

Campo giratorio multipolar

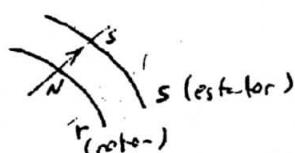
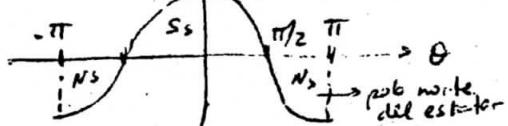
Sup. de ahora en adelante se construyen los bobinados con alguno de estos criterios de b de armónicos. Dibujo todo como 1 espira diametral.

$$E_a = \frac{4}{\pi} \underbrace{K_d \cdot K_r \cdot K_s}_{\text{parámetros de una espira}} \underbrace{m_2 \cdot i_a \cdot \cos \theta}_{m_2^{\text{efectivo}}}$$

$$m_2^{\text{efectivo}} = \text{número efectivo de conductores} \quad m_2^{\text{real}} = k_b \cdot m_2$$

$$E_{as} = \frac{4}{\pi} m_2^{\text{real}} \cdot i_a \cdot \cos \theta \Rightarrow \theta \approx$$

$$E_a = H \cdot e$$



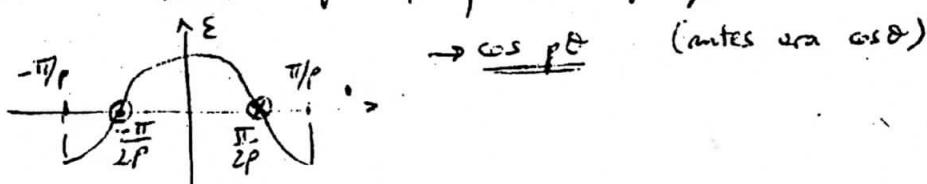
(Si tienen $s = r$ y $N = s$ senta al revés el E_a)

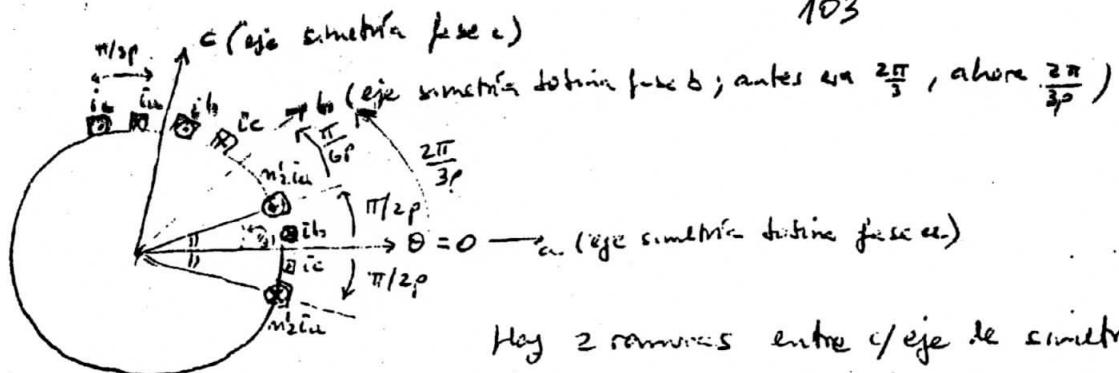
Quiero dividir la periferia de la maq. en pares de polo

Poles: los que tienen = signo de $E_a = H \cdot e^{\text{real}}$

Lo H siempre saliente o siempre entrante ($H > B$, lo mismo)

En 2π tenía 2 polos, quiero $2p$ polos.





Hay 2 ranuras entre el eje de simetría.
Esto luego se repite en onda periódica.

$$\left\{ \begin{array}{l} \mathcal{E}_a(\theta) = \frac{4}{\pi} m_2 i_a \cos p\theta \\ \mathcal{E}_b(\theta) = \frac{4}{\pi} m_2 i_b \cos(p\theta - \frac{2\pi}{3}) \\ \mathcal{E}_c(\theta) = \frac{4}{\pi} m_2 i_c \cos(p\theta - \frac{4\pi}{3}) \end{array} \right.$$

