

Nombre del alumno: \_\_\_\_\_

**ENSAYOS DE UN MOTOR ASINCRONO TRIFASICO**

**Datos del motor a ensayar:**

Referencia del motor a ensayar: \_\_\_\_\_

Tipo de motor según NEMA: \_\_\_\_\_

Potencia nominal: \_\_\_\_\_ kW

Velocidad nominal: \_\_\_\_\_ r.p.m.

Tensión nominal: \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ V

Frecuencia nominal: \_\_\_\_\_ Hz

Corriente nominal: \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ A

**Referencias de los aparatos de medida utilizados:**

Voltímetro: \_\_\_\_\_

Amperímetro: \_\_\_\_\_

Vatímetro: \_\_\_\_\_

Medidor de resistencia: \_\_\_\_\_

# UNIVERSIDAD DE CANTABRIA. Departamento de Ingeniería Eléctrica y Energética

Nombre del alumno: \_\_\_\_\_

## Resistencias de aislamiento:

$R_{R-S} =$  \_\_\_\_\_ MOhms

$R_{S-T} =$  \_\_\_\_\_ MOhms

$R_{T-R} =$  \_\_\_\_\_ MOhms

$R_{R-C} =$  \_\_\_\_\_ MOhms

$R_{S-C} =$  \_\_\_\_\_ MOhms

$R_{T-C} =$  \_\_\_\_\_ MOhms

## Resistencia de las fases:

$R_R =$  \_\_\_\_\_ Ohms

$R_S =$  \_\_\_\_\_ Ohms

$R_T =$  \_\_\_\_\_ Ohms

$$R_1 = \frac{R_R + R_S + R_T}{3} = \text{_____ Ohms}$$

## Ensayo de cortocircuito:

Conexión del motor: estrella

$K_W =$  \_\_\_\_\_

$V_{1ccL} =$  \_\_\_\_\_ V

$P_{cc1E} =$  \_\_\_\_\_

$P_{cc2E} =$  \_\_\_\_\_

$I_{1NR} =$  \_\_\_\_\_

$I_{1NS} =$  \_\_\_\_\_

$I_{1NT} =$  \_\_\_\_\_

# UNIVERSIDAD DE CANTABRIA. Departamento de Ingeniería Eléctrica y Energética

Nombre del alumno: \_\_\_\_\_

**Ensayo de vacío:** Conexión del motor: triángulo

V <sub>1E</sub>	K <sub>V</sub>	I <sub>0LE</sub>	P <sub>01E</sub>	P <sub>02E</sub>	K <sub>W</sub>	V <sub>1</sub> (V)	I <sub>0</sub> (A)	P <sub>0</sub> (W)	P <sub>Fe+P<sub>m</sub></sub> (W)
		R: ..... S: ..... T:		-					
		R: ..... S: ..... T:		-					
		R: ..... S: ..... T:		-					
		R: ..... S: ..... T:		-					
		R: ..... S: ..... T:		-					
		R: ..... S: ..... T:		-					
		R: ..... S: ..... T:		-					
		R: ..... S: ..... T:		-					

$$V_1 = V_{1E} K_V \quad I_0 = \frac{(I_{0LE R} + I_{0LE S} + I_{0LE T}) / 3}{\sqrt{3}} \quad P_0 = (P_{01E} + P_{02E}) K_W \quad P_{Fe} + P_m = P_0 - 3 R_1 I_0^2$$

Pérdidas mecánicas, P<sub>m</sub> = \_\_\_\_\_ W

# UNIVERSIDAD DE CANTABRIA. Departamento de Ingeniería Eléctrica y Energética

Nombre del alumno: \_\_\_\_\_

## Cálculos:

### Ensayo de cortocircuito:

$$V_{1cc} = \frac{V_{1ccL}}{\sqrt{3}} \text{ _____ V} \quad I_{1N} = \frac{I_{1NR} + I_{1NS} + I_{1NT}}{3} = \text{ _____ A}$$

$$P_{cc} = (P_{cc1E} + P_{cc2E}) K_W = \text{ _____ W}$$

$$\cos \varphi_{cc} = \frac{P_{cc}}{3 V_{1cc} I_{1N}} = \text{ _____} \quad Z_{cc} = \frac{V_{1cc}}{I_{1N}} = \text{ _____ Ohms}$$

$$R_{cc} = Z_{cc} \cos \varphi_{cc} = \text{ _____ Ohms} \quad R'_2 = R_{cc} - R_1 = \text{ _____ Ohms} \quad X_{cc} = Z_{cc} \sin \varphi_{cc} = \text{ _____ Ohms}$$

### Ensayo de vacío a la tensión nominal:

$$V_{1N} = \text{ _____ V} \quad I_0 = \text{ _____ A} \quad P_{Fe} = (P_{Fe} + P_m) - P_m = \text{ _____ W}$$

$$\cos \varphi_0 = \frac{P_{Fe}}{3 V_{1N} I_0} = \text{ _____} \quad I_{Fe} = I_0 \cos \varphi_0 = \text{ _____ A} \quad I_{\mu} = I_0 \sin \varphi_0 = \text{ _____ A}$$

$$R_{Fe} = \frac{V_{1N}}{I_{Fe}} = \text{ _____ Ohms} \quad X_{\mu} = \frac{V_{1N}}{I_{\mu}} = \text{ _____ Ohms}$$

