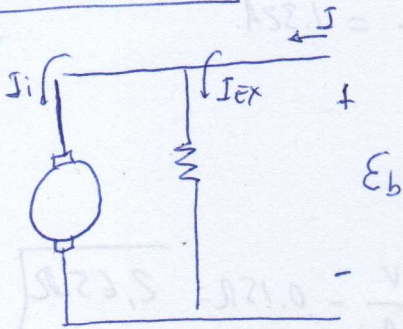


# Motor de corrente continua

## Problema 1.



	Carga	Vazio
$E_b$	230V	216V
$n$	1200 rpm	1200 rpm
$I$	83,5A	6,5A
$I_{EX}$	1,32A	1,24A (*)
$I_i$	82,18A	5,26A (**)

a)

$$R_i = 0,15\Omega \quad R_{EX} = 174\Omega$$

$$\begin{aligned} I_{EX}) \quad \text{Carga: } I_{EX} &= \frac{E_b}{R_{EX}} = \frac{230V}{174\Omega} = 1,32A \\ \text{Vazio: } I_{EX0} &= \frac{E_{b0}}{R_{EX}} = \frac{216V}{174\Omega} = 1,24A \end{aligned} \quad (*)$$

$$\begin{aligned} I_i) \quad \text{Carga: } I - I_{EX} &= I_i = 83,5A - 1,32A = 82,18A \\ \text{Vazio: } I - I_{EX0} &= I_{i0} = 6,5A - 1,24A = 5,26A \end{aligned} \quad (**)$$

	Carga	Vazio
$P_{EX}$	$P_{EX} = I_{EX}^2 \cdot R_{EX} = (1,32A)^2 \cdot 174\Omega = 303W$	$P_{EX0} = R_{EX} \cdot (I_{EX0})^2 = 174\Omega \cdot (1,24A)^2 = 267,5W$
$P_i$	$P_i = I_i^2 \cdot R_i = (82,18A)^2 \cdot 0,15\Omega = 1013W$	$P_{i0} = R_{i0} \cdot I_{i0}^2 = 0,15\Omega \cdot (5,26A)^2 = 4,15W$
$P_u$	$P_u = P_{abs} - P_{EX} - P_i - P_{MEC} \quad (\#)$	$0 = P_{abs0} - P_{EX0} - P_{i0} - P_{MEC} \quad (***)$
$P_{abs}$	$E_b \cdot I = 230V \cdot 83,5A = 19205W$	$E_{b0} \cdot I_0 = 216V \cdot 6,5A = 1404W$

$$(***) P_{MEC} = P_{abs0} - P_{EX0} - P_{i0} = 1404W - 267,5W - 4,15W = 1132,4W$$

$$(\#) P_u = P_{abs} - P_{EX} - P_i - P_{MEC} = 19205W - 303W - 1013W - 1132,4W = 16757W$$

$$\eta = \frac{P_u}{P_{abs}} = \frac{16757W}{19205W} = 0,873 \quad \eta = 87\%$$



c/ En el vacío,  $E=0$ .

En el derivado de excitación, al conectarlo a  $E_b = 230V$  la corriente de excitación es  $J_E = \frac{E_b}{R_{EX}} = \frac{230V}{174\Omega} = 1.32A$ .

$$\mu J = 83.54 \Rightarrow \boxed{J_i = J - J_E = 82.18A}$$

$$J_i = \frac{E_b}{R_i + R_{arr}} \Rightarrow \boxed{R_{arr} = \frac{E_b}{J_i} - R_i = \frac{230V}{82.18A} - 0.15\Omega = 2.65\Omega}$$

d/ Par útil  $P_u = M_u \cdot \omega$   $\omega = 2\pi f = 2\pi \frac{n}{60}$  rev. p. minuto

$$M_u = P_u / \omega = \frac{P_u}{2\pi n / 60} = \frac{30 P_u}{\pi n} = \frac{30 \cdot 16757W}{\pi \cdot 1200rpm} = 133.3 Nm$$

Par de arranque. (electromagnético)

Al arrancar la velocidad es la misma  $n = 1200rpm$

$$P_{abs} = P_u + P_{MEC} + P_{IND} + P_{EXCIT.}$$

Par electromagnético de arranque NOTENGO EN CUENTA las pérdidas en los derivados inducido y excitación, luego.

$$\rightarrow M_i = \frac{P_u + P_{MEC}}{\omega} = \frac{30 \cdot (P_u + P_{MEC})}{\pi \cdot 1200rpm} = \frac{30 \cdot (16757W + 1132.4W)}{\pi \cdot 1200rpm} = 142.36$$

e/ La corriente de excitación es la misma  $J_{EX} = 1.32A$

luego la de inducido  $J_i = J - J_{EX} = 40A - 1.32A = 38.68A$ .

