Ministerio de Cultura y Educación
de la Nación
Universidad Nacional de Cuyo
Facultad de Ingeniería

ELECTROTECNIA Y MÁQUINAS ELÉCTRICAS

GABINETE INDUSTRIAL 2026

EN ACCION CONTINUA

Trabajo Práctico N° 7
MÁQUINA SÍNCRONA

ASIGNATURA:			CURSO:	SEMESTRE:
ELECTROTECNIA Y MÁQUINAS ELÉCTRICAS			2°	4°
ALUMNO	FOTO	NOMBRE Y APELLIDO:		
		Legajo N°:	ESPECIALIDAD: ING. INDUSTRIAL	AÑO: 2026
DOCENTES	Prof. Tit.	Ing. Alejandro. FARA		
	J.T.P.	Ing. José CORBACHO		
	J.T.P.	Ing. Orlando ROMERO		
	J.T.P.	Ing. David MOLINA		

TRABAJO PRÁCTICO DE GABINETE N°	7	DENOMINACIÓN DEL PRÁCTICO: Maquina Síncrona
		OBJETIVOS: Ver carátula

FECHA DE ENTREGA	REVISIÓN N°	FECHA	FIRMA
_____/_____/_____	1ª:	__/__/__	
	2ª:	__/__/__	
	APROBACIÓN	__/__/__	

EJERCICIOS

N°	OBSERVACIONES	V°B°	N°	OBSERVACIONES	V°B°
1.-		x	9.-		
2.-		x	10.-		
3.-			11.-		x
4.-					
5.-					
6.-					
7.-		x			
8.-					

CATALOGOS Y NORMAS	REVISIÓN N°	FECHA
.....	REV. 1	01/08/25
.....	REV. 2	01/08/26
.....	REV. 3	
.....		

TRABAJO PRÁCTICO N° 7
MÁQUINA SÍNCRONA

Objetivo: Utilizando los conceptos vistos en teoría, a través de la resolución de ejercicios interpretar el funcionamiento de la máquina bajo distintas condiciones.

1.-Un generador de 1200 kVA, 6300 V, 60 Hz, 300 rpm y cosφ = 0,7. Determinar: a) el número de pares de polos; b) el par aparente.

Resolución Ejercicio Nº1

Datos:

$S = 1200 kVA \quad ; \quad V = 6300 V \quad ; \quad f = 60 Hz \quad ; \quad n = 300 rpm \quad ; \quad \cos\varphi = 0{,}7$

A) $P = ?$
B) $\tau_{ap} = ?$

A) $n = \dfrac{60 \cdot f}{p} \quad \rightarrow \quad p = \dfrac{60 \cdot f}{n} = \dfrac{60 \cdot 60 Hz}{300 rpm}$

$p = 12$ pares de polos

B) $S = \tau_{ap} \cdot \omega$

$$\tau_{ap} = \frac{S}{\frac{2\pi \cdot n}{60}} = \frac{1200000 VA}{\frac{2\pi \cdot 300 rpm}{60}}$$

$\tau_{ap} = 38216{,}5 Nm$

2.-Calcular el rendimiento a plena carga de un generador sincrónico, a partir de la siguiente información: potencia nominal de 30 MVA con cosφ=0,8 (en atraso), tensión de línea 11 kV, trifásico, arrollamientos del estator conectado en estrella con R=0,2 Ω/fase. Pérdidas del arrollamiento de campo del rotor, a plena carga 100 kW. Las pérdidas en el hierro, por fricción y ventilación, obtenidas de un ensayo de vacío son de 600 kW.

Resolución Ejercicio Nº2

Datos:

$S = 30 MVA \quad ; \quad V_L = 11 kV \quad ; \quad \text{Y} \quad ; \quad R_i = 0{,}2 \dfrac{\Omega}{fase} \quad ; \quad \cos\varphi = 0{,}8$

