

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PANAMÁ
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA
CUADERNILLO PARA EXÁMENES FINALES



NOMBRE: Joel Núñez
CÉDULA: 4-776-1628
FECHA: 4-10-2019

ASIGNATURA: CONVERSIÓN DE ENERGÍA II
GRUPO: IEE-141
PROFESOR: Edilberto Hall

PREGUNTAS: (20 PTS)

- 1) Dibuje el esquema de excitación sin escobillas que incluye un excitador piloto para máquinas Sincrónicas de corriente alterna.
- 2) Haga un sketch de las curvas de capacidad de un generador sincrónico, muestre los diferentes límites operativos (capacidad del eje, factor de potencia, corriente de armadura, corriente de campo, límite de estabilidad estática), y regiones de operación (motor, generador, sobre-excitado, bajo-excitado, factor de potencia en atraso y adelanto).

PROBLEMA # 1. (40 PTS).

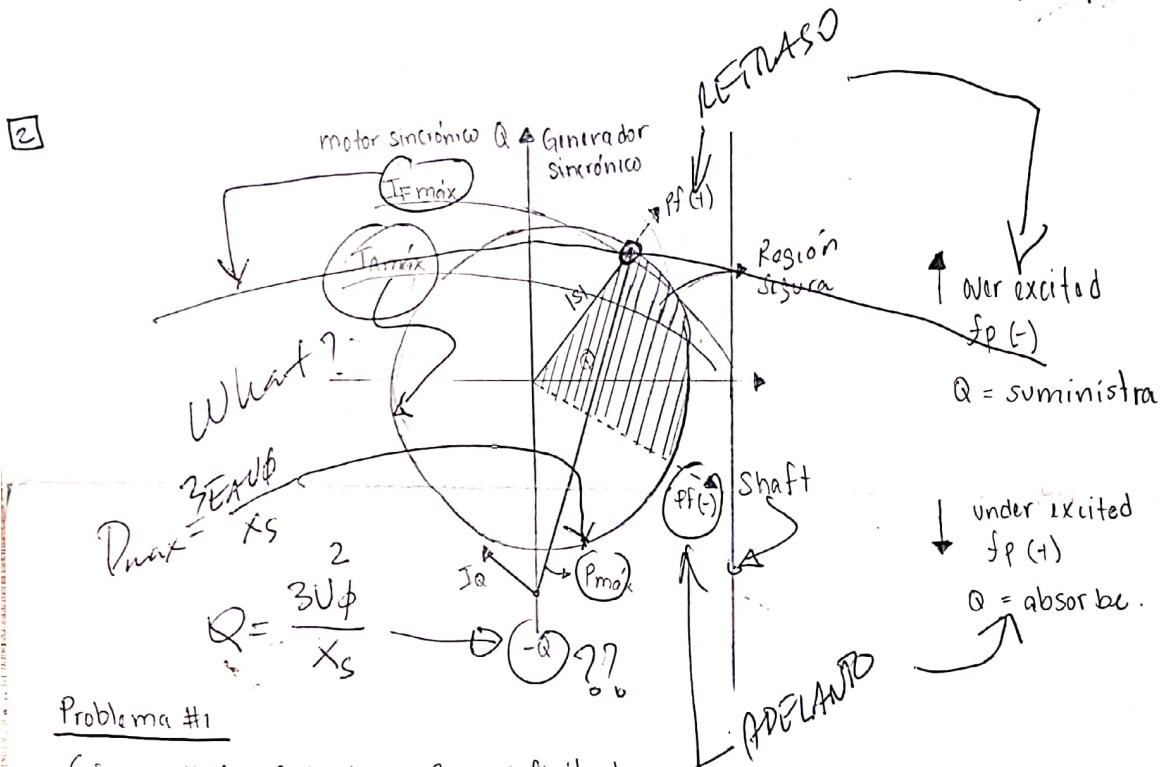
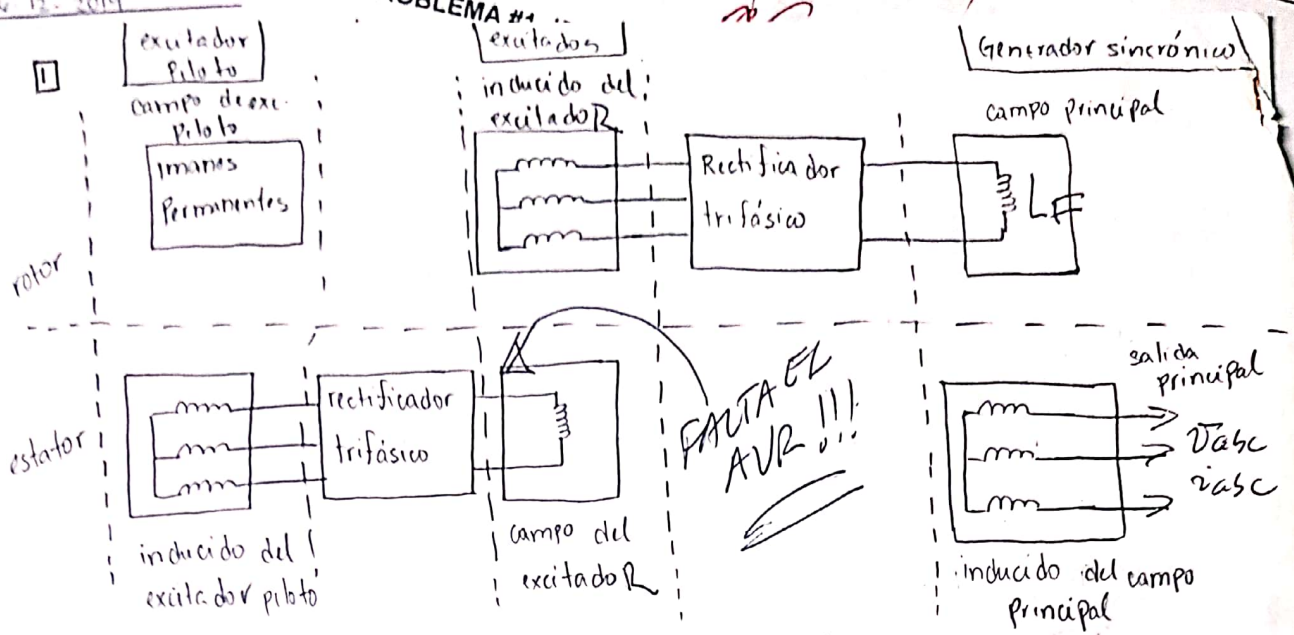
Un generador sincrónico de 20 MVA, 12.2 kV, con un PF de 80% (-), conectado en Y, tiene una reactancia en el inducido despreciable y una reactancia sincrónica de 1.1 pu. El generador está conectado en paralelo con un bus infinito de 60 Hz y 16 kV.

