

- Poner nombre y cedula en todas las hojas. Utilizar hojas separadas para cada ejercicio y para el teórico.
- Sea prolijo ordenando y justifique cada procedimiento.
- La duración del examen es 3 horas.
- La prueba es de carácter individual. Sin material. Esta prohibida la utilización de celulares.
- Para aprobar el examen es necesario tener un problema completo correcto y obtener el 60% o más de los puntos del examen.

Problema 1.(35 pts)

Se dispone de un motor de inducción (MI) alimentado desde una red de potencia infinita y media tensión, por intermedio de un transformador (T) que reduce la tensión a valores adecuados para la máquina.

Red: 6000 V, 50 Hz.

T: 6000/400 V, 40 kVA, 50 Hz, considerado ideal

MI: motor de inducción trifásico, 2 pares de polo, 40 kW, 400 V,

Ensayo de vacío: 400 V, 2,4 kW, 7,6 kVAR

$X_1 + X_{2e} = 0,32 \text{ Ohm}$, $R_1 = 0,1 \text{ Ohm}$, $R_{2e} = 0,12 \text{ Ohm}$.

1. Determinar la velocidad y corriente nominales de MI.
2. Determinar la mínima velocidad a la que puede funcionar MI sin que se produzca sobrecarga en ningún equipo de la instalación.
3. Para la situación de (2) determinar el estado de carga en corriente de MI y la potencia mecánica que entrega en el eje.
4. Indicar las modificaciones que realizaría en la instalación para que MI pueda entregar la potencia mecánica nominal a velocidad nominal.

Nota: Para pequeños deslizamientos, considerar que $R_{2e}/s \gg R_1 + j(X_1 + X_{2e})$

Problema 2. (35 pts)

Se dispone de un grupo electrógeno compuesto por un motor de arrastre (MA) y un generador sincrónico (MS) con las siguientes características:

MS: trifásico de valores nominales: 400 V; 50 Hz; reactancia 40% (inductiva pura); 250 kVA; $p=3$; E (tensión de línea en V) = 100 i siendo i la corriente de excitación en A

1. Funcionando el grupo aislado de la red, alimenta una carga trifásica que se sabe consume 150 kW con 100 kVAR bajo 400 V y se supone se modela como una impedancia constante. Determinar la corriente de excitación y velocidad de giro de MS para que la carga tenga en bornes 380V, 50 Hz.
2. Se conecta ahora MS en paralelo con la red, supuesta ideal de 400V 50 Hz, alimentando la carga de (1). Determinar la corriente de excitación de MS para que esta entregue 100 kW a mínima corriente de línea. Indique, en estas condiciones, que potencia activa y reactiva es suministrada por la red y el factor de potencia visto por la misma.



3. Además de la carga de (1) se conecta en paralelo con la red una segunda carga que consume 500 kVA con un factor de potencia 0.8 inductivo. Determinar el mayor factor de potencia, visto desde la red, que es posible conseguir operando MS entregando la potencia activa indicada en (2) y sin sobrecargar la misma.



Preguntas Teóricas. (30 pts).

- 1) **Maquina lineal:** una ML tiene los siguientes parámetros:

$B=4$, $R=5$, $L=2$ y $V=40$ (todos MKS).

- a) El eje se mueve a 3m/s. Hallar el rendimiento.
- b) Hallar el valor de la potencia máxima que puede entregar la maquina lineal.

- 2) **Máquina de corriente continua:** una MCC funciona como motor con la excitación conectada en forma independiente del inducido. Se sabe que $E = 0,15 \times n \times i$ (E en Voltios, n en rpm e i en Amper). La resistencia del inducido es de 1,2 ohm. Se alimenta de una fuente de 200V

- a. Hallar la corriente de arranque.
- b. Determinar el valor de i para que en vacío gire a 1000 rpm.

- 3) **Campo giratorio:** Un motor de inducción trifásico tiene los 6 bornes accesibles de su estator y los que se han identificado como A-A', B-B' y C-C'. La conexión correcta para que tenga su campo giratorio en sentido horario es con A conectado a la fase 1 de la fuente, B a la 2 y C a la 3; mientras que A', B' y C', se unen entre sí. Indicar qué resultado tendrá el campo giratorio, si a partir de la conexión original se hacen las siguientes modificaciones:

- a. B se conecta a la fase 3 y el C se conecta a la fase 2.
- b. C' se conecta a la fase 3, y C se conecta junto con A' y B'.

215

Problema 1.