Nombre del alumno: \_\_\_\_\_

**Cálculos según la norma IEEE Std 112-1991 y 1996:**

1) Recuérdese que según las normas NEMA, el cociente ( $X_1/X'_2$ ) toma los siguientes valores para los diferentes tipos de motor:

$$\left(\frac{X_1}{X'_2}\right) = 1 \text{ para motores de tipos A y D y para motores de rotor bobinado.}$$

$$\left(\frac{X_1}{X'_2}\right) = 0,67 \text{ para motores de tipo B.}$$

$$\left(\frac{X_1}{X'_2}\right) = 0,43 \text{ para motores de tipo C.}$$

2) Se verifican las siguientes relaciones:

$$X_\mu = \frac{3 V_{IN}^2}{Q_0 - 3 I_0^2 X_1} \left( \frac{1}{1 + \frac{X_1}{X_\mu}} \right)^2 \quad (1)$$

$$X_1 = \frac{Q_{cc}}{3 I_{IN}^2 \left( 1 + \frac{X_1}{X'_2} + \frac{X_1}{X_\mu} \right)} \left( \frac{X_1}{X'_2} + \frac{X_1}{X_\mu} \right) \quad (2)$$

$$Q_0 = \sqrt{(3 V_{IN} I_0)^2 - P_0^2} \quad (3)$$

$$Q_{cc} = \sqrt{(3 V_{Icc} I_{IN})^2 - P_{cc}^2} \quad (4)$$

# UNIVERSIDAD DE CANTABRIA. Departamento de Ingeniería Eléctrica y Energética

Nombre del alumno: \_\_\_\_\_

3) Se realiza el siguiente proceso iterativo:

- Se calcula  $X_\mu$  empleando la ecuación (1) partiendo de unos valores supuestos de  $(X_1/X_\mu)$  y de  $X_1$  y utilizando el valor de  $Q_0$  calculado mediante la ecuación (3).
- Se calcula  $X_1$  empleando la ecuación (2) usando el valor de  $(X_1/X_\mu)$  supuesto en la ecuación (1) y utilizando el valor de  $Q_{cc}$  calculado mediante la ecuación (4).
- Se vuelve a calcular  $X_\mu$  mediante la ecuación (1) utilizando ahora el valor de  $X_1$  calculado en el paso anterior y el valor de  $(X_1/X_\mu)$  calculado con los valores de  $X_1$  y  $X_\mu$  obtenidos en los pasos a) y b).
- Se continua con este proceso iterativo hasta que los valores de  $X_1$  y  $X_\mu$  obtenidos en dos iteraciones sucesivas no difieran en más del 0.1%.

4) Anote los valores de  $X_1$  y  $X_\mu$  obtenidos mediante el proceso iterativo anterior:

$$X_1 = \text{_____ Ohms} \qquad X_\mu = \text{_____ Ohms}$$

5) Calcule ahora la reactancia del rotor reducida al estator y las pérdidas en el hierro a la tensión nominal y anote los resultados obtenidos:

$$X'_2 = \frac{X_1}{\left(\frac{X_1}{X'_2}\right)} = \text{_____ Ohms} \qquad (5)$$

$$P_{Fe} = P_0 - P_m - 3 R_1 I_0^2 = \text{_____ W} \qquad (6)$$

Donde las pérdidas mecánicas  $P_m$  se obtienen a partir de varios ensayos de vacío a diferentes tensiones como se indicó anteriormente.

Nombre del alumno: \_\_\_\_\_

- 6) Calcule los parámetros  $R_{Fe}$  y  $R'_2$  y anote los resultados obtenidos:

$$R_{Fe} = \frac{3 V_{IN}^2}{P_{Fe} \left(1 + \frac{X_1}{X_\mu}\right)^2} = \text{_____ Ohms} \quad (7)$$

$$R'_2 = \left( \frac{P_{cc}}{3 I_{IN}^2} - R_1 \right) \left(1 + \frac{X'_2}{X_\mu}\right)^2 - \left[ \left( \frac{X'_2}{X_1} \right)^2 \left( \frac{X_1^2}{R_{Fe}} \right) \right] = \text{_____ Ohms} \quad (8)$$

- 7) Hay que tener en cuenta que los valores de las resistencias  $R_1$  y  $R'_2$  varían con la temperatura. Por eso, en el cálculo de las pérdidas mecánicas  $P_m$  hay que utilizar los valores de  $R_1$  correspondientes a las temperaturas a la que se han hecho los ensayos de vacío a diferentes tensiones y en la expresión (6) el valor de  $R_1$  es el correspondiente a la temperatura durante el ensayo de vacío a la tensión nominal. Del mismo modo, en la expresión (8) los valores de  $R_1$  y de  $R'_2$  son los correspondientes a la temperatura a la que se realizó el ensayo de cortocircuito.

Si se conoce el valor  $R_t$  (en Ohms) de una resistencia a la temperatura  $t_t$  (en grados centígrados (°C)), el valor  $R_s$  (en Ohms) de esta resistencia a la temperatura  $t_s$  (en °C) se obtiene mediante la expresión:

$$R_s = \frac{R_t (t_s + k)}{(t_t + k)} \quad (9)$$

Donde  $k = 234.5$  para el cobre y  $k = 225$  para el aluminio.

***CIRCUITO PARA EL ENSAYO DE MOTORES ASINCRONOS***

