

EL42C – Conversión Electromecánica de la Energía

Pauta Ejercicio 4

Pregunta 2

Corregida por: Gabriel Soublette C.

a)

Se tienen los siguientes datos del enunciado:

$$\begin{aligned} T_R &= 10 + 0,2\omega [Nm] \\ R_a &= 3,9[\Omega] \quad R_c = 452,6[\Omega] \\ G &= 1,66 \quad V = 220[V] \end{aligned}$$

Calculamos las corrientes para determinar el torque motriz:

$$\begin{aligned} I_c: V &= R_c I_c \quad \Rightarrow \quad I_c = \frac{220}{452,6} = 0,4861[A] \\ I_a: V &= R_a I_a + G\omega I_c \quad \Rightarrow \quad I_a = \frac{V - G\omega I_c}{R_a} = \frac{220 - 1,66 \cdot \omega \cdot 0,4861}{3,9} = 56,4103 - 0,2061\omega[A] \\ \Rightarrow T_M &= G I_a I_c = 1,66 \cdot 0,4861 \cdot (56,4103 - 0,2061\omega) = 45,5189 - 0,167\omega[Nm] \end{aligned}$$

Para régimen permanente, se sabe que $T(\omega) = T_M - T_R$:

$$\begin{aligned} \Rightarrow T(\omega) &= 45,5189 - 0,167\omega - 10 - 0,2\omega[Nm] = 35,5189 - 0,367\omega^* = 0 \\ \therefore \omega^* &= 96,7817 \left[\frac{rad}{seg} \right] = 924,1972[rpm] \end{aligned}$$

Se sabe que:

$$\begin{aligned} M\dot{\omega} &= T(\omega) = T_M(\omega) - T_R(\omega) \\ \Rightarrow \int_0^{\bar{t}} \frac{dt}{M} &= \int_0^{\bar{\omega}} \frac{d\omega}{T(\omega)} \\ \therefore \bar{t} &= \frac{2}{0,367} [\ln(35,5189) - \ln(35,5189 - 0,367\bar{\omega})] \end{aligned}$$

Considerando $\omega = 0,999\omega^* = 96,6849$ y $\omega = \omega^* = 96,7817$:

$$\begin{aligned} \omega &= 96,6849 \quad \bar{t} \rightarrow 37,6444[s] \\ \omega &= 96,7817 \quad \bar{t} \rightarrow \infty \end{aligned}$$

b)

$$\omega_0 = 400[\text{rpm}] = 41,8879[\text{rad/s}] \Rightarrow T_R(\omega_0) = 18,3776[\text{Nm}]$$

Determinamos las corrientes en función de R para determinar el nuevo torque motriz:

$$\begin{aligned} I_c: V &= R_c I_c \Rightarrow I_c = \frac{220}{452,6} = 0,4861[\text{A}] \\ I_a: V &= (R_a + R)I_a + G\omega I_c \Rightarrow I_a = \frac{V - G\omega I_c}{R_a + R} = \frac{220 - 1,66 \cdot 41,8879 \cdot 0,4861}{3,9 + R} = \frac{186,1996}{3,9 + R}[\text{A}] \\ \Rightarrow T_M &= G I_a I_c = 1,66 \cdot 0,4861 \cdot \frac{186,1996}{3,9 + R} = \frac{150,2493}{3,9 + R}[\text{Nm}] \\ T_M &= T_R \quad \therefore R = 4,2757[\Omega] \end{aligned}$$

Ahora calculamos la eficiencia, para eso antes necesitamos la corriente de entrada:

$$\begin{aligned} I_{in} &= I_a + I_c = \frac{186,1996}{3,9 + 4,2757} + 0,4861 = 22,7748 + 0,4861 = 23,2609[\text{A}] \\ \Rightarrow \begin{cases} P_{in} = V I_{in} = 220 \cdot 23,2609 = 5117,298[\text{W}] \\ P_{out} = T_R \omega_0 = 18,3776 \cdot 41,8879 = 769,7991[\text{W}] \end{cases} \\ \therefore \eta &= \frac{P_{out}}{P_{in}} = \frac{769,7991}{5117,298} = 15,0428\% \end{aligned}$$

c)

Considerando que podemos reducir el valor de V, se tiene que $(\omega = 400[\text{rpm}] = 41,8879[\frac{\text{rad}}{\text{s}}])$:

$$\begin{aligned} 18,3776 &= 1,66 \cdot \frac{V}{452,6} \cdot \frac{V - 1,66 \cdot 41,8879 \cdot \frac{V}{452,6}}{3,9} = 0,000796 \cdot V^2 \\ \therefore V &= \sqrt{23087,44} = 151,9455[\text{V}] \end{aligned}$$

Al igual que antes, necesitamos la eficiencia, para eso determinamos primero la corriente de entrada:

$$\begin{aligned} I_{in} &= \frac{151,9455 - 1,66 \cdot 41,8879 \cdot \frac{151,9455}{452,6}}{3,9} + \frac{151,9455}{452,6}[\text{A}] = 32,9748 + 0,3357 = 33,3104[\text{A}] \\ \Rightarrow \begin{cases} P_{in} = V I_{in} = 151,9455 \cdot 33,3104 = 5061,68[\text{W}] \\ P_{out} = T_R \omega_0 = 18,3776 \cdot 41,8879 = 769,7991[\text{W}] \end{cases} \\ \therefore \eta &= \frac{P_{out}}{P_{in}} = \frac{769,7991}{5061,68} = 15,2\% \end{aligned}$$

Se reducen las pérdidas en el campo, pero aumentan las pérdidas en la armadura, pues E disminuye por lo que la corriente de armadura aumenta, aumentando las pérdidas. Por esta razón es ligeramente mejor.