$Pcu_{exc} = 100 kW \quad ; \quad P_{Fe} + P_{Roz+Vent} = 600 kW$

$$\eta = \frac{P_{ced}}{P_{abs}} \cdot 100 = ?$$

$$P_{ced} = S \cdot \cos\varphi = 30000kVA \cdot 0{,}8$$
$$P_{ced} = 24000kW$$

$$I_L = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_L} = \frac{30000kVA}{\sqrt{3} \cdot 11kV} = 1574{,}6A$$

$$Pcu_i = 3 \cdot {I_L}^2 \cdot R_i = 3fase \cdot (1574{,}6A)^2 \cdot 0{,}2\frac{\Omega}{fase}$$

$$Pcu_i = 1487{,}6kW$$

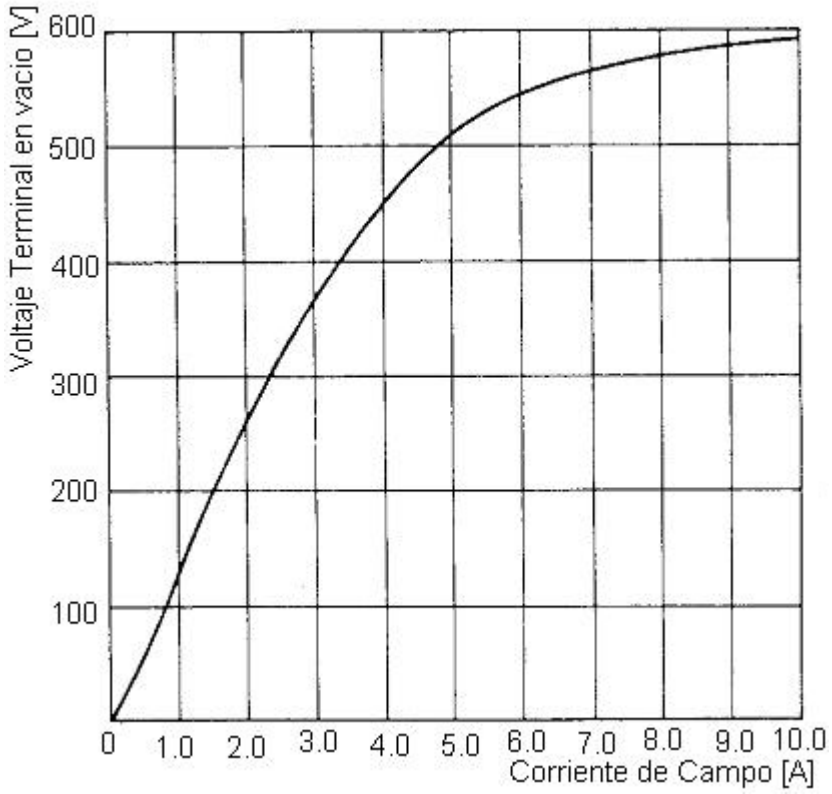
$$P_{abs} = S \cdot \cos\varphi + Pcu_{exc} + Pcu_i + P_{Fe} + P_{Roz+Vent}$$
$$P_{abs} = 30000kVA \cdot 0{,}8 + 100kW + 1487{,}6kW + 600kW$$
$$P_{abs} = 26187{,}6kW$$

$$\eta = \frac{P_{ced}}{P_{abs}} \cdot 100 = \frac{24000kW}{26187{,}6kW} \cdot 100$$
$$\eta = 91{,}6\%$$

3.-Un alternador trifásico conectado en estrella de 1000 kVA, 4600 V, tiene una impedancia síncrona de 2+j20 Ω/fase. Determinar la regulación a plena carga con factores de potencia: a) unidad; b) 0,75 inductivo. Realizar el circuito equivalente por fase y diagrama fasorial para cada caso.

4.-Un generador sincrónico de cuatro polos con conexión en Δ, de 480 V 60 Hz, tiene la característica de vacío que se ilustra en la figura 1. Este generador tiene una reactancia sincrónica de 0,1 Ω y una resistencia del inducido de 0,015 Ω por fase. A plena carga, la máquina suministra 1200 A con factor de potencia 0,8 en atraso. Bajo condiciones de plena carga las pérdidas por fricción y por roce con el aire son de 40 kW y las pérdidas en el núcleo son de 30 kW. Despreciar las pérdidas del circuito de campo y responder: a)¿Cuál es la velocidad de rotación de este generador? ; b) ¿Cuánta corriente de campo debe suministrarse al generador, para lograr una tensión en bornes, en vacío, de 480 V?; c) Si el generador se conecta a una carga y ésta demanda 1200 A con f.d.p. 0,8 en atraso, ¿cuánta corriente de campo se requerirá para mantener la tensión en los terminales en 480 V? ; d) ¿cuánta potencia está suministrando ahora el generador?, ¿cuánta potencia le entrega el motor primario al generador?, ¿cuál es la eficiencia global de la máquina? ; e) si la carga del generador se desconectara súbitamente de la línea, ¿qué pasaría con la tensión en los

terminales?; f) por último, suponga que el generador se conecta a una carga que demanda 1200 A con un factor de potencia de 0,8 en adelanto; ¿cuánta corriente de campo se requerirá para mantener V_T a 480 V ?.



