

Máquinas Eléctricas I - G862

Tema 3. Máquinas Asíncronas o de Inducción. Problemas propuestos



Miguel Ángel Rodríguez Pozueta

Departamento de Ingeniería Eléctrica y Energética

Este tema se publica bajo Licencia:

[Creative Commons BY-NC-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

PROBLEMAS PROPUESTOS DE MÁQUINAS ASÍNCRONAS O DE INDUCCIÓN

- 1) Un motor asíncrono trifásico de 11 kW, 400 V, 6 polos y 50 Hz, gira a 965 r.p.m. a plena carga. El rendimiento y factor de potencia asignados son 88% y 0,76, respectivamente. Calcular:
- Velocidad de sincronismo.
 - Deslizamiento a plena carga.
 - Corriente de línea en condiciones asignadas.
 - Par de la máquina a plena carga.

- 2) Un motor de inducción trifásico de rotor bobinado, 50 Hz y 8 polos está conectado a una red de 400 V a la que demanda una potencia de 117 kW. En estas condiciones la corriente de línea en el estator es 219 A y el motor gira a 742,5 r.p.m. Cuando este motor funciona en vacío consume una potencia de 5500 W con una corriente de línea de 78 A. Este motor está conectado en triángulo, la resistencia de cada fase del estator vale 0,06 Ω y sus pérdidas mecánicas son 1335 W. Si el motor está funcionando con la carga citada anteriormente, calcular:
- El factor de potencia.
 - El par interno.
 - Las pérdidas en el cobre del rotor.
 - El rendimiento.

- 3) Un motor de inducción posee estas características:

Trifásico, de rotor bobinado.	$V_{1NL} = 380 \text{ ó } 658 \text{ V.}$
$f_1 = 50 \text{ Hz.}$	$n_N = 1470 \text{ r.p.m.}$
$R_1 = R'_2 = 0,0422 \Omega.$	$X_{cc} = 0,431 \Omega.$
$m_i = m_v = 0,8.$	

Si se desprecian las pérdidas en el hierro y mecánicas y el motor se conecta en estrella, calcular:

- El número de polos.
- Pares asignado y de arranque directo y la intensidad de arranque directo.
- Resistencia a conectar en serie con el rotor para obtener el par máximo en el arranque e intensidad de arranque correspondiente.
- Resistencia a conectar en serie con el rotor para reducir su velocidad a 1300 r.p.m. si el par resistente se mantiene constante e igual al asignado. Dibujar el resultado sobre la curva del par.

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ENERGÉTICA

- 4) Un motor asíncrono trifásico de 380/660 V, 1764 r.p.m. y **60 Hz** está conectado en triángulo y tiene estos parámetros:

$$R_1 = R'_2 = 0,5 \Omega. \qquad X_{cc} = 5 \Omega.$$

Si se desprecian las pérdidas magnéticas y mecánicas, calcular:

- a) La velocidad de sincronismo, número de polos y tensión de la red.
- b) Par y corriente de arranque directo.
- c) Ídem si se emplea el método estrella-triángulo.
- d) Par asignado.
- e) La velocidad a que girará si debe vencer un par de 70 Nm y la tensión se ha reducido a un 90% de la asignada.
- f) La velocidad de giro si el par resistente se mantiene constante e igual a 70 Nm y la tensión se sigue reduciendo hasta el mínimo valor en que el motor aún puede seguir girando.

NOTA: Representar los resultados de los apartados **e)** y **f)** sobre la curva par-velocidad.

- 5) Un motor asíncrono trifásico de jaula de ardilla, 400/230 V, 50 Hz y 965 r.p.m. tiene estos parámetros:

$$R_1 = R'_2 = 0,58 \Omega. \qquad X_{cc} = 2,84 \Omega.$$

Este motor está conectado a una red cuya tensión de línea vale 230 V y sus pérdidas mecánicas son despreciables:

- a) Indicar la forma de conexión de este motor, su número de polos y su velocidad de sincronismo.
- b) ¿A qué velocidad girará este motor si debe vencer un par resistente constante de 54,45 Nm y la tensión de línea es 230 V?
- c) Determinar la mínima tensión de línea a la que este motor aún puede proporcionar un par de 54,45 Nm.
- d) Calcular la corriente de línea y el par en el arranque directo y en el arranque estrella-triángulo.
- e) ¿Cuánto vale la mínima tensión de línea con la que este motor aún puede arrancar moviendo una carga con un par resistente constante de 54,45 Nm?

