

ELECTRÓNICA DE POTENCIA (66.27) – Primer parcial / 1ª op. / año 2008

Alumno :
Fecha :
correo electrónico:

Padrón :
Cant. de hojas :

Problema único

Con los datos suministrados para el rectificador de la figura que acciona dos motores idénticos, se debe calcular:

a) Sin capacitores de compensación:

- 1) La corriente en el amperímetro A [1,5]
- 2) Las pérdidas totales de potencia en los dispositivos semiconductores [1,5]
- 3) El factor de potencia a la entrada [2]
- 4) La potencia de deformación [1,5]
- 5) El valor de capacidad de los capacitores a conectar en triángulo para compensar la potencia reactiva. [1,5]

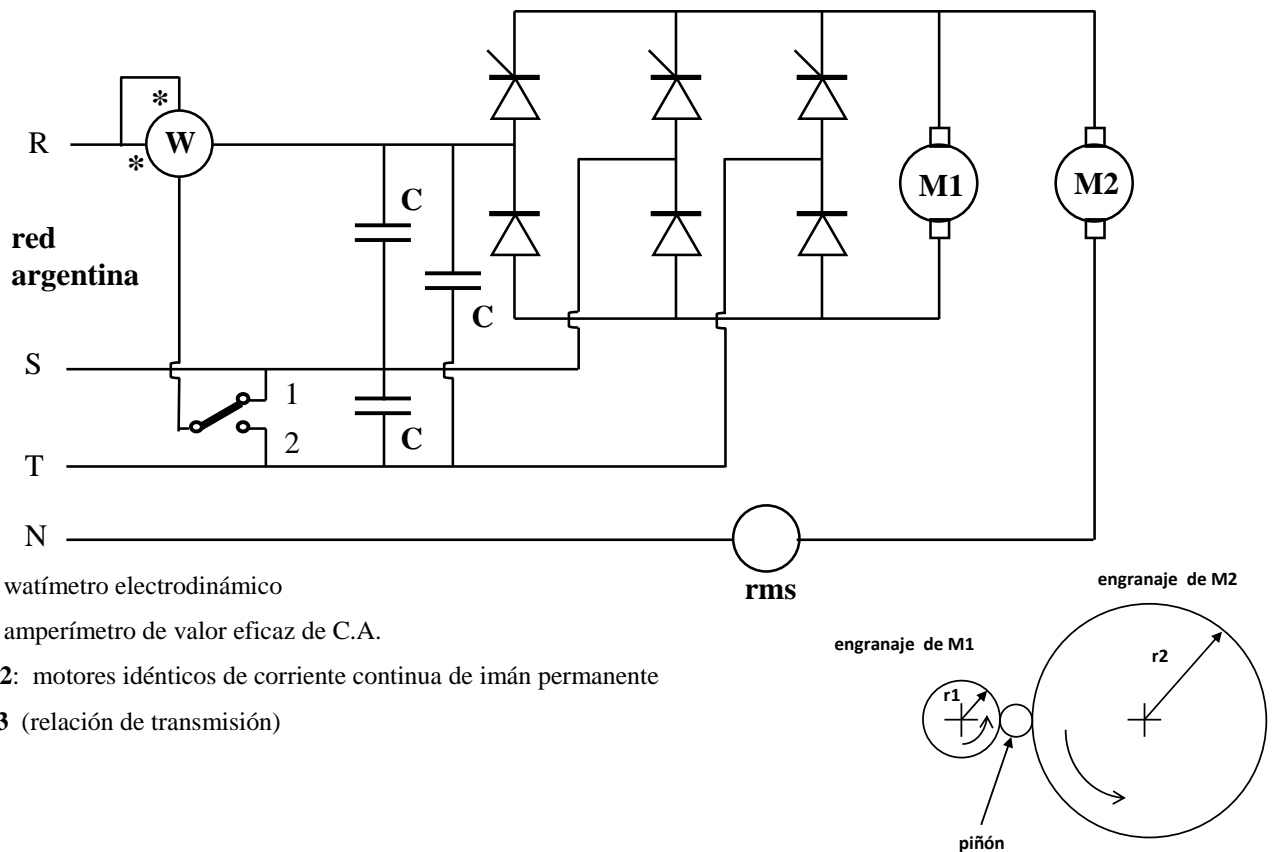
b) Con capacitores de compensación:

