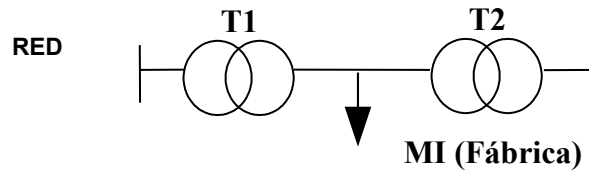


PROBLEMA 1 (17,5 pts)



El esquema representa la alimentación a una fábrica desde una red trifásica de 6.1 kV, 50 Hz que se supone ideal.

Se pide:

- Modelo monofásico estrella equivalente de la instalación a nivel 440V, incluido MI. (30%)
- Determinar la tensión en el secundario de T2 cuando este está en vacío y el MI arranca directo. (25%)
- Determinar la tensión secundaria de T2 si MI funciona en vacío. (20%)
- El motor mueve una carga que le impone una velocidad igual a 1450 rpm. Determinar el estado de carga en corriente del motor. (25%)

Datos:

T1: 6.3/0.44 kV, 300 kVA, Dy7, $U_z = 5\%$, trifásico
 T2: 0.44/0.22 kV, 300 kVA, Yd11, $U_z = 3\%$, trifásico.

Red: trifásica 6.1 kV, 50 Hz.

MI: Motor de inducción trifásico con los siguientes datos nominales: 440 V, 50 Hz, 120 kW, dos pares de polos, resistencia de estator por fase 0.1 Ohm (valor correspondiente al monofásico estrella equivalente).

Cuando la velocidad en el eje es 1455 rpm y está alimentada a 440V, 50 Hz el mismo consume 100 kW y 150 A.

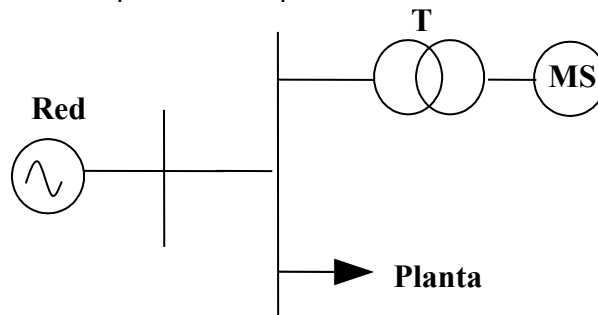
En vacío a tensión nominal consume 4.5 A y potencia activa despreciable.

Nota: En el arranque es posible despreciar la impedancia de vacío del motor.

PROBLEMA 2 (17,5 pts)

Se dispone de una máquina sincrónica (MS) accionada por una turbina operando en paralelo con la red para alimentar una planta industrial de acuerdo al siguiente esquema unifilar.

La excitación de MS es alimentada por una máquina de corriente continua (MCC) excitación shunt acoplada al mismo eje que MS.



Considerando los datos que se indican más abajo se pide:

- Determinar el circuito monofásico estrella equivalente de la instalación a nivel 6300 V. (25%)
- Valor de la corriente de excitación de MCC si MS funciona entregando 200 kW a mínima corriente de línea entregada por T a la barra. (30%)
- Para las condiciones de (2) determinar factor de potencia visto desde la red. (25%)
- Si se desea mejorar el factor de potencia visto desde la red actuando solo sobre la excitación de MS ¿se debe subir o bajar la excitación de MCC? No se consideran respuestas sin una justificación adecuada. (20%)

Datos:

MS: 6000V, 50Hz, 210 kVA, $X_s = 20\%$, un par de polos, $E = 1000i$ a 50 Hz. Resistencia bobina de continua 20 Ohm.

T: 6.3/0.4 kV 500kVA $X_{cc} = 5\%$ 50 Hz.

MCC: 130 V 15 kW $E = 50$ i a 500 rpm Rarmadura = 0.1 Ohm.

Red: 0.4 kV, 50 Hz.

Planta: consume una potencia de 300 kVA bajo un factor de potencia constante igual a 0.8 inductivo.

TEÓRICO (15 pts)

1) **Campo giratorio:**

Un motor de inducción trifásico tiene los 6 bornes accesibles de su estator y se han identificado los mismos de la siguiente forma A-A', B-B' y C-C'. La conexión correcta para que el mismo tenga su giro 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 se obtendrá si a partir de la conexión original se hacen las siguientes modificaciones y luego se energiza MI con el mismo en reposo:

- Se desconecta el borne C de la fuente.
- El borne A se pasa para la fase 2, el B para la fase 3 y el C para la fase 1.
- A' se conecta a la fuente 1, B' se conecta a la fuente 2, C se mantiene en la fase 3 y C' se conecta junto con A y B.