- 7) Un motor asíncrono trifásico de 220/380 V, 50 Hz, 30 CV (caballos de vapor) y 970 r.p.m. tiene su par máximo a 850 r.p.m. y se sabe que se cumple que $R_1 = R'_2$. Si se desprecian las pérdidas magnéticas y mecánicas, calcular:

- a) La tensión de la red si el motor está a su tensión asignada conectado en triángulo.
- b) La velocidad de sincronismo y el número de polos del motor.
- c) Parámetros R_1 , R'_2 y X_{cc} del circuito equivalente.
- d) Pares asignado y máximo. Capacidad de sobrecarga.
- e) La mínima tensión de la red a la cual este motor puede arrancar si debe mover una carga que demanda un par independiente de la velocidad de 100 Nm.
- f) Corrientes de arranque directo y mediante el método estrella-triángulo.

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ENERGÉTICA

- 8) Un motor de inducción trifásico de rotor bobinado tiene una placa de características con los siguientes datos: 380/660 V, 50 Hz, 965 r.p.m., 25 CV, velocidad de par máximo = 830 r.p.m., $R_1 = R'_2$, $m_v = 2/3$. Suponiendo que las pérdidas mecánicas y del hierro son despreciables y sabiendo que el motor está conectado a una red de 660 V, determinar:
- La forma de conexión del estator y el número de polos de la máquina.
 - Los parámetros R_1 , R'_2 y X_{cc} de este motor.
 - Pares en la marcha asignada y en el arranque directo.
 - Resistencia a conectar en serie con el rotor para obtener el par máximo en el arranque y la capacidad de sobrecarga con el rotor en cortocircuito.
 - Mínima tensión de línea con que la máquina puede arrancar con el rotor en cortocircuito si se tiene que vencer un par resistente constante de 80 Nm.
- NOTA: Representar los resultados obtenidos en el apartado e) sobre la curva del par.

- 9) Un motor asíncrono trifásico de 4 polos, 380/660 V, 50 CV y 50 Hz tiene los siguientes parámetros $R'_2 = R_1 = 0,375 \Omega$ y $X_{cc} = 2,42 \Omega$. Si se desprecian las pérdidas mecánicas y las pérdidas en el hierro, calcular:
- Velocidad y par asignados.
 - Par máximo y velocidad a la que se produce.
 - Intensidad de línea y par en el arranque directo si el motor está conectado a una red de 380 V.
 - Intensidad de línea y par en el arranque estrella-triángulo.
 - Capacidad de sobrecarga.
- 10) Si un motor asíncrono de 240 V, 6 polos y 50 Hz tiene una frecuencia en el rotor de 2 Hz cuando funciona moviendo su carga asignada ¿Cuáles son su deslizamiento y su velocidad asignados?
- 11) Un motor de inducción trifásico de 4 polos, 254/440 V, **60 Hz** está a tensión asignada conectado en estrella. Su velocidad asignada es de 1730 r.p.m., las pérdidas mecánicas y del hierro son despreciables y sus parámetros son:

$$R_1 = R'_2 = 0,35 \Omega.$$

$$X_{cc} = 0,85 \Omega.$$

Calcular:

- Par asignado.
- Intensidad y par de arranque.
- Si el motor está moviendo una carga con un par constante e igual al asignado ¿Cuál es la nueva velocidad si la tensión del estator se reduce a un valor igual al 80% de la asignada? Representar la solución a este apartado sobre la curva del par.
- ¿Cuál es la tensión de la red a la que está conectado el motor?