Las corrientes (infusas, directas, equil., simétr.) :

$$\left\{ \begin{array}{l} i_a = \sqrt{2} I \cos(wt - \varphi) \\ i_b = \sqrt{2} I \cos(wt - \varphi - \frac{2\pi}{3}) \\ i_c = \sqrt{2} I \cos(wt - \varphi - \frac{4\pi}{3}) \end{array} \right.$$

$$\Sigma = \mathcal{E}_a + \mathcal{E}_b + \mathcal{E}_c \quad (\text{el total})$$

$$\Rightarrow \Sigma = \frac{4}{\pi} m_2 \sqrt{2} I_s [\cos p\theta \cdot \cos(wt - \varphi) + \cos(p\theta - \frac{2\pi}{3}) \cdot \cos(wt - \varphi - \frac{2\pi}{3}) + \cos(p\theta - \frac{4\pi}{3}) \cos(wt - \varphi - \frac{4\pi}{3})]$$

Es lo mismo q' lo hecho anteriormente (les-Ferrari's)

$$\cos(+)\cos(-) = \frac{1}{2} [\cos(+) + \cos(-)]$$

Quedará:

$$\boxed{\Sigma(\theta, t) = \frac{1}{2} \frac{4}{\pi} m_2 (\sqrt{2} I_s) \cos(wt - p\theta - \varphi)} \quad \boxed{\frac{p\theta_m}{g} = \theta_e} \quad \text{def}$$

\Rightarrow es inversamente la expresión de el campo giratorio
La \vec{n} de sincronismo (a la p' del eje moverse l' observador
por la periferia del e.-h. para ver un campo cte) :

$$\Rightarrow d(wt - p\theta - \varphi) = 0 \Rightarrow \boxed{\frac{d\theta}{dt} = \frac{\omega}{p} = 52 \text{ s}} \quad \begin{matrix} \text{Vel.} \\ \text{Sincronismo.} \end{matrix}$$

Tengo 1 campo magnético multipolar.

Ej: $p=2$, 4 polos:



los tubos de inducción

\Rightarrow en el rotor
me quedan S_N
(los 4 polos)

Si trabajas con $\omega = \omega_0 t = 2\pi f = 100\pi$ (si $f = 50\text{ Hz}$)

Las vel. de sincr. forman 1 colección discreta de valores, segun el n° de polos de la maq:

p	$\omega_s (\text{ppm})$	$\omega_s (f = 60\text{ Hz})$
1	$3000 = 100\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}} \left(\frac{30}{\pi} \right) \text{ppm}$	3000
2	1500	1800
3	1000	1200
4	750	900

\uparrow N° polos $\Rightarrow \downarrow \omega_s$. Nunca puedo $\uparrow \omega_s >$ que su valor con $p=1$
En las maq. sincrómicas sólo hay conversión e.m con $\omega_s = \text{veloc.}$

Para lograr $\omega_s > \Rightarrow \uparrow f \text{ red.}$

Si quiero vel. $> \Rightarrow$ D.C. o bien con 1 convertidor de freq., fabrico $f >$. Además debe ser + chica la maq. (efectos centrífugos)

- Puedo sustituir: $\boxed{\theta_e = p\theta = \frac{p\theta_m}{\text{ángulo mecánico}}} \quad \Rightarrow \frac{2\pi}{3p} = \theta_m$
 $\uparrow \text{ángulo eléctrico} \quad \circ \text{geometrónico}$ $\text{su } \theta_e = \frac{2\pi}{3}$
 (como antes)

(Usando θ_e , todas las maq. son tiristores!!)

- Si considero q fases:

definido q-fásico: 1, 2, ..., q

$$\Sigma = \Sigma_1 + \Sigma_2 + \dots + \Sigma_q$$

$$\begin{cases} \Sigma_1 = \frac{4}{\pi} \cdot m_z \cdot i_1 \cdot \cos \theta_e & \xrightarrow{\text{magnetismo}} \\ \Sigma_2 = \frac{4}{\pi} \cdot m_z \cdot i_2 \cdot \cos \left(\theta_e - \frac{2\pi}{q} \right) & \xrightarrow{\text{2 polos}} \\ \Sigma_3 = \frac{4}{\pi} \cdot m_z \cdot i_3 \cdot \cos \left(\theta_e - 2 \cdot \frac{2\pi}{q} \right) \\ \dots \\ \Sigma_q = \frac{4}{\pi} \cdot m_z \cdot i_q \cdot \cos \left(\theta_e - (q-1) \frac{2\pi}{q} \right) \end{cases}$$