1) **Funcionamientos especiales de MI:**

Un MI trifásico funciona conectado a una red de alimentación de potencia infinita. Los bornes de MI se conectan a la red de la siguiente forma: borne A conectado a la fase 1, el borne B conectado a la fase 2 y borne C a la fase 3. MI se encuentra girando con un deslizamiento del 2%. La red es de 50HZ y MI tiene $p = 2$.

Estando en MI en las condiciones anteriores, en un instante t_0 se permuta la alimentación de 2 fases (el borne A pasa a conectarse en la fase 2 y el borne B en la fase 1). Este cambio se realiza en forma instantánea.

Se pide indicar:

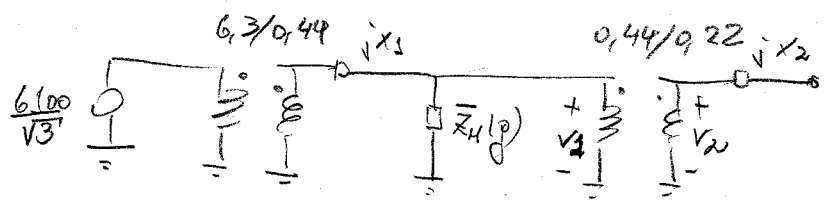
- El nuevo deslizamiento g' con que quedará funcionando MI un instante luego del cambio realizado en t_0 .
- Mostrar gráficamente (en un gráfico C(g)) cómo evolucionará el funcionamiento de MI en el tiempo posterior a t_0 .

1) **Máquina Síncronica:**

Una MS de $U_n = 400V$, 50kVA, $X_s = 8\%$, funciona solamente como generador conectado a una red trifásica de 400V de potencia infinita. Se pide identificar en el diagrama fasorial, la zona de funcionamiento MS como generador en los siguientes casos:

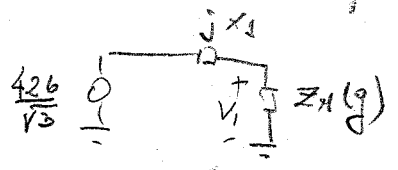
- Cuando la única restricción operativa está dada por la corriente nominal de MS.
- Anterior + limite a la potencia del motor propulsor en 25kW.
- Determinar el rango mínimo de variación de E para que el mismo no sea una restricción de funcionamiento mayor que las impuestas en (a) y (b).

Schema 1



$$X_1 = 0,05 \frac{440^2}{300 \times 10^3} = 0,032 \Omega$$

$$\frac{6100 \times 440}{6300} = 426 V$$



Motor: $X_0 = \frac{440/\sqrt{3}}{4,5} = 56,5 \Omega$

$$Z_V = \frac{440/\sqrt{3}}{150} = 1,7 \Omega$$

$$\bar{I}_{2e} = 150(0,88 - j0,47) + j4,5 = 132 - j66 = 147,6 A \angle -26,6^\circ$$

$$\cos \varphi_V = \frac{100 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 440 \times 150} = 0,88$$

$$g = \frac{1500 - 1455}{2500} = 0,03$$

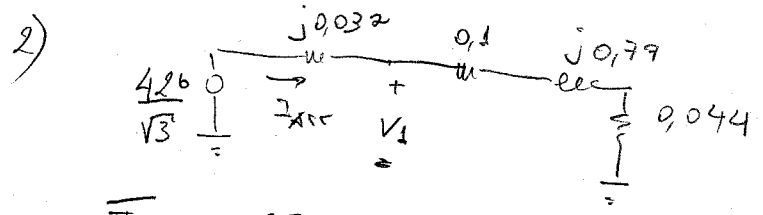
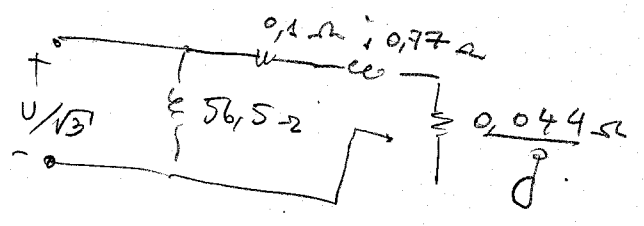
$$\bar{Z}_u = 1,73 \angle 26,6$$

$$\bar{Z}_{cc} = \frac{440/\sqrt{3}}{147,3} \angle 26,6$$

$$R_1 + \frac{R_{2e}}{0,03} = 1,73 \cos 26,6 = 1,55 \Rightarrow R_{2e} = 1,45 \times 0,03 = 0,044 \Omega$$

$$\rightarrow R_1 = 0,1 \Omega$$

$$X_1 + X_{2e} = 1,73 \sin 26,6 = 0,77 \Omega$$



$$\bar{I}_{Acc} = \frac{426/\sqrt{3}}{0,144 + j0,802} = \frac{246,2}{0,833 \angle 79,82}$$