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ENERGÉTICA

- 12)** Un motor de inducción trifásico de 4 polos, 220/380 V, 50 Hz está a tensión asignada conectado en triángulo. Su velocidad asignada es 1440 r.p.m., las pérdidas mecánicas y del hierro son despreciables y sus parámetros son:

$$R_1 = R'_2 = 0,3 \, \Omega.$$

$$X_{cc} = 0,8 \, \Omega.$$

Calcular:

- a) Par asignado.
 - b) Intensidad y par en el arranque.
 - c) Si el motor está moviendo una carga con un par resistente constante e igual al par asignado, ¿Cuál es la nueva velocidad si la tensión del estator se reduce a un valor igual al 80% de la tensión asignada? Representar la solución a este apartado sobre la curva del par.
 - d) Si el arranque se realiza mediante el método estrella-triángulo, ¿Cuál es la intensidad de arranque en estrella?
- 13)** Un motor asíncrono trifásico de rotor bobinado, 400/230 V, 50 Hz y 965 r.p.m. proporciona su par máximo a una velocidad de 787,9 r.p.m. y tiene estos parámetros:

$$R'_2 = 0,3 \, \Omega.$$

$$X_{cc} = 1,4 \, \Omega.$$

$$m_v = m_i = 1,5.$$

Este motor está conectado a una red cuya tensión de línea vale 230 V y sus pérdidas mecánicas son despreciables:

- a) Indicar la forma de conexión de este motor. ¿Cuáles son su número de polos, su velocidad de sincronismo y la resistencia del estator R_1 ?
 - b) Calcular su par asignado.
 - c) Calcular la corriente de línea y el par en el arranque directo.
 - d) Calcular la resistencia que hay que conectar en serie con cada fase del rotor para conseguir que el arranque se produzca con el par máximo.
- 14)** Un motor asíncrono trifásico de rotor de jaula de ardilla, 690/400 V, 50 Hz y 4 polos tiene estos parámetros:

$$R_1 = 0,06 \, \Omega.$$

$$R'_2 = 0,48 \, \Omega.$$

$$X_{cc} = 2 \, \Omega.$$

Este motor está conectado en triángulo y sus pérdidas mecánicas son despreciables:

- a) Indicar la velocidad de sincronismo de este motor y la tensión de línea de la red a la que está conectado.
- b) Calcular su velocidad asignada sabiendo que su potencia asignada es 37 kW.
- c) Determinar la velocidad de este motor cuando su par es máximo.
- d) Calcular la corriente de línea y el par en el arranque directo.
- e) Este motor mueve una carga que demanda un par constante de 133,5 Nm. ¿Cuál es la mínima tensión de línea con la cual el motor aún es capaz de arrancar?

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ENERGÉTICA

15) Un motor monofásico de rotor de jaula de ardilla tiene estas características:

$2p = 4$ polos.	$f_1 = 50$ Hz.	$V_{1N} = 230$ V.
$R_1 = 4 \Omega$.	$R'_2 = 3,6 \Omega$.	$R_{Fe} = \infty$.
$X_1 = 5 \Omega$.	$X'_2 = 2,6 \Omega$.	$X_\mu = 50 \Omega$.

Las pérdidas mecánicas de este motor son despreciables.

Calcular el par y la potencia en el eje de este motor cuando su velocidad es 1425 r.p.m.

16) Un motor de inducción trifásico de rotor devanado de 693/400 V, 4 polos y 50 Hz tiene conectados en estrella tanto el devanado del estator como el del rotor. Este motor ha dado los siguientes resultados en unos ensayos (las tensiones e intensidades son de línea):

VACÍO A LA TENSIÓN ASIGNADA: 693 V; 15 A; 847,5 W.

CORTOCIRCUITO: 171 V; 80 A; 5760 W.

ROTOR ABIERTO: Tensión aplicada al estator: 693 V.

Tensión obtenida entre anillos: 385 V.

RESISTENCIA DEL ESTATOR: $R_1 = 0,1 \Omega$.

De un conjunto de ensayos en vacío a diferentes tensiones se ha obtenido que las pérdidas mecánicas de esta máquina valen 300 W. Determinar:

a) los parámetros R'_2 , X_{cc} , R_{Fe} y X_μ del circuito equivalente, así como, las relaciones de transformación m_i y m_v .

Si ahora se desprecian las pérdidas mecánicas, calcular:

b) la resistencia que debe añadirse en serie por fase en el rotor para obtener el par máximo en el arranque.

c) su capacidad de sobrecarga si la velocidad asignada es 1440 r.p.m.