$$\begin{cases} i_1 = \sqrt{2} I \cos(\omega t - \varphi) \\ i_2 = \sqrt{2} I \cos \left(\omega t - \varphi - \frac{2\pi}{q} \right) \\ i_3 = \sqrt{2} I \cos \left(\omega t - \varphi - 2 \cdot \frac{2\pi}{q} \right) \\ \dots \\ i_q = \sqrt{2} I \cos \left(\omega t - \varphi - (q-1) \frac{2\pi}{q} \right) \end{cases}$$

Hago lo mismo p^l antes =

$$\boxed{\mathcal{E}(t_0, t) = \frac{q}{2} \cdot \frac{4}{\pi} m_2' (\sqrt{2} I) \cos(\omega t - \delta_2 - \varphi)} \\ \frac{1}{2} [w_s(t) + c_s(t)]$$

Por ahora supusimos corrientes directas.

Véremos si hay componentes inversas y homopolares.

• Comp. Inversa:

$$\begin{cases} \mathcal{E}_a = \frac{4}{\pi} m_2' i_a \cos \theta \\ \mathcal{E}_b = \frac{4}{\pi} m_2' i_b \cos(\theta - 2\pi/3) \\ \mathcal{E}_c = \frac{4}{\pi} m_2' i_c \cos(\theta - 4\pi/3) \end{cases}$$

$$\begin{cases} |i_a| = \sqrt{2} I_i \cos(\omega t - \varphi) \\ |i_b| = \sqrt{2} I_i \cos(\omega t - \varphi + 2\pi/3) = \sqrt{2} I_i \cos(\omega t - \varphi - 4\pi/3) \\ |i_c| = \sqrt{2} I_i \cos(\omega t - \varphi + 4\pi/3) = \sqrt{2} I_i \cos(\omega t - \varphi - 2\pi/3) \end{cases}$$

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_a + \mathcal{E}_b + \mathcal{E}_c$$

$$\mathcal{E} = \frac{4}{\pi} \cdot m_2' \sqrt{2} I_i \left[\cos \theta \cos(\omega t - \varphi) + \cos(\theta - 2\pi/3) \cos(\omega t - \varphi + 2\pi/3) + \cos(\theta - 4\pi/3) \cos(\omega t - \varphi + 4\pi/3) \right]$$

$$\Rightarrow \mathcal{E} = \frac{1}{2} \frac{4}{\pi} m_2' \sqrt{2} I_i \left[\cos(\omega t - \varphi + \theta) + \cos(\omega t - \varphi - \theta) + \cos(\omega t - \varphi + \theta) + \cos(\omega t - \varphi - \theta + 4\pi/3) + \cos(\omega t - \varphi + \theta) + \cos(\omega t - \varphi - \theta + 8\pi/3) \right]$$

$$\Rightarrow \boxed{\mathcal{E} = \frac{3}{2} \frac{4}{\pi} m_2' \sqrt{2} I_i \cos(\omega t + \theta - \varphi)} \quad \boxed{\omega_s = -\omega}$$

El campo gira ahora hacia el otro lado \rightarrow Inverso.

• Comp. homop.:

$$i_a = i_b = i_c = \sqrt{2} I_h \cos(\omega t - \varphi) \rightarrow \text{toda en } \rightarrow \text{sentido}$$

$$\Rightarrow \boxed{\mathcal{E}_a + \mathcal{E}_b + \mathcal{E}_c = 0} \Rightarrow \text{no nos importan los armónicos } \overset{3}{\exists} \text{ pues son homopolares}$$

\Rightarrow aunque estén presentes en la corriente (~~se cancelan~~) no influyen en la \mathcal{E} .

luego veré p^l los armónicos de espacio, provenientes de la distribución del dotado, $\overset{3}{\exists}$, tampoco influyen.