Se dispone de un motor de inducción (MI) alimentado desde una red de potencia infinita y media tensión, por intermedio de un transformador (T) que reduce la tensión a valores adecuados para la máquina.

Red: 6000 V, 50 Hz.

T: 6000/400 V, 40 kVA, 50 Hz, considerado ideal

MI: motor de inducción trifásico, 2 pares de polo, 40 kW, 400 V,

Ensayo de vacío: 400 V, 2,4 kW, 7,6 kVAr

$X_1 + X_{2e} = 0,32 \text{ Ohm}$, $R_1 = 0,1 \text{ Ohm}$, $R_{2e} = 0,12 \text{ Ohm}$.

1. Determinar la velocidad y corriente nominales de MI.
2. Determinar la mínima velocidad a la que puede funcionar MI sin que se produzca sobrecarga en ningún equipo de la instalación.
3. Para la situación de (2) determinar el estado de carga en corriente de MI y la potencia mecánica que entrega en el eje.
4. Indicar las modificaciones que realizaría en la instalación para que MI pueda entregar la potencia mecánica nominal a velocidad nominal.

Nota: Para pequeños deslizamientos, considerar que $R_{2e}/s \gg R_1 + j(X_1 + X_{2e})$

Problema 2.

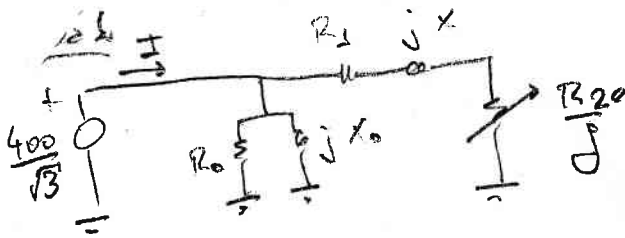
Se dispone de un grupo electrógeno compuesto por un motor de arrastre (MA) y un generador sincrónico (MS) con las siguientes características:

MS: trifásico de valores nominales: 400 V; 50 Hz; reactancia 40% (inductiva pura); 250 kVA; $p=3$; E (tensión de línea en V) = 100 i siendo i la corriente de excitación en A

1. Funcionando el grupo aislado de la red, alimenta una carga trifásica que se sabe consume 150 kW con 100 kVAR bajo 400 V y se supone se modela como una impedancia constante. Determinar la corriente de excitación y velocidad de giro de MS para que la carga tenga en bornes 380V, 50 Hz.
2. Se conecta ahora MS en paralelo con la red, supuesta ideal de 400V 50 Hz, alimentando la carga de (1). Determinar la corriente de excitación de MS para que esta entregue 100 kW a mínima corriente de línea. Indique, en estas condiciones, que potencia activa y reactiva es suministrada por la red y el factor de potencia visto por la misma.
3. Además de la carga de (1) se conecta en paralelo con la red una segunda carga que consume 500 kVA con un factor de potencia 0.8 inductivo. Determinar el mayor factor de potencia, visto desde la red, que es posible conseguir operando MS entregando la potencia activa indicada en (2) y sin sobrecargar la misma.



3/5



$$1) \quad 40 \times 10^3 = \frac{U_N^2}{R_{20}} g_N (1 - g_N) \Rightarrow 40 \times 10^3 = \frac{400^2}{0,12} g_N (1 - g_N) \Rightarrow g_N = 0,031$$

$M_N = 1453,51 \text{ rpm}$

$$I_{20} = \frac{400}{\sqrt{3} \times 0,12} \times 0,031 = 59,7 \text{ A}$$

$$I_0 = \frac{\sqrt{2,4^2 + 7,6^2}}{\sqrt{3} \times 400} \times 1000 = 11,5 \text{ A}$$

$$\varphi_0 = \arctan \frac{7,6}{2,4} = 72,5^\circ$$

$$I_0 = 11,5 \angle -72,5^\circ = (3,46 - j10,97) \text{ A} \Rightarrow I_N = 63,16 - j10,97 \quad I_N = 64,1 \text{ A}$$

$$2) \quad I_{NT} = \frac{40 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 400} = 57,8 \text{ A} \quad I_{NT} < I_N \Rightarrow \text{limite } T$$

$$\text{Si } I = I_{NT} \Rightarrow \left[2400 + 3 R_1 I_{20}^2 + 3 \frac{R_{20}}{g} I_{20}^2 \right] + [7600 + X I_{20}^2] = (40 \times 10^3)^2$$

$$I_{20} = \frac{400}{\sqrt{3} \times R_{20}} g \Rightarrow g = \frac{I_{20} \times \sqrt{3} R_{20}}{400}$$

