



EJERCICIO Nº 1

TEMA V: Motores asíncronos

OBJETIVOS: Revisión del funcionamiento del motor asíncrono en la zona estable

ENUNCIADO: Un motor asíncrono de 50 Hz y 1 par de polos suministra 14,92 kW a 2950 RPM.

CALCULAR:

1. Deslizamiento.
2. Par desarrollado.
3. Velocidad del motor si el par resistente se duplica.
4. Potencia suministrada en el caso anterior.

SOLUCIÓN:

1º) La velocidad de sincronismo del motor se puede calcular directamente como:

$$N_s = \frac{60 \cdot f}{P} = 3000 \text{ RPM.} \text{ Entonces, el deslizamiento se obtendrá a su vez como:}$$

$$S(\%) = \frac{N_{des}}{N_s} \cdot 100 = \frac{N_s - N_m}{N_s} \cdot 100 = 1,67\%.$$

2º) El par (en Nm) se calcula como el cociente entre la potencia mecánica suministrada y la

$$\text{velocidad angular a la que gira el rotor: } T = \frac{\text{Potencia}}{\Omega} = \frac{14920}{3000 \cdot \frac{2\pi}{60}} = 48,3 \text{ Nm.}$$

3º) Si se duplica el par resistente el motor encontrará el equilibrio en otro punto de la zona estable de la curva par velocidad con menor deslizamiento. Este nuevo punto de trabajo del motor se estimará haciendo varias simplificaciones sobre la expresión matemática del par interno en una máquina asíncrona

El par interno del motor (medido en Nm) puede calcularse de acuerdo a la siguiente expresión en la que Ω_s es la velocidad angular de giro de la máquina en rad/s:

$$T_i = \frac{P_g}{\Omega_s} = \frac{3 \cdot V_{th}^2 \cdot \frac{R_R'}{S}}{\left[R_{th} + \frac{R_R'}{S} \right]^2 + [X_{th} + X_R']^2} \cdot \frac{1}{\Omega_s} \text{ Puesto que el deslizamiento en una máquina}$$

asíncrona es siempre un valor muy bajo, se cumple que $\frac{R_R'}{S} \gg R_{th}$ por tanto

$\left[R_{th} + \frac{R_R'}{S} \right]^2$ puede aproximarse por $\left[\frac{R_R'}{S} \right]^2$. Por otro lado, este último término es también mucho mayor que $[X_{th} + X_R']^2$ con lo cual la expresión del par puede quedar simplificada por:

$$T_i = \frac{3}{\Omega_s} \cdot \frac{V_{th}^2 \cdot \frac{R_R'}{S}}{\left[\frac{R_R'}{S} \right]^2} = \frac{3}{\Omega_s} \cdot \frac{V_{th}^2 \cdot S}{R_R'}. \text{ Entonces, si se admite que la tensión de alimentación del}$$

motor permanece constante, se puede razonar que el par interno es de la forma: $T_i = K \cdot S$.

Esta aproximación que se acaba de obtener, **NO ES OTRA QUE SUPONER LA CURVA PAR-DESLIZAMIENTO LINEAL EN LA ZONA DE COMPORTAMIENTO ESTABLE.**



Partiendo de esta hipótesis si el par resistente se duplica, como en la zona de trabajo estable par motor y par resistente han de ser iguales, debe duplicarse el par interno. De este modo, el deslizamiento también se duplicará. Por lo tanto, la máquina trabajará con un nuevo deslizamiento: $S' = 3,34\%$. Conocido el nuevo deslizamiento (aproximado) la nueva velocidad de giro se puede obtener directamente: $N' = N_s \cdot (1 - S) = 2900 \text{ RPM}$.

4º) La potencia entregada en este caso será: $P' = T' \cdot \Omega' = 2 \cdot 48,3 \cdot 2900 \cdot \frac{2\pi}{60} = 29,3 \text{ kW}$.

En la resolución que se acaba de plantear debe tenerse en cuenta que el par utilizado ha sido el par interno de la máquina. En realidad la potencia en el eje entregada por el motor debería ser ligeramente inferior debido a las pérdidas rotacionales.

RESUMEN

- **Conceptos utilizados para la resolución del problema**
 - Velocidad de sincronismo
 - Deslizamiento
 - Par interno
 - Zona de funcionamiento estable
 - Potencia interna
 - **Expresiones matemáticas utilizadas en la resolución del problema**
 - $N_s = \frac{60 \cdot f}{P}$
 - $T = \frac{\text{Potencia}}{\Omega}$
 - $T_i = \frac{P_g}{\Omega_s} = \frac{3 \cdot V_{th}^2 \cdot \frac{R_R'}{S}}{\left[R_{th} + \frac{R_R'}{S} \right]^2 + [X_{th} + X_R']^2} \cdot \frac{1}{\Omega_s}$
 - $N' = N_s \cdot (1 - S)$
-