

Máquinas Eléctricas I - G862

Prototipo de Examen Final.
Teoría y Problemas



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/)

TEORÍA:

PREGUNTAS DE DESARROLLO CORTO. *Conteste escuetamente, en pocas líneas, sólo a lo que se le pregunta. Todas las preguntas puntúan igual.*

PRINCIPIOS GENERALES DE LAS MÁQUINAS ELÉCTRICAS

- 1) Escriba la expresión que se obtiene aplicando el *principio de los trabajos virtuales* y que permite calcular la fuerza que se ejerce en un circuito magnético en función de la coenergía magnética.
- 2) Enuncie el *Teorema de Leblanc*, el cual se refiere a la fuerza magnetomotriz (f.m.m.) creada por un devanado monofásico.
- 3) Enuncie el *Principio de reversibilidad* de las máquinas eléctricas.

TRANSFORMADORES

- 4) Defina la *relación de transformación asignada* de un transformador.
- 5) Escriba las cuatro *ecuaciones* que permiten analizar un transformador con su secundario reducido al primario.
- 6) Describa un *transformador de tensión*.

MÁQUINAS ASÍNCRONAS O DE INDUCCIÓN

- 7) Dibuje un esquema de la *caja de bornes* de un motor trifásico de jaula de ardilla indicando la denominación normalizada (según la norma actual) de los bornes y dibujando también los puentes que conectan dichos bornes cuando la máquina se conecta en estrella.
- 8) Dibuje el *circuito equivalente exacto* de un motor asíncrono trifásico.
- 9) Dibuje la *curva par-velocidad* de un motor de doble jaula.

MÁQUINAS SÍNCRONAS

- 10) Describa el *ensayo de cortocircuito* de un alternador síncrono.
- 11) Escriba la fórmula que permite calcular la *reactancia síncrona* X_{sb} que se emplea en el análisis lineal mejorado. Esta fórmula relaciona X_{sb} con X_s (no sat), X_σ y el factor de saturación k_{sr} .
- 12) Dibuje la familia de *características exteriores* de un alternador síncrono aislado cuando su corriente de excitación es I_{e0} (que en vacío da lugar a la tensión asignada o nominal).

MÁQUINAS DE CORRIENTE CONTINUA

- 13) Escriba las *expresiones* que permiten calcular la f.e.m. E y el par M de una máquina de corriente continua a partir de los parámetros constructivos K_E y K_M .
- 14) La *reacción de inducido* de una máquina de corriente continua cuando tiene las escobillas colocadas sobre la línea neutra teórica: ¿qué dirección tiene? ¿qué efectos produce?

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN
MÁQUINAS ELÉCTRICAS I (G862) (GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA)
EXAMEN FINAL: PROBLEMAS **DURACIÓN: 1 hora y 50 minutos**

Todos los problemas de este examen puntúan igual

PROBLEMAS:

- 1) Un transformador *monofásico* de 100 kVA, 5000/1000 V y 50 Hz tiene estas magnitudes:

$$P_0 = 686 \text{ W} \quad \varepsilon_{Rcc} = 1,4\% \quad \varepsilon_{cc} = 5\%$$

- a) Calcule las siguientes magnitudes de este transformador: ε_{Xcc} , R_{cc} , P_{CuN} (Pérdidas en el cobre nominales o asignadas) y P_{Fe} (Pérdidas en el hierro). (18% de la nota del problema).
- b) ¿Qué magnitudes se medirían si a este transformador se le realiza un ensayo de cortocircuito a la intensidad asignada alimentándolo por el primario? (15% de la nota del problema).
- c) Si se produce un cortocircuito en el secundario, ¿cuáles serán las corrientes que circulan por el primario y por el secundario? (17% de la nota del problema).
- d) Si este transformador está conectado a la tensión asignada (o nominal) en el primario y alimenta por el secundario a una carga que demanda 63750 W con un factor de potencia 0,85 capacitivo, ¿cuál será la tensión en el secundario? (25% de la nota del problema).
- e) ¿Cuál es el rendimiento del transformador para la carga del apartado anterior? ¿Cuál es el índice de carga óptimo de este transformador? (25% de la nota del problema).