- a) ¿Cuál es el voltaje interno generado E_A del generador en condiciones nominales?
- b) Suponga que el generador tiene un incremento en el voltaje interno generado E_A en 5%, ¿Cuál será la nueva corriente en el inducido I_A ?
- c) ¿Cuántos MVAR adicionales entrega el generador en las condiciones del inciso (b)?
- d) Con los resultados de arriba, dibuje un diagrama fasorial que ilustre las condiciones operativas de los incisos (c) y (d).

PROBLEMA # 2. (40 PTS).

Una máquina sincrónica de 100 Hp, 440 V, con un PF de 80% (-), conectado en Delta, tiene una resistencia en el inducido de 0.22Ω y una reactancia sincrónica de 3.0Ω . Su eficiencia a plena carga es de 89%.

- a) Si $E_A = 430 \angle 13.5^\circ \text{ V}$ y $V_t = 440 \angle 0^\circ \text{ V}$, ¿la máquina consume potencia real o suministra potencia real del o al sistema de potencia? ¿Consume potencia reactiva o suministra potencia reactiva del o al sistema de potencia? Dibuje el diagrama fasorial en estas condiciones.
- b) Calcule la potencia P y la potencia reactiva Q que suministra o consume el generador en las condiciones del inciso (a).
- c) Calcule la potencia real y reactiva del generador en condiciones nominales. ¿Diga si el generador en el inciso (b) opera dentro o fuera de sus valores nominales? ??
- d) Si $E_A = 430 \angle 90^\circ \text{ V}$ y $V_{t, LN} = 440 \angle 0^\circ \text{ V}$, ¿la máquina consume potencia real o suministra potencia real del o al sistema de potencia? ¿Consume potencia reactiva o suministra potencia reactiva del o al sistema de potencia? Dibuje el diagrama fasorial en estas condiciones.