La fuerza electromotriz  $E = G \cdot n \cdot \phi$  y  $E = E_b - R_i \cdot J_i$

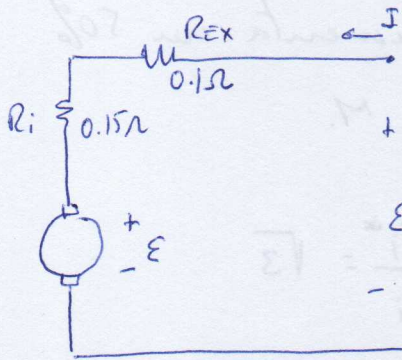
$$\mu J_i = 82.18A, n = 1200rpm, \boxed{E = E_b - R_i \cdot J_i = 230V - 0.15\Omega \cdot 82.18A = 217.7V}$$

$$\mu J_i^* = 38.68A, n^*? \boxed{E^* = E_b - R_i \cdot J_i^* = 230V - 0.15\Omega \cdot 38.68A = 224.2V}$$

$$\frac{E^*}{E} = \frac{n^*}{n} \quad \boxed{n^* = n \cdot \frac{E^*}{E} = 1200rpm \cdot \frac{224.2V}{217.7V} = 1236rpm}$$



## Problema 2 Muy difícil.



$$I = 40A \quad I_i = I_{ex} \quad E = 220V \quad n = 700 \text{ rpm}$$

Se cumple que

$$E = C_1 \cdot n \cdot \phi_m$$

$$M = C_2 \cdot \phi_m \cdot I_i \quad \text{Intensidad de inducción}$$

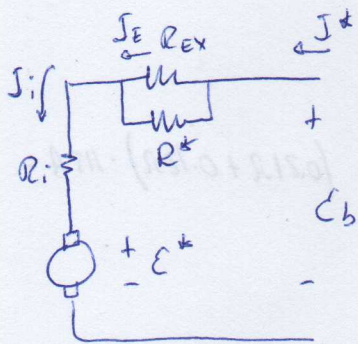
y además  $\phi_m = k \cdot I_{ex}$  por la int. de excitación.  $\rightarrow$  igual

Como en serie  $I_i = I_{ex}$ . puedo escribir  $E = C_1 \cdot n \cdot k \cdot I_{ex} = k_1 \cdot I_i \cdot n$

(E proporcional a  $I_i$ ) y  $M = C_2 \cdot k \cdot I_{ex} \cdot I_i = k_2 \cdot I_{ex} \cdot I_i = k_2 I_i^2$

En este caso 
$$\left[ E = E_b - (R_i + R_{ex}) \cdot I = 220V - (0.15\Omega + 0.15\Omega) \cdot 40A = 210V \right]$$

y si  $E = k_1 \cdot I_i \cdot n \Rightarrow k_1 = \frac{E}{I_i \cdot n} = \frac{210V}{700 \text{ rpm} \cdot 40A} = 7.5 \cdot 10^{-3} \frac{V}{A \cdot \text{rpm}}$



\*) En este caso pongo una resistencia  $R^*$  en paralelo con la excitación  $R^* = 0.1\Omega$

\*) Por lo tanto la intensidad que pasa por la bobina de excitación es la mitad, de la que pasa por el inducido.

$$I_i^* = 2 \cdot I_{ex}^* \quad \left[ I_{exc}^* = I_i^* / 2 \right] \quad \text{¡Importante!}$$

\*) Luego  $E^* = C_1 \cdot n \cdot \phi_m = C_1 \cdot n \cdot k \cdot I_{ex}^* = k_1 \cdot n \cdot I_i^* / 2$

$$M^* = k_2 \cdot I_{ex}^* \cdot I_i^* = k_2 \left( I_i^* / 2 \right)^2$$



Como me dice el problema que en el caso de poner una resistencia  $R^*$  en paralelo con la excitación aumenta un 50% el par resistente, entonces sé que  $M^* = 1.5 M$ .