5.- Un alternador trifásico conectado en estrella, tiene una resistencia de inducido despreciable y una reactancia síncrona de 10 Ω/fase. Está acoplado a una red de potencia infinita de 11 kV, y se sabe que desarrolla una potencia con factor de potencia 0,673 inductivo, siendo el ángulo de carga de 10º. Calcular: a) la fem de línea producida por el generador; b) La potencia activa que suministra a la red.

6.-Una red de corriente alterna trifásica de 6000 V, consumo inductivo de 1200 kW y factor de potencia de 0.6 es alimentada desde dos centrales, de las que la primera suministra 400 kW por medio de un alternador de 700 kVA y la segunda 800 kW por medio de un alternador de 1700 kVA. El rendimiento del generador II a plena carga es η = 94% y consideramos como pérdidas en el hierro y por efecto Joule en el estator el 2% (cada una) y como pérdidas en la excitación y rozamiento mecánico el 1% (cada una). a) Si ambos alternadores están en fase, calcular la intensidad total consumida en la red. b) Si el alternador II se sobreexcita y el I queda con f.d.p. igual a la unidad, ¿cómo quedan

cargados los generadores en esta nueva distribución? c) ¿A qué valor de potencia aparente queda generando la máquina II y cuál es su nuevo f.d.p.? d) Con el nuevo f.d.p. y suponiendo que las pérdidas aumentan un 20 % con respecto a las pérdidas de rendimiento máximo, calcular su rendimiento para el caso b).

7.-Una central hidroeléctrica de bombeo tiene instalada una máquina síncrona de rotor liso, trifásica, conectada en estrella, de 6 kV, 50 Hz, con una reactancia síncrona de 10 Ω/fase y una resistencia de inducido despreciable. Dentro del rango de funcionamiento previsto, la característica de vacío está definida por: E=150. I_{ex} donde E es la fem. de vacío en voltios/fase e I_{ex} es la corriente de excitación en amperios. Dicha máquina se conecta a una red de potencia infinita de 6 kV a través de un conductor cuya reactancia inductiva es de 2 Ω siendo su resistencia despreciable.
Se pide:

A) Si la central tiene una consigna de generación a la red de 5 MW y 2 MVAR, calcular la intensidad que circula por la máquina, la E y la corriente de excitación I_{ex}.

B) La central aprovecha el excedente nocturno de producción de energía eléctrica, pasando a funcionar como central de bombeo, absorbiendo de la red una potencia activa de 5 MW. En estas condiciones, la intensidad que circula por la máquina es 500 A y se encuentra sobreexitada. Calcular la potencia reactiva intercambiada con la red y la intensidad de excitación $I_{ex.}$

Resolución Ejercicio Nº7

Datos:

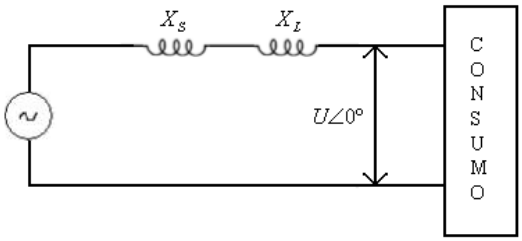
$f = 50Hz \quad ; \quad U = 6kV \quad ; \quad \text{Y} \quad ; \quad R_i \cong 0 \quad ; \quad X_S = j10\Omega$

Característica de Vacío $E = 150 \cdot I_{ex} (V/_{fase})$

$U_2 = 6kV \quad ; \quad X_L = j2\Omega$

1) $P = 5MW \quad ; \quad Q = 2MVAR$
2) $P = 5MW \quad ; \quad I = 500A$

Solución:



Potencia activa: $P_g = 3 \cdot U \cdot I_g \cdot \cos\varphi_g$

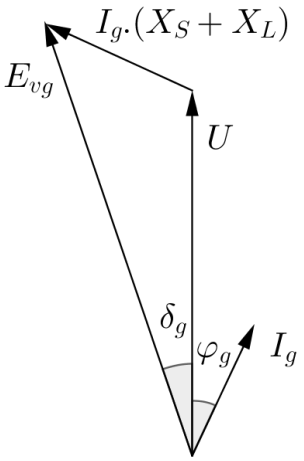
Potencia reactiva: $Q_g = 3 \cdot U \cdot I_g \cdot sen\,\varphi_g$