Ju, 30/V

Campo giratorio "eléctrico".

$$\left\{ \begin{array}{l} E_a(\theta) = \frac{4}{\pi} m' i_a \cos \theta \\ E_b(\theta) = \frac{4}{\pi} m' i_b \cos (\theta - 2\pi/3) \\ E_c(\theta) = \frac{4}{\pi} m' i_c \cos (\theta - 4\pi/3) \end{array} \right.$$

Sup. 1 sistema g' puede tener comp. d, i y h:

$$\left\{ \begin{array}{l} i_a(t) = \sqrt{2} I_d \cos(wt - \varphi_d) + \sqrt{2} I_i \cos(wt - \varphi_i) + \sqrt{2} I_h \cos(wt + \varphi_h) \\ i_d(t) = \sqrt{2} I_d \cos(wt - \varphi_d - 2\pi/3) + \sqrt{2} I_i \cos(wt - \varphi_i + 2\pi/3) + \sqrt{2} I_h \cos(wt + \varphi_h) \\ i_c(t) = \sqrt{2} I_d \cos(wt - \varphi_d - 4\pi/3) + \sqrt{2} I_i \cos(wt - \varphi_i + 4\pi/3) + \sqrt{2} I_h \cos(wt + \varphi_h) \end{array} \right.$$

Campo total: $E = E_a + E_b + E_c$

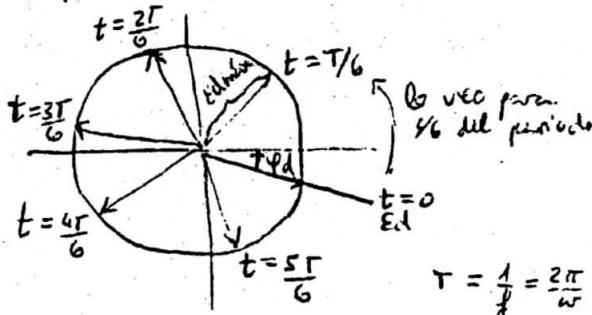
Puedo descomponerlo como: $E = E_d + E_i + E_h$

Tiendo que $E_h = 0$.

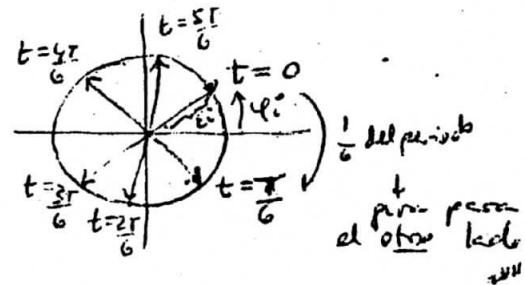
$$\left\{ \begin{array}{l} E_d = \frac{4}{\pi} m' \sqrt{2} I_d \cos(wt - \theta - \varphi_d) \quad (\sqrt{2} I_d = I_{d\max}) \\ E_i = \frac{4}{\pi} m' \sqrt{2} I_i \cos(wt + \theta - \varphi_i) \quad (\sqrt{2} I_i = I_{i\max}) \end{array} \right.$$

$$E(\theta, t) = E_d(\theta, t) + E_i(\theta, t)$$

Sup. $I_d > I_i$, considero $\theta = 0$ (esta posición especial del c. h.)

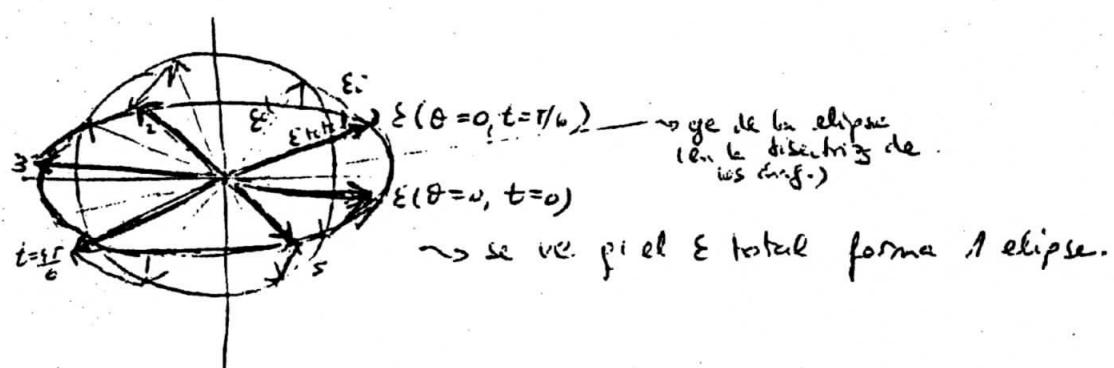


El campo directo E_d .