- 6) Hallar cuánto valdrían las indicaciones W1 y W2. [2]

DATOS :

- a) Con la llave en la posición 1 el watímetro indica $W1 = 12,87 \text{ kW}$, mientras que en la posición 2 indica $W2 = 30,1 \text{ kW}$.
- b) La caída pasante en los tiristores es $V_{Th\ on} = 1,5 \text{ V}$ y en los diodos es $V_{D\ on} = 1 \text{ V}$.

NOTAS : Despreciar la resistencia de armadura del motor. Suponer muy grande la inductancia de armadura (o sea, tendiente a infinito). Asumir que la red es perfectamente simétrica. Ambas máquinas de CC trabajan como motores.



W : watímetro electrodinámico

A : amperímetro de valor eficaz de C.A.

M1 y M2: motores idénticos de corriente continua de imán permanente

$r2/r1 = 3$ (relación de transmisión)

SOLUCIÓN

a)

En virtud de la relación de radios de los engranajes que transmiten la potencia al piñón del eje motriz, la relación de velocidades entre los motores es:

veloc. motor 1 = 3 x veloc. motor 2

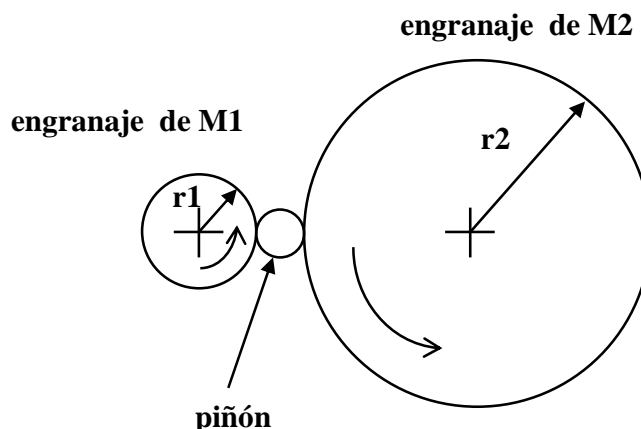
con lo cual, siendo los motores idénticos y despreciable la resistencia de armadura, la tensión del motor 1 será el triple de la del motor 2.

En consecuencia:

$$\frac{3\sqrt{3}}{2\pi} V_m (1 + \cos\alpha) = 3 \frac{3\sqrt{3}}{2\pi} V_m \cos\alpha$$

de donde se despeja: $\cos\alpha = 1/2 \Rightarrow \alpha = \pi/3$

En consecuencia: $V_{M1} = 385,95 \text{ V}$ y $V_{M2} = 128,65 \text{ V}$.



ECUACIONES DEL WATÍMETRO:

La suma de W1 y W2 es:

$$W1 + W2 = \frac{1}{T} \int_0^T u_{RS} i_R dt + \frac{1}{T} \int_0^T u_{RT} i_R dt = \frac{1}{T} \int_0^T [2 v_R i_R - (v_S + v_T) i_R] dt$$

Siendo la fuente simétrica, $v_R + v_S + v_T = 0$, de donde resulta:

$$W1 + W2 = 3 \frac{1}{T} \int_0^T v_R i_R dt = 3 P_R$$

Como la carga es balanceada: $P_R = P_S = P_T = P/3$ (1)

(siendo P la potencia total).

