



EJERCICIO Nº 2

TEMA V: Motores asíncronos

OBJETIVOS: Análisis del comportamiento del motor asíncrono durante el arranque. Estudio de la variación de las prestaciones del motor con la tensión de alimentación

ENUNCIADO: Un motor trifásico de inducción de fabricación Americana de 25 CV, 460 V, 6 polos y 60 Hz, cuyos valores nominales de deslizamiento, factor de potencia y rendimiento son: $S=4\%$, $\cos\phi=0,86$ y $\eta=0,89$, arrastra una carga de par constante igual al 80% del par nominal del motor. Se sabe que en un arranque directo a tensión nominal el motor desarrolla un par 1,75 veces mayor que el nominal consumiendo una corriente 6 veces mayor que la nominal.

CALCULAR:

1. La mínima tensión de alimentación con la que el motor sería capaz de arrancar arrastrando a la carga.
2. La corriente absorbida en tales condiciones.
3. La velocidad de giro cuando la tensión de alimentación sea la nominal
4. La potencia desarrollada en el caso anterior.

DATOS:

Suponer recta la característica mecánica del motor en la zona estable.

SOLUCIÓN:

1º) Se comenzará por determinar la corriente nominal del motor.

La potencia entregada en el eje por el motor será de 25 CV que convertidos en W son 18.400W (736 W/ 1CV). La potencia eléctrica consumida por el motor se podrá obtener como:

$$P_{\text{eléctrica}} = \frac{P_{\text{útil}}}{\eta} = \frac{18400}{0,89} = 20.674 \text{ W.} \quad \text{Entonces la corriente nominal será:}$$

$$I_n = \frac{P_{\text{eléctrica}}}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos\phi} = \frac{20.674}{\sqrt{3} \cdot 460 \cdot 0,86} = 30 \text{ A.}$$

$$\text{El par de arranque del motor es: } T_{\text{ARR}} = \frac{3}{\Omega_s} \cdot \frac{R_R \cdot V_{th}^2}{[R_{th} + R_R]^2 + [X_{th} + X_R]^2}. \quad \text{Por tanto, sigue una}$$

$$\text{ley del tipo: } T_{\text{ARR}} = K \cdot V^2.$$

$$\text{La corriente de arranque del motor es: } I_{\text{ARR}} = \frac{V_{th}}{[R_{th} + R_R]^2 + [X_{th} + X_R]^2}. \quad \text{Por tanto, sigue una}$$

$$\text{ley del tipo: } I_{\text{ARR}} = K' \cdot V.$$

$$\text{El par de arranque a la tensión nominal será: } T_{\text{ARR } V_n} = K \cdot V_n^2 = K \cdot 460^2 = 1,75 \cdot T_n \quad (1).$$

Para que el motor arranque deberá desarrollar el 80% del par nominal. Entonces, el par de arranque a la tensión mínima cumplirá: $T_{\text{ARR } V_{\min}} = K \cdot V_{\min}^2 = 0,8 \cdot T_n \quad (2)$. Dividiendo las

$$\text{ecuaciones 1 y 2: } \frac{1,75}{0,8} = \frac{460^2}{V_{\min}^2} \rightarrow V_{\min} = 311 \text{ V.}$$

$$2^\circ) \text{ La corriente de arranque a la tensión nominal será: } I_{\text{ARR } V_n} = K' \cdot V_n = K \cdot 460 = 6 \cdot I_n = 180 \quad (3).$$



La corriente de arranque a $V_{\min}$ será: $I_{ARR V_{\min}} = K' \cdot V_{\min} = K' \cdot 311$ (3). Dividiendo las ecuaciones 3 y 4 se obtiene: $\frac{180}{I_{ARR V_{\min}}} = \frac{460}{311} \rightarrow I_{ARR V_{\min}} = 121,7 \text{ A}$.

3º) Si se considera que la curva par-velocidad es recta en la zona estable, entonces se puede asumir que el par es de la forma: $T = K \cdot S$. Una carga que obligue al motor a desarrollar el 80% del par nominal, implicará que el motor trabaje al 80% de su deslizamiento nominal, es decir: $0,8 \cdot 0,04 = 0,032 \rightarrow S = 3,2\%$.

4º) La velocidad de sincronismo del motor se puede calcular directamente como: $N_s = \frac{60 \cdot f}{P} = 1200 \text{ RPM}$. Entonces la velocidad de giro para el deslizamiento calculado en el apartado anterior será: $N = N_s \cdot (1 - S) = 1161 \text{ RPM}$.

La velocidad nominal del motor será: $N_n = N_s \cdot (1 - S) = N_s \cdot (1 - 0,04) = 1152 \text{ RPM}$.

La potencia se puede calcular directamente ya que se conoce el par que debe suministrar el motor ($0,8 T_n$), es decir:

$$P = T \cdot \Omega = 0,8 T_n \cdot \Omega = 0,8 T_n \cdot \Omega_n \cdot \frac{\Omega}{\Omega_n} = 0,8 \cdot P_n \cdot \frac{\Omega}{\Omega_n} = 0,8 \cdot 18400 \cdot \frac{\frac{2\pi}{60} \cdot 1161}{\frac{2\pi}{60} \cdot 1152} = 14.835 \text{ W}$$

RESUMEN

- **Conceptos utilizados para la resolución del problema**

- Potencia útil y potencia eléctrica absorbida
- Rendimiento
- Par de arranque
- Corriente de arranque
- Zona de funcionamiento estable
- Deslizamiento
- Velocidad de sincronismo

- **Expresiones matemáticas utilizadas en la resolución del problema**

- $P_{\text{eléctrica}} = \frac{P_{\text{útil}}}{\eta} = \frac{18400}{0,89} = 20.674$
- $T = \frac{\text{Potencia}}{\Omega}$
- $T_{ARR} = \frac{3}{\Omega_s} \cdot \frac{R_R' \cdot V_{th}^2}{[R_{th} + R_R']^2 + [X_{th} + X_R']^2}$
- $I_{ARR} = \frac{V_{th}}{[R_{th} + R_R']^2 + [X_{th} + X_R']^2}$
- $N_s = \frac{60 \cdot f}{P}$
- $N' = N_s \cdot (1 - S)$