINAR LOS ARMONICOS DEBIDO A LA DISTRIBUCION ESPACIAL DE LAS BOBINAS.

* SON USADOS EN TODOS LOS TIPOS DE MAQUINAS ELECTRICAS.