La diferencia entre medidas da:

$$\begin{aligned} W2 - W1 &= \frac{1}{T} \int_0^T (v_R - v_T) i_R dt - \frac{1}{T} \int_0^T (v_R - v_S) i_R dt \\ &= \frac{1}{T} \int_0^T [v_R i_R - v_T i_R - v_R i_R + v_S i_R] dt = \frac{1}{T} \int_0^T u_{ST} i_R dt \end{aligned}$$

ecuación idéntica a la correspondiente al método de Boucherot para la fase R. Por lo tanto:

$$W2 - W1 = \sqrt{3} Q_R = Q/\sqrt{3}, \text{ de donde se concluye: } Q = \sqrt{3} (W2 - W1) \quad (2)$$

Con estas ecuaciones se obtiene:

$$P = 42,97 \text{ kW} \quad \text{y} \quad Q = 29,843 \text{ kVAR}$$

La potencia total es: $P = P_{M1} + P_{M2} = V_{M1} I_{M1} + V_{M2} I_{M2}$ (3)

Las potencias reactivas son:

$$Q_{M1} = P_{M1} \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \quad \text{y} \quad Q_{M2} = P_{M2} \operatorname{tg} \alpha .$$

Por lo tanto:

$$Q = Q_{M1} + Q_{M2} = P_{M1} \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} + P_{M2} \operatorname{tg} \alpha = V_{M1} I_{M1} \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} + V_{M2} I_{M2} \operatorname{tg} \alpha \quad (4).$$

De las ecuaciones 3 y 4 se despeja:

$$I_{M1} = 100 \text{ A} ; I_{M2} = 33,9 \text{ A} ; P_{M1} = 38,6 \text{ kW} ; P_{M2} = 4,36 \text{ kW}$$

1) La corriente en el amperímetro es la del motor 2, o sea: 33,9 A.

2) Por los tiristores la corriente media es: $I_{Th_{med}} = \frac{1}{3} (I_{M1} + I_{M2}) = 44,63 \text{ A} .$

$$\text{Por lo tanto, } p_{Th_{TOT}} = 3 p_{Th} = 3 V_{Th_{ON}} I_{Th_{med}} = 200 \text{ W} .$$

$$\text{Por los diodos: } I_{D_{med}} = \frac{1}{3} I_{M1} = 33,33 \text{ A} \text{ y así resulta: } p_{D_{TOT}} = 3 p_D = 3 V_{D_{ON}} I_{D_{med}} = 100 \text{ W} .$$

En consecuencia la potencia total perdida es de 300 W.

3) Al no existir conducción de rueda libre, la corriente eficaz de entrada debe satisfacer:

$$I_{e_{ef}}^2 = \frac{1}{3} (I_{M1} + I_{M2})^2 + \frac{1}{3} I_{M1}^2 , \text{ por lo tanto: } I_{e_{ef}} = \frac{1}{\sqrt{3}} \sqrt{(I_{M1} + I_{M2})^2 + I_{M1}^2} = 96,487 \text{ A} .$$

$$\text{La potencia aparente resulta: } S = 3 V_{e_{ef}} I_{e_{ef}} = 63,681 \text{ kW}$$

$$\text{Por lo tanto: } \text{FP} = P/S = 0,675 .$$

$$4) \text{ De la ecuación, } S^2 = P^2 + Q^2 + D^2 \text{ se despeja: } D = \sqrt{S^2 - P^2 - Q^2} = 36,31 \text{ kVAD} .$$

5) La potencia reactiva de los capacitores debe igualar a la total:

$$Q = 3 U^2 / X_C \text{ de donde se despeja, } C = Q / 6 \pi f U^2 = 218 \mu\text{F} \text{ (y se adopta un valor comercial de } 220 \mu\text{F}).$$

b)

6) Colocados los capacitores resulta $Q = 0$, por lo que el watímetro deberá indicar lo mismo para ambas posiciones de la llave. Siendo así, $W1 = W2$ resulta: $P = 2 W1$ y en consecuencia:

$$W1 = W2 = P/2 = 21,485 \text{ kW} .$$