

EL42C – Conversión Electromecánica de la Energía

Pauta Control 3

Pregunta 1

Corregida por: Gabriel Soubllette C.

Datos placa motores:

$$\begin{aligned} P &= 60[HP] & V &= 600[V] & I &= 80[A] \\ \omega &= 1.335[rpm] & R_a &= 0,1[\Omega] & G &= 0,05[H] \\ & & R_c &= 0,4[\Omega] & & \end{aligned}$$

Además, se conoce el torque resistivo y la relación entre la velocidad u y la velocidad angular ω :

$$\begin{aligned} T_R &= 12 + 2,2 \cdot \omega \\ \frac{u}{\omega} &= \frac{50 \left[\frac{km}{h} \right]}{1.000[rpm]} = \frac{1}{20} \end{aligned}$$

a)

Se sabe que a la partida ($\omega = 0$), los dos motores están en serie y se agrega una resistencia serie adicional para limitar la corriente a 2,5 veces la nominal, entonces:

$$\begin{aligned} V &= (R + 2R_a + 2R_c)I_p + E = (R + 2R_a + 2R_c)I_p + 2G\omega I_p = (R + 2R_a + 2R_c)I_p \\ \Rightarrow R &= \frac{V}{I_p} - 2(R_a + R_c) \end{aligned}$$

Como $I_p = 2,5 \cdot I_{nom}$:

$$R = \frac{600}{2,5 \cdot 80} - 2(0,1 + 0,4) = 2[\Omega]$$

Para encontrar ω , igualamos el torque motriz con el torque resistivo:

$$\begin{aligned} T_M &= 2 \cdot G \cdot I^2 = \frac{2 \cdot G \cdot V^2}{\{R + 2(R_a + R_c + G\omega)\}^2} \\ \Rightarrow 12 + 2,2\omega &= \frac{2 \cdot G \cdot V^2}{\{R + 2(R_a + R_c + G\omega)\}^2} = \frac{2 \cdot 0,05 \cdot 600^2}{\{2 + 2 \cdot (0,1 + 0,4 + 0,05 \cdot \omega)\}^2} \\ \therefore \begin{cases} \omega = 96,6162[rad/s] = 922,6167[rpm] \\ u = \frac{922,6167[rpm]}{20 \left[\frac{rpm}{km/h} \right]} = 46,1308 \left[\frac{km}{h} \right] \end{cases} \end{aligned}$$

b)

Con los dos motores en paralelo:

$$V = RI + I_a(R_a + R_c) + G\omega I_c$$

Como ambos motores son serie y son de iguales características¹:

$$I_a = I_c = \frac{I}{2}$$

$$\Rightarrow I = \frac{V}{R + \frac{1}{2}(R_a + R_c + G\omega)} = \frac{600}{2 + \frac{1}{2}(0,1 + 0,4 + 0,05 \cdot 96,6162)}$$

$$\therefore \begin{cases} I = 128,6062[A] \\ I_a = I_c = \frac{I}{2} = 64,3031[A] \end{cases}$$

Ahora, de la misma manera calculada anteriormente, calculamos la velocidad en régimen permanente ($T_M = 2 \cdot G \cdot I^2$):

$$\Rightarrow 12 + 2,2\omega = \frac{2 \cdot G \cdot V^2}{\{2 \cdot R + (R_a + R_c + G\omega)\}^2} = \frac{2 \cdot 0,05 \cdot 600^2}{\{2 \cdot 2 + (0,1 + 0,4 + 0,05 \cdot \omega)\}^2}$$

$$\therefore \begin{cases} \omega = 129,9023[rad/s] = 1.240,4756[rpm] \\ u = \frac{1.240,4756[rpm]}{20 \left[\frac{rpm}{km/h} \right]} = 62,0238[km/h] \end{cases}$$

c)

Dado que del enrollado de campo se utiliza un 70% y se cortocircuita R, se tiene que:

$$\begin{aligned} R &= 0[\Omega] & R_c &= 0,4 \cdot 0,7 = 0,28[\Omega] \\ R_a &= 0,1[\Omega] & G &= 0,05 \cdot 0,7 = 0,035[\Omega] \end{aligned}$$

Igualando el torque motriz con el torque resistente, usando estos nuevos valores:

$$\Rightarrow 12 + 2,2\omega = \frac{2 \cdot G \cdot V^2}{(R_a + R_c + G\omega)^2} = \frac{2 \cdot 0,035 \cdot 600^2}{(0,1 + 0,28 + 0,035 \cdot \omega)^2}$$

$$\therefore \begin{cases} \omega = 201,6347[rad/s] = 1.925,4796[rpm] \\ u = \frac{1.925,4796[rpm]}{20 \left[\frac{rpm}{km/h} \right]} = 96,2735[km/h] \end{cases}$$

¹ El cambio serie-paralelo se realiza después que el motor llega al régimen permanente, como la corriente la calculamos el instante después del cambio, debemos considerar $\omega = 96,6162[rad/s]$.