$$\Rightarrow \left[2400 + 3 R_1 I_{20}^2 + 3 \frac{R_{20} \times 400 \times I_{20}^2}{I_{20} \sqrt{3} R_{20}} \right] + [7600 + X I_{20}^2] = (40 \times 10^3)^2$$

$$\left[2400 + 3 R_1 I_{20}^2 + \sqrt{3} 400 I_{20}^2 \right] + [7600 + X I_{20}^2] = (40 \times 10^3)^2 \Rightarrow I_{20} = 53,1 \text{ A}$$

$$\text{Si se desprecia } 3 R_1 I_{20}^2 \Rightarrow I_{20} = 54,2 \text{ A} \Rightarrow g = 0,028 \Rightarrow M = 1458 \text{ rpm}$$

$$3) \Rightarrow I = (57,66 - j10,97) \text{ A} \Rightarrow I = 58,7 \text{ A} \Rightarrow 98,3\%$$

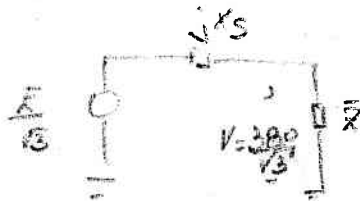
$$P_{113} = \frac{400^2}{0,12} 0,028 (1 - 0,028) = 36,3 \text{ kW}$$

4) Cambiar T con siguientes características: 6000/400V S_r^{min}

$$S_r^{\text{min}} = \sqrt{3} \times 400 \times \widehat{I_{NM}} = 41,3 \text{ kVA} \Rightarrow S_r \geq 41,3 \text{ kVA}$$

4/5

1. ENUNCIADO



$$X_s = 0,4 \times \frac{400^2}{250 \times 10^3} = 0,256 \Omega$$

1)

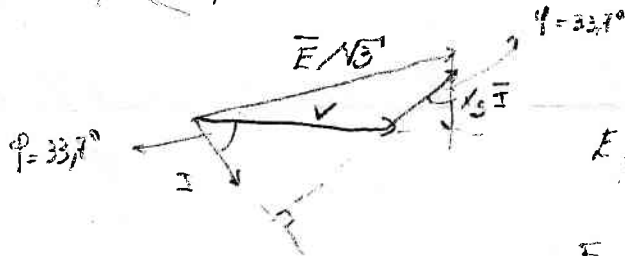
$$\frac{E}{\sqrt{3}} = jX_s I + V$$

$$I = \frac{230}{\sqrt{3} \times 0,89} \angle -33,7^\circ$$

$$\bar{E} = \frac{400/\sqrt{3}}{I_2} \angle \arctan\left(\frac{100}{450}\right) = 0,89 \angle 33,7^\circ$$

$$\Rightarrow I = 246,8 \angle -33,7^\circ$$

$$I_2 = \frac{\sqrt{150^2 + 100^2}}{\sqrt{3} \times 400} \times 1000 = 260,5 A$$

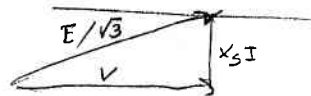


$$E = \sqrt{3} \times \sqrt{219,6^2 + (0,256 \times 246,8)^2} = 474,7 V$$

$$E = \sqrt{3} \times 274,4 = 474,7 V \Rightarrow i = 4,75 A$$

$$n_s = 1000 \text{ rpm}$$

2)



$$I = \frac{100 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 400} = 144,5 A$$

$$E = \sqrt{3} \times \sqrt{219,6^2 + (0,256 \times 144,5)^2} = 222,7 V$$

$$E = \sqrt{3} \times 222,7 V = 385,3 V \Rightarrow i = 3,85 A$$

$$P_{red} = 50 \text{ kW}$$

$$Q_{red} = 100 \text{ KVAR}$$

$$\Rightarrow \cos \phi_{red} = 0,45 \text{ ind.}$$

3)

$$I_{NMS} = \frac{250}{\sqrt{3} \times 400} = 361,3 A$$

$$Q_{max} = \sqrt{S_N^2 - P^2} = \sqrt{250^2 - 100^2} \times 1000$$

$$Q_{max} = 229 \text{ KVAR.}$$

$$\Rightarrow P_{red} = 150 + 500 \times 0,8 - 100 = 550 - 100 = 450 \text{ kW}$$

$$Q_{red} = 100 + 500 \times 0,6 - 229 = 400 - 229 = 171 \text{ KVAR}$$

$$\cos \phi_{red} = 0,93 \text{ ind.}$$



5/5