El campo inverso E_i
(+ chico, pues $I_{i\max} < I_{d\max}$)

Sumo:



Queda: $\frac{x^2}{[A(I_{d\max} - E_{i\max})]^2} + \frac{y^2}{[A(I_{i\max} + E_{i\max})]^2} = 1$ $A = \frac{\pi}{2} \frac{4}{\pi} m'$

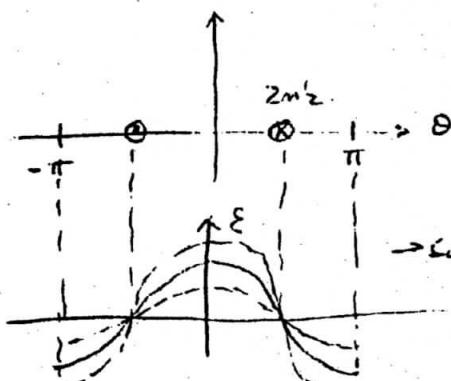
Gralm. no tendrá corrientes desequilibradas.

Antes: si tenía θ fijo, tenia 1 magnitud I' variada sinusoidalmente

\rightarrow para = intensidad, tengo \neq desplaz.

Ahora: tengo amplitud modulada y freq. modulada \rightarrow pulsaciones, graln. perpendiculares

Bedinado monofásico.



$$\mathcal{E}(\theta) = E_{\max} \cdot \cos \theta = \\ = \frac{4}{\pi} m_2 \cdot i_m \cos \theta$$

$$i_m = \frac{\sqrt{2}}{\pi} I \cos(wt - \phi)$$

$$\mathcal{E}(t, \theta) = \frac{4}{\pi} m_2 \sqrt{2} I \cos \theta \cos(wt - \phi)$$

factor $\frac{1}{\pi}$
varía con t

Lab.
Súlt. sem. ju
1º julio
3 hs/sem.
4 veces

la sim.
varía e
este.

\rightarrow solo varía la amplitud
el eje magnético este fijo.

\rightarrow siempre es $\cos \theta \times 1$ factor que varía con t.

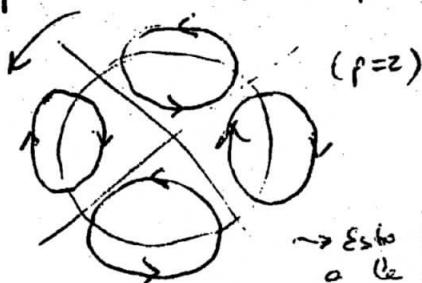
No es 1 campo permanente.

No hay desplazamiento en el espacio (?)

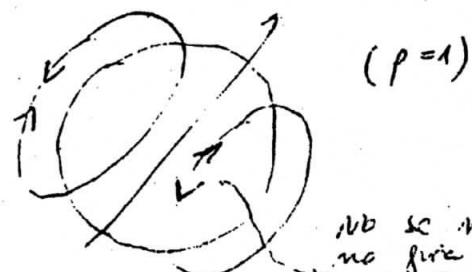
$$\text{Queda: } \mathcal{E}(t, \theta) = \frac{4}{\pi} m_2 \sqrt{2} I \frac{1}{2} [\cos(wt - \phi + \theta) + \cos(wt - \phi - \theta)]$$

E_d

Se puede interpretar como la superposición de 2 campos giroscópicos, uno directo y uno inverso, de igual velocidad, frecuencia y amplitud.



\rightarrow Esto gira
a lo vel de
sincronismo.



\rightarrow No se multiplica
no gira
varía su amplitud
y su signo

Máq. monofásicas de inducción:

El estator generará un Ed y Ei, se alimenta de la red monof. Deberá tener entonces 1 rotor polifásico (si no, no gira), x ej. de fáula. de "enganchón" con Ed

x ej. \rightarrow crea 1 campo polifásico propio del rotor, directo.

Pero: hay un Ei superpuestó del estator, él molesta.

- La velocidad de rotación crece a lo misma que en campo "circular", pero con pulsaciones "superpuestas"