SOLUCIONES A LOS PROBLEMAS PROPUESTOS DE MAQUINAS ASÍNCRONAS O DE INDUCCIÓN

- 1) a) $n_1 = 1000$ r.p.m.; b) $s_N = 0,035$; c) $I_{1NL} = 23,7$ A; d) $M_N = 109$ Nm.
- 2) a) $\cos \varphi_1 = 0,771$; b) $M = 1405$ Nm; c) $P_{Cu2} = 1103$ W; d) $\eta = 92,2\%$
- 3) a) 4 polos; b) $M_N = 1208$ Nm, $M_a = 603$ Nm; $I_{aL} = 865$ A.
c) $R_{adic} = 0,61 \Omega$, $I_{aR} = 592$ A; d) $R_x = 0,372 \Omega$.
- 4) a) $n_1 = 1800$ r.p.m., 4 polos, $V_{1L} = 380$ V; b) $M_a = 44,2$ Nm, $I_{aL} = 129$ A;
c) $M_{a\lambda} = 14,7$ Nm, $I_{a\lambda} = 43$ A; d) $M_N = 85$ Nm; e) 1764 r.p.m.; f) 1621 r.p.m.
- 5) a) Triángulo, $n_1 = 1000$ r.p.m., $2p = 6$ polos; b) $n = 978$ r.p.m.; c) $V_{1L} = 115$ V;
d) $I_{aL} = 130$ A, $I_{a\lambda} = 43,3$ A, $M_a = 93,5$ Nm, $M_{a\lambda} = 31,2$ Nm; e) $V_{1L} = 176$ V.
- 7) a) $V_{1L} = 220$ V; b) 1000 r.p.m., 6 polos; c) $R_1 = R'_2 = 0,174 \Omega$, $X_{cc} = 1,15 \Omega$;
d) $M_N = 217$ Nm, $M_{m\acute{a}x} = 519$ Nm, Capacidad de sobrecarga = 2,39; e) 170 V;
f) $I_{aL} = 317$ A, $I_{a\lambda} = 106$ A.
- 8) a) Estrella, 6 polos; b) $R_1 = R'_2 = 0,715 \Omega$, $X_{cc} = 4,15 \Omega$;
c) $M_a = 154$ Nm, $M_N = 182$ Nm;
d) $R_{adic} = 7,87 \Omega$, Capacidad de sobrecarga = 2,31;
e) $V_{1L} = 475$ V.
- 9) a) $n_N = 1443$ r.p.m., $M_N = 243,5$ Nm; b) $M_{m\acute{a}x} = 488$ Nm, $n_m = 1271$ r.p.m.
c) $I_{aL} = 269$ A, $M_a = 161$ Nm; d) $I_{a\lambda} = 89,7$ A, $M_{a\lambda} = 53,7$ Nm;
e) Capacidad de sobrecarga = 2.
- 10) $s_N = 0,04$, $n_N = 960$ r.p.m.
- 11) a) $M_N = 105$ Nm; b) $I_{aL} = 231$ A, $M_a = 297$ Nm;
c) $n = 1618$ r.p.m. d) $V_{1L} = 440$ V.
- 12) a) $M_N = 113$ Nm; b) $I_{aL} = 380$ A, $M_a = 277$ Nm;
c) $n = 1395$ r.p.m. d) $I_{a\lambda} = 127$ A.
- 13) a) Triángulo, $2p = 6$ polos, $n_1 = 1000$ r.p.m., $R_1 = 0,2 \Omega$; b) $M_N = 165$ Nm;
c) $I_{aL} = 268$ A, $M_a = 206$ Nm; d) $R_{adic} = 0,5 \Omega$.
- 14) a) $n_1 = 1500$ r.p.m., $V_{1NL} = 440$ V; b) $n_N = 1440$ r.p.m.; c) $n_m = 1140$ r.p.m.
d) $I_{aL} = 334$ A, $M_a = 342$ Nm; e) $V_{1L} = 250$ V.
- 15) $M = 4,47$ Nm, $P_u = 667$ W
- 16) a) $R'_2 = 0,2 \Omega$, $X_{cc} = 1,2 \Omega$, $R_{Fe} = 1000 \Omega$, $X_u = 26,7 \Omega$, $m_i = m_v = 1,8$;
b) $R_{adic} = 0,31 \Omega$; c) Capacidad de sobrecarga = 2,1.