Problema #1

G_s 20 MVA, 12.2 kV
 $f_p = 80\% (-)$
 $X_s(pu) = 1.1 pu$

Barra infinita de
 16 kV, 60 Hz

A

$$Z_{base} = \frac{3 \left(\frac{V_{base}}{\sqrt{3}} \right)^2}{S_{base}} = \frac{3 \left(\frac{12.2}{\sqrt{3}} \right)^2}{20} = 7.442 \Omega$$

$$V_\phi = \frac{16 \text{ kV}}{\sqrt{3}} = 9237.60 \text{ V}$$

$$I_A = \frac{20 \text{ k}}{\sqrt{3} (16)} = 721.69 \text{ A} \quad \checkmark$$

$$E_A \angle \delta = V_\phi + I_A (X_s)$$

$$= 9237.60 + 721.69 \angle -36.87^\circ (j8.19)$$

$$E_A \angle \delta = 13630.45 \angle 20.30^\circ \text{ V}$$

LN

E_A, LL

$$X_s(\Omega) = X_s(pu) \cdot Z_{base}$$

$$= j1.1 (7.442) = j8.19 \Omega$$

$$\cos^{-1}(0.8) = 36.87^\circ$$

ESTO ES LO QUE SE PIDE!!

$$\begin{aligned} E_A' &= E_A \cdot 1.05 \\ &= 13630.45 (1.05) \\ &= 14311.97 \text{ V} \end{aligned}$$

$$I_A' = \frac{E_A' \delta' - V_\phi}{X_s}$$

$$I_A' = \frac{14311.97 \angle 19.29^\circ - 9237.60 \angle 0^\circ}{j8.19 \Omega}$$

$$I_A' = 777.94 \angle -42.09^\circ \text{ A}$$

$$E_A \sin \delta = E_A' \sin \delta'$$

$$\delta' = \sin^{-1} \left[\frac{E_A \sin \delta}{E_A'} \right]$$

$$= \sin^{-1} \left[\frac{13630.45 \sin 20.30^\circ}{14311.97} \right]$$

$$\delta' = 19.29^\circ$$

$$Q = 3 V_\phi I_A \sin \theta$$

$$Q = 3(16\text{K})(721.69) \sin 36.87^\circ$$

$$Q = 20.784 \text{ MVAR}$$

MVAR adicionales

$$Q_{\text{entregada}} = 22.404 - 20.784 = 1.62 \text{ MVAR} \checkmark$$

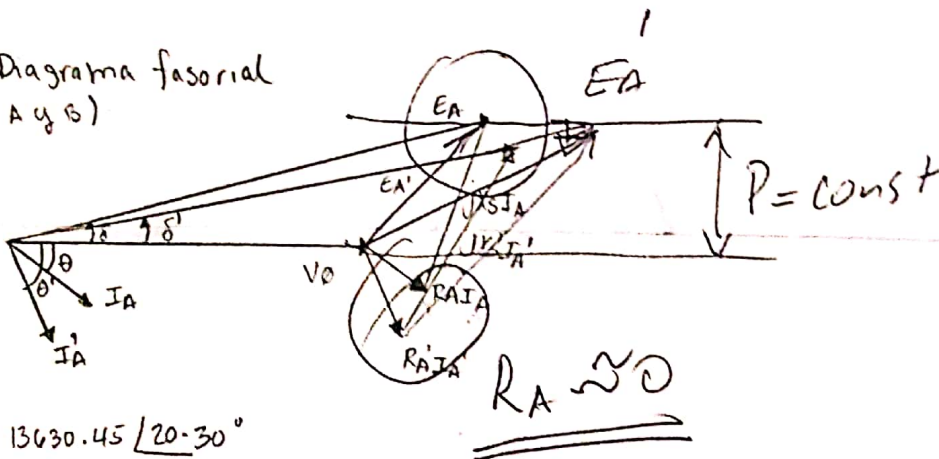
$$Q' = 3 V_\phi I_A' \sin \theta'$$

$$Q' = 3(16000)(777.94) \sin 36.87^\circ$$

$$Q' = 22.404 \text{ MVAR}$$

d

Diagrama fasorial
(caso A y B)