Siendo $P_g = 5MW$ y $Q_g = 2MW$

$$tg\varphi_g = \frac{Q}{P} = \frac{2MVAR}{5MW} = 0{,}4 \quad \rightarrow \quad \varphi_g = arctg(0{,}4) = 21{,}8°$$

$$I_g = \frac{P_g}{3 \cdot U \cdot \cos\varphi_g} = \frac{5 \cdot 10^6}{3 \cdot \frac{6 \cdot 10^3}{\sqrt{3}} \cdot \cos(21{,}8°)}$$

$I_g = 518{,}18A$ Intensidad que circula por el alternador



Según el diagrama fasorial

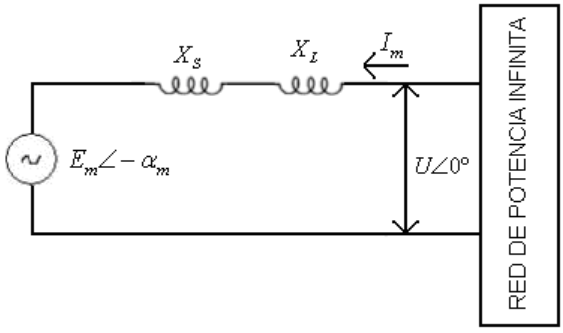
$$\overline{E_{vg}} = \overline{U} + \overline{I_g} \cdot (\overline{X_S} + \overline{X_L})$$

Sustituyendo valores:

$$\overline{E_{vg}} = (\frac{6000V}{\sqrt{3}} \angle 0°) + (518{,}18A \angle -21{,}8°) \cdot [(10+2)\Omega \angle 90°]$$

$$\overline{E_{vg}} = 8164{,}8V \angle 45°$$

$$I_{evg} = \frac{E_{vg}}{150} = \frac{8164{,}8}{150} = 54{,}4A$$



2) Como Motor:

Potencia Aciva:

$$P_m = 3 \cdot U \cdot I_m \cdot \cos\varphi_m$$

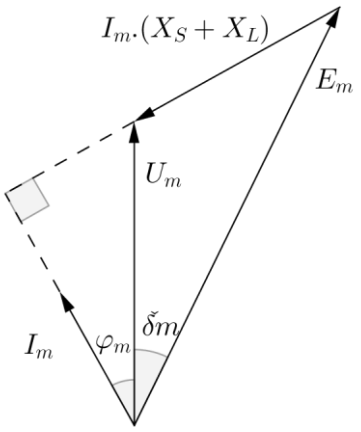
$$\cos\varphi_m = \frac{P_m}{3 \cdot U \cdot I_m} = \frac{5 \cdot 10^6}{3 \cdot \frac{6 \cdot 10^6}{\sqrt{3}}} = 0{,}96$$

$$\varphi_m = 15{,}79°$$

El motor está sobreexcitado, por lo tanto, está cediendo potencia reactiva a la red de potencia infinita

$$Q_m = 3 \cdot U \cdot I_m \cdot sen\varphi_m = 3 \cdot \frac{6 \cdot 10^3}{\sqrt{3}} \cdot 500 \cdot sen(15{,}79^o)$$

$$Q_m = 1{,}41 MVAR$$



Según el diagrama fasorial:

$$\overline{E_{vm}} = \overline{U} - \overline{I_m} \cdot (\overline{X_S} + \overline{X_L})$$

$$\overline{E_{vm}} = (\frac{6000V}{\sqrt{3}} \angle 0^o) - (500A \angle 15{,}79^o) \cdot [(10+2)\Omega \angle 90^o]$$

$$\overline{E_{vm}} = 7701{,}4 \angle -48{,}56^o$$

$$I_{evm} = \frac{E_{vm}}{150} = \frac{7701{,}4}{150} = 51{,}34A$$

8.-Un alternador trifásico tiene una impedancia síncrona Z_s= 0+j5 Ω y está conectado a una red de potencia infinita de 6600 V. La excitación es tal que la fem inducida en vacío es de 6000 V. Determinar la potencia activa máxima que en estas condiciones podrá suministrar la máquina, sin que exista pérdida de estabilidad. Hallar también la corriente de inducido y el factor de potencia para dicha carga.