- 2) (Todos los apartados de este problema puntúan igual)

Un motor asíncrono trifásico de jaula de ardilla, 400/693 V, 50 Hz y 966 r.p.m. tiene estos parámetros:

$$R_1 = 0,5 \Omega; \quad R'_2 = 0,63 \Omega; \quad X_{cc} = 3,11 \Omega$$

Este motor está conectado a una red cuya tensión de línea vale 400 V. Las pérdidas mecánicas de este motor son despreciables.

- a) Indicar la forma de conexión de este motor. ¿Cuáles son su número de polos y su velocidad de sincronismo?
- b) Calcular su potencia asignada (o nominal).
- 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) ¿Cuál será la mínima tensión de línea con que este motor puede arrancar si debe vencer un par resistente constante e igual a 103 Nm?

- 3) Un alternador síncrono de 12,5 MVA, 11 kV, 50 Hz, trifásico, de 2 polos, conexión estrella y resistencia de inducido despreciable tiene la característica de vacío adjunta. La corriente de excitación que en vacío origina la tensión asignada (nominal) en el inducido es $I_{e0} = 100 \text{ A}$.

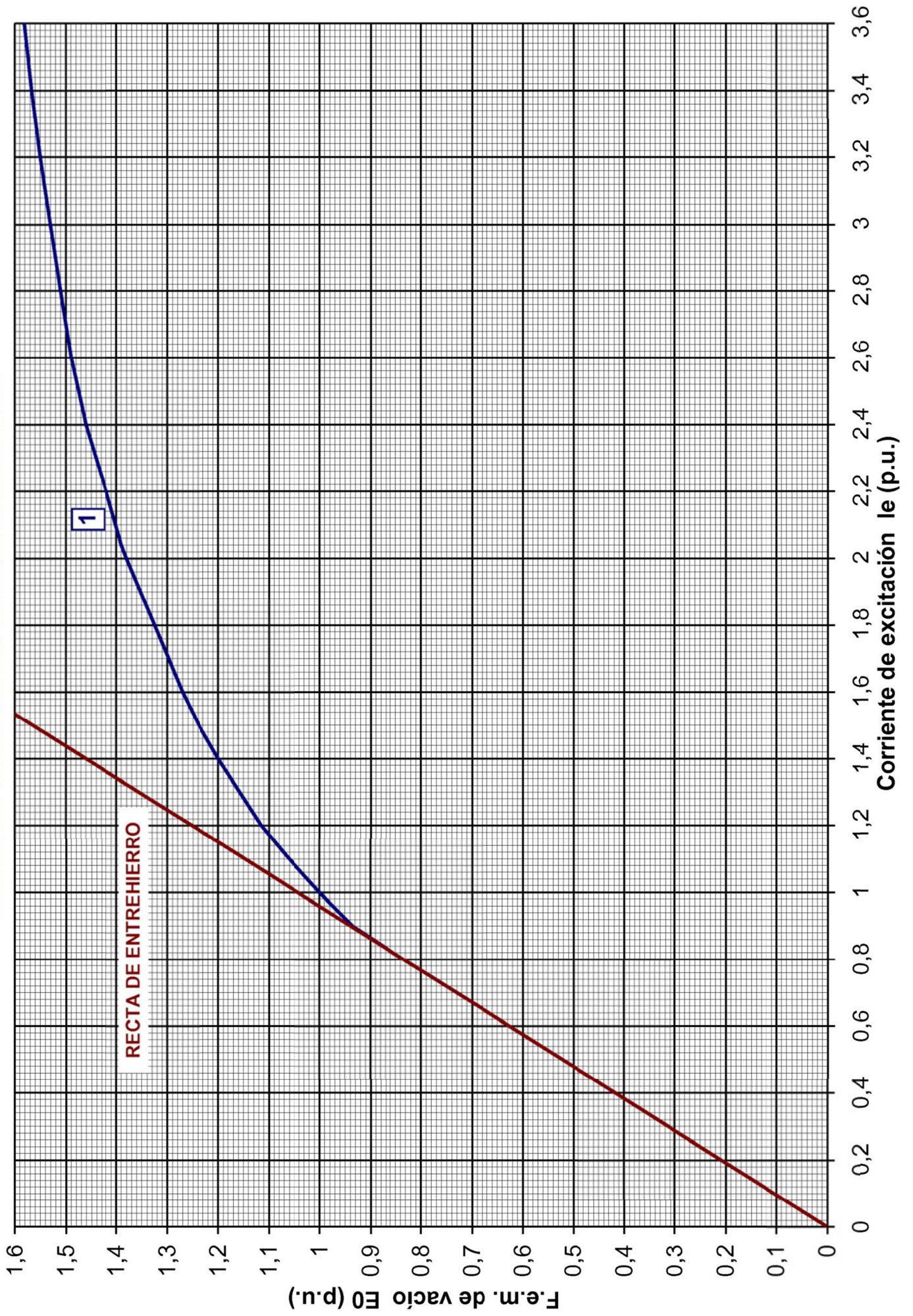
Los ensayos de cortocircuito y de carga reactiva han dado estos resultados:

Ensayo de cortocircuito: $I_{\text{cortoL}} = I_{NL}; \quad I_e = 111 \text{ A}$

Ensayo de carga reactiva: $I = I_{NL}; \quad V_L = V_{NL}; \quad I_e = 224 \text{ A}$

- a) Dibujar el triángulo de Potier y obtener la reactancia de dispersión X_σ (suponerla igual a la reactancia de Potier) y la f.m.m. de reacción de inducido \mathcal{F}_i cuando circula la corriente asignada (nominal) por las fases del inducido. (35% de la nota del problema).
- b) Mediante el método de Potier determinar la regulación de este alternador cuando funciona en condiciones asignadas (nominales) con un factor de potencia 0,8 inductivo. (40% de la nota del problema).
- c) Calcular las reactancias síncronas no saturada $X_s(\text{no sat})$ y saturada X_s para $I_e = I_{e0}$, la velocidad de sincronismo n_1 y la f.m.m. de reacción de inducido \mathcal{F}_i cuando la corriente en el inducido es 421 A. (25% de la nota del problema).

CURVA DE VACÍO DE UNA MÁQUINA SÍNCRONA



RESULTADOS DE LOS PROBLEMAS DEL EXAMEN

- 1) a) $\varepsilon_{Xcc} = 4,8\%$; $R_{cc} = 3,5 \Omega$; $P_{CuN} = 1400 \text{ W}$; $P_{Fe} = 686 \text{ W}$
b) $V_{1cc} = 250 \text{ V}$; $I_{1N} = 20 \text{ A}$; $P_{cc} = 1400 \text{ W}$
c) $I_{1falta} = 400 \text{ A}$; $I_{2falta} = 2000 \text{ A}$
d) ($S = 75 \text{ kVA}$; $C = 0,75$; $\varepsilon_c = -1\%$) $V_2 = 1010 \text{ V}$ (hay efecto Ferranti)
e) ($P_{Cu} = 787,5 \text{ W}$) $\eta = 97,7\%$; $C_{opt} = 0,7$
- 2) a) Conexión triángulo; $2p = 6$ polos; $n_1 = 1000 \text{ r.p.m.}$
b) ($S_N = 0,034$) $P_N = 23110 \text{ W}$
c) ($s_m = 0,2$) $n_m = 800 \text{ r.p.m.}$
d) $I_a = 120,9 \text{ A}$; $I_{aL} = 209,4 \text{ A}$
e) $V_1 = V_{1L} = 250 \text{ V}$
- 3) a) ($V_N = V_b = 6351 \text{ V}$; $I_N = I_b = 656 \text{ A}$; $Z_b = 9,68 \Omega$) $X_\sigma = 0,15 \text{ p.u.} = 1,45 \Omega$; $\mathcal{F}_1 = 0,95 \text{ p.u.} = 95 \text{ A}$
b) ($E_0 = 1,365 \text{ p.u.} = 8669 \text{ V}$; $\delta = 27,1^\circ$) $\varepsilon = 36,5\%$
c) $X_s(\text{no sat}) = 1,16 \text{ p.u.} = 11,19 \Omega$; $X_s(\text{sat}) = 1,11 \text{ p.u.} = 10,76 \Omega$;
 $n_1 = 3000 \text{ r.p.m.}$; $\mathcal{F}_1 = 0,61 \text{ p.u.} = 61 \text{ A}$