$$E_A = 13630.45 \angle 20.30^\circ$$

$$\delta = 20.30^\circ$$

$$E_A' = 14311.97 \angle 19.29^\circ$$

$$\delta' = 19.29^\circ$$

$$I_A = 721.69 \text{ A}$$

$$\theta = -36.87^\circ$$

$$I_A' = 777.94 \text{ A}$$

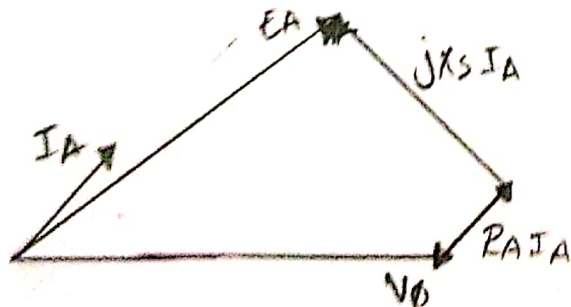
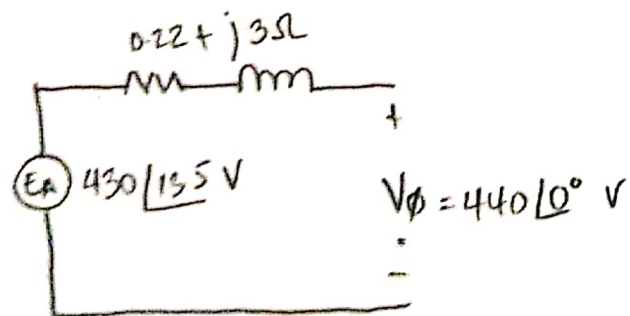
$$\theta' = -42.09^\circ$$

R_A = 30

Problema #2

$G5 \left\{ \begin{array}{l} 100 \text{ HP} \\ 440 \text{ V} \end{array} \right. \quad \begin{array}{l} 80\% (-) \\ \Delta \end{array} \quad \begin{array}{l} R_A = 0.22 \Omega \\ X_S = 3 \Omega \end{array} \quad n_{FL} = 89\%$

A



$$I_A = \frac{E_A \angle \delta - V_\phi \angle 0}{R_A + jX_S} = \frac{430 \angle 13.5 - 440 \angle 0}{0.22 + j3 \Omega} = 34.15 \angle 16.49^\circ \text{ A}$$

Under excited

P = suministra

Q = absorbe

$$S = \sqrt{3} (V_L) I_A^*$$

$$S = \sqrt{3} (440) (34.15 \angle -16.49) = 26025.79 \angle -16.49 \text{ VA}$$

$$|E_A \angle \delta| < V_\phi \quad \text{UNDER-EXC.}$$

[b]

$$S = 26025.79 \angle -16.49^\circ \text{ VA}$$

$$P = 24955.33 \text{ W} \Rightarrow \text{SUMINISTRA}$$

$$Q = -j7387.37 \text{ VAR} \Rightarrow \text{ABSORBE}$$

[c]

$$1 \text{ HP} \rightarrow 746 \text{ W}$$

$$100 \text{ HP} \rightarrow 74.6 \text{ kW}$$

$$P_{\text{nom}} = \frac{74.6 \text{ kW}}{0.89} = 83.82 \text{ kW}$$

$$S = \frac{P}{\text{f.p.}} = \frac{83.82 \text{ kW}}{0.8} = 104.775 \text{ KVA}$$

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2}$$

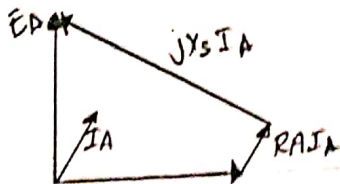
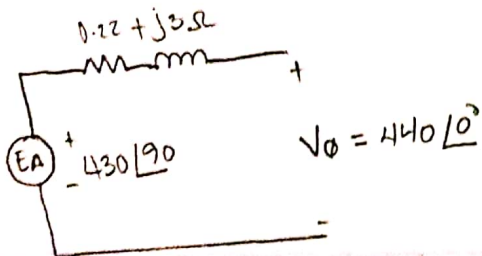
$$Q = \sqrt{(104.775)^2 - (83.82)^2}$$

$$Q = 62.823 \text{ KVAR}$$

Fuente o punto de
las condiciones nominales ??
(b)

Fuera.
Esta ~~fuera~~ de las
condiciones nominales.
 $Q_{\text{nom}} > Q(b)$

[d]



P = suministra

Q = absorbe

$$I_A = \frac{E_A \angle \delta - V_0}{R_A + jX_s}$$

$$I_A = \frac{430 \angle 90^\circ - 440 \angle 0^\circ}{0.22 + j3.5}$$

$$I_A = 204.52 \angle -49.85^\circ \text{ A}$$

$$S = \sqrt{3} \cdot 440 (204.52 \angle -49.85^\circ)$$

$$S = 155.86 \angle -49.85^\circ \text{ KVA}$$