9.-Un motor sincrónico de 208 V, 45 kVA, factor de potencia 0,8 en adelanto, 60 Hz, conexión en Δ, tiene una reactancia síncrona de 2,5 Ω. La resistencia del inducido es despreciable. Sus pérdidas por rozamiento propio y con el aire son de 1,5 kW y sus pérdidas en el núcleo son de 1 kW. Inicialmente, el eje está suministrando una carga de 15 HP y el factor de potencia del motor es 0,8 en adelanto. a) Dibuje el diagrama fasorial de este motor y encuentre los valores de la corriente de línea, corriente de fase y fem inducida. b) Suponga que la carga al eje se incrementa a 30 HP. Dibuje el comportamiento del diagrama fasorial en respuesta a este cambio; c) Encuentre los valores de la corriente de fase y de línea después del cambio de carga. ¿Cuál es el nuevo factor de potencia?

10.-El motor sincrónico de 208 V, 45 kVA, 60 Hz, conexión triángulo, del ejemplo anterior, alimenta una carga de 15 HP con un factor de potencia inicial de 0,85 en atraso. La corriente de campo en esas condiciones es de 4 A; a) dibuje el diagrama fasorial inicial de este motor y halle los valores de la corriente de fase y la fem inducida; b) Si el flujo del

motor aumenta en un 25 %, dibuje el nuevo diagrama fasorial del motor. ¿Cuáles son ahora los valores de la fem y la corriente de fase, y el nuevo factor de potencia del motor?; c) suponga que el flujo en el motor varía linealmente con la corriente de campo. Elabore una gráfica corriente de fase versus corriente de campo para el motor síncrono con carga de 15 HP.

11.- Una instalación industrial se alimenta desde una subestación transformadora cuya capacidad máxima es de 400 kVA. La planta consume 400 kVA con un factor de potencia de 0,65 en atraso. Se conecta un motor sincrónico sobreexitado que mejora el factor de potencia de la instalación de 0,65 a 0,85. Calcular la potencia útil que entregará el motor, y el factor de potencia de este.

Resolución Ejercicio Nº11

$S_i = 400kVA$; $\cos\varphi_i = 0{,}65$ (atraso)

$\cos\varphi_f = 0{,}85$ (atraso);

$P_i = S_i \cdot \cos\varphi = 400kVA \cdot 0{,}65$ $\qquad$ $P_f = S_i \cdot \cos\varphi_f = 400kVA \cdot 0{,}85$

$P_i = 260kW$ $\qquad$ $P_f = 340kW$

Potencia disponible = $Pm = P_f - P_i = 340kW - 260kW$

$Pm = 80kW$

$Q_i = \sqrt{S_i^{\,2} - P_i^{\,2}} = \sqrt{400^2 - 260^2} = 304kVAR$

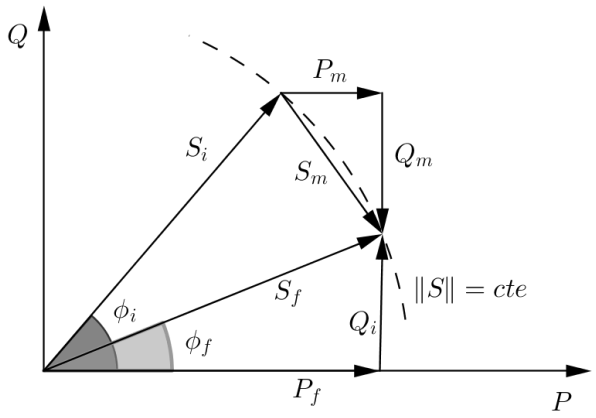
$Q_f = \sqrt{400^2 - 260^2} = 211kVAR$

$Q_m = Q_i - Q_f = 304kVAR - 211kVAR = 93{,}3kVAR$

$\cos\varphi_m = \dfrac{P_m}{S_m} = \dfrac{80kW}{122{,}9kVA} = 0{,}65$

$S_m = \sqrt{P_m^{\,2} + Q_m^{\,2}} = \sqrt{(80kW)^2 + (93{,}3kVAR)^2}$

$S_m = 122{,}9kVA$



El motor podrá consumir una potencia de 80kW, y trabajar sobreexcitado a un factor de potencia de 0,65; entregando una potencia aparente de 93,3 kVA.

.--oOo--.