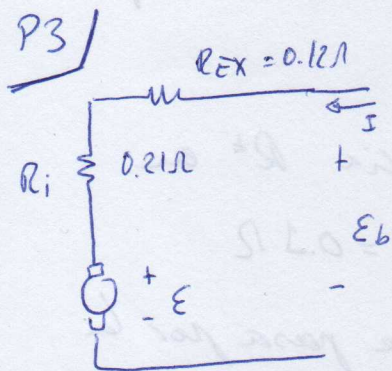
$$\frac{M^*}{M} = 1.5 = \frac{k_2/2 (J_i^*)^2}{k_2 J_i^2} = \frac{1}{2} \left( \frac{J_i^*}{J_i} \right)^2 \Rightarrow \frac{J_i^*}{J_i} = \sqrt{3}$$

$$J_i^* = J_i \cdot \sqrt{3} = 40 A \cdot \sqrt{3} = \underline{\underline{69,28 A}}$$

Por otra parte, se cumple que.

$$\overline{E^*} = E_b - \left( R_i + \frac{R_{ex}}{2} \right) J_i^* = 230V - (0.15\Omega + 0.05\Omega) \cdot 69,28A = \underline{\underline{206,14V}}$$

$$E^* = k_1 \cdot n \frac{J_i^*}{2} \Rightarrow \overline{n} = \frac{2 \cdot \overline{E^*}}{k_1 \cdot J_i^*} = \frac{2 \cdot 206,14V}{7,5 \cdot 10^{-3} \frac{V}{A \cdot rpm} \cdot 69,28A} = \underline{\underline{793,5 rpm}}$$



$$E_b = 230V \quad J = 115A \quad n = 1500 rpm$$

$$R_i = 0.21\Omega \quad \text{y} \quad R_{EX} = 0.12\Omega$$

$$\begin{aligned} \downarrow) \quad E &= E_b - (R_i + R_{EX}) \cdot I = 230V - (0.21\Omega + 0.12\Omega) \cdot 115A \\ &= \underline{\underline{192.05V}} \end{aligned}$$

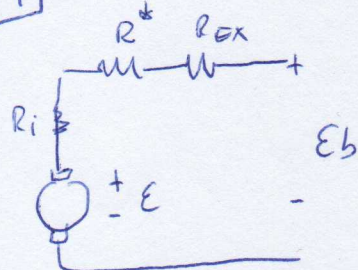
$$*) \quad P_{abs} = P_u + P_{IND} + P_{EX} + P_{MEC} + P_{FE}$$

$$\begin{aligned} P_u &= P_{abs} - P_{IND} - P_{EX} = E_b \cdot I - (R_i + R_{EX}) I^2 = \\ &= 230V \cdot 115A - (0.21\Omega + 0.12\Omega) \cdot (115A)^2 = \underline{\underline{22,1 kW}} \end{aligned}$$

$$*) \quad \overline{M} = \frac{30 \cdot P_u}{\pi \cdot n} = \frac{30 \cdot 22,1 \cdot 10^3 W}{\pi \cdot 1500 rpm} = \underline{\underline{140,69 Nm}}$$



P4)



Ahora  $n^* = 750 \text{ rpm}$

$$\underline{M^* = M}$$

Como  $M = C_2 J_i \cdot \phi_m$

$$\text{y } \phi_m = k \cdot J_{ex}.$$

$$\boxed{M = k_2 \cdot J_i \cdot J_{ex}}$$

y en serie  $J_i = J_{ex}$ .

$$\boxed{M = k_2 \cdot J_i^2}$$

y esto es importante. Como EL MOMENTO ES IGUAL ANTES Y DESPUÉS, ENTONCES TB LA  $J_i$

$$M^* = \frac{30 \cdot P_u^*}{\pi n^*} = M \Rightarrow \left[ P_u^* = \frac{M \cdot \pi \cdot n^*}{30} = \frac{140,6 \text{ Nm} \cdot \pi \cdot 750 \text{ rpm}}{30} = 11 \text{ kW} \right]$$

$$\text{y si } P_u^* = \underbrace{P_{abs} - P_{IND} - P_{ex}}_{P_u} - P_{e^*} = \frac{P_u - R^* \cdot J_i^2}{\text{se puede poner porque } J_i \text{ se conserva igual.}}$$

$$\boxed{R^* = \frac{P_u - P_u^*}{J_i^2} = \frac{22,1 \text{ kW} - 11 \text{ kW}}{(13,2 \text{ A})^2} = \frac{11,1 \cdot 10^3 \text{ W}}{13,2 \cdot 10^3 \text{ A}^2} = 0,84 \Omega}$$

~~P5)~~