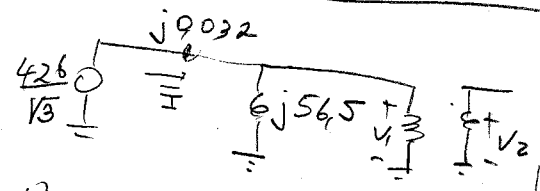
$$\bar{I}_{Acc} = 295,6 \angle -79,82^\circ$$

$$\bar{Z}_u = 0,144 + j0,77 \Rightarrow |\bar{Z}_u| = 0,78 \Omega$$

$$V_1 = 0,78 \times 295,6 = 230,6 \Rightarrow V_2 = 115,3 \Rightarrow U_2 = 199,5 V$$

3) MI $V_{cc} = 0 \Rightarrow u = N_s \Rightarrow \varphi = 0$

$$\bar{I} = \frac{246,2}{56,532} \angle -90^\circ = 4,35 A \angle -90^\circ$$



$$\bar{V}_1 \approx 246,1 \Rightarrow \bar{V}_2 = 123,1 \Rightarrow U_2 = 213 V$$

$$\left| \frac{1}{Z_0} \right| = 0,017$$

$$\left| \frac{1}{Z_u} \right| = 0,62$$

4) $n = 1450 \text{ rpm} \Rightarrow \varphi = 0,033$

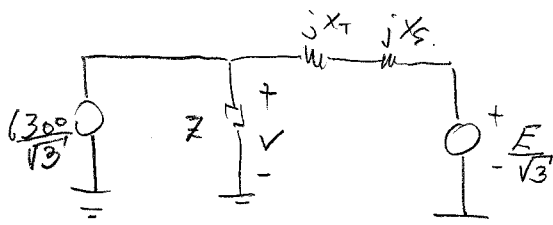
$$R_1 + \frac{0,044}{0,033} = 1,43 \Omega \Rightarrow \bar{Z}_u = 1,43 + j0,77 \quad \bar{Z}_0 = j565 \quad Z_V \approx \bar{Z}_u$$

$$\bar{I} = \frac{246,2}{1,43 + j0,802} = \frac{246,2}{1,64 \angle 28,3} \Rightarrow I = 150,1 A \quad V_1 = 1,62 \times 150,1 = 243,2$$

$$V_2 = 121,6 V \Rightarrow U_2 = 210,4 V$$

h2

1) Z



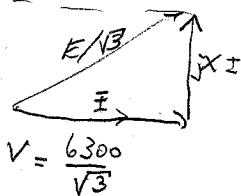
$$X_T = 0,05 \times \frac{6300^2}{500 \times 10^3} = 3,97 \Omega$$

$$X_S = 9,2 \times \frac{6000^2}{210 \times 10^3} = 34,29 \Omega$$

$$E = 1000 \text{ iMS}$$

$$X = X_S + X_T = 38,26 \Omega$$

2)

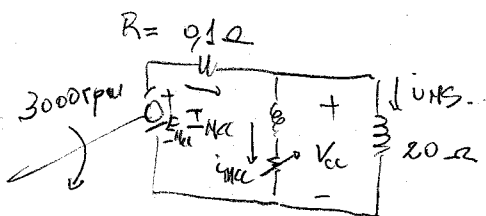


$$I = \frac{200 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 6300 \times \cos \phi} = 18,35 \text{ A}$$

$$E = \sqrt{3} \times \sqrt{\left(\frac{6300}{\sqrt{3}}\right)^2 + (38,26 \times 18,35)^2} = \sqrt{3} \times 3708,7$$

$$E = 6416,1 \text{ V}$$

$$\Rightarrow i_{MS} = 6,42 \text{ A}$$



$$V_{CL} = 20 \times 6,42 = 128,4 \text{ V}$$

$$E_{MCC} = R i_{MCC} + V_{CL}$$

$$i_{MCC} = i_{MCC} + i_{MS}$$

$$E_{MCC} = \frac{50}{500} i_{MCC} \times 3000 = 300 i_{MCC}$$

$$300 i_{MCC} = 91(i_{MCC} + 6,42) + 128,4 \Rightarrow i_{MCC}(300 - 91) = 0,642 + 128,4$$

$$i_{MCC} = \frac{129}{209} = 0,43 \text{ A}$$

3)

$$P_{planta} = 300 \times 0,8 = 240 \text{ kW}$$

$$Q_{planta} = 300 \times 0,6 = 180 \text{ kVAR}$$

$$P_{RS} = 200 \text{ kW}$$

$$Q_{RS} = 0$$

$$P_{red} = 40 \text{ kW}$$

$$Q_{red} = 180 \text{ kVAR}$$

$$\Rightarrow \cos \phi_{red} = 0,23 \text{ inductiva}$$

4) MS debe aportar reactiva $\Rightarrow i_{MS} \uparrow \Rightarrow V_{CL} \uparrow \Rightarrow$ se debe subir $E_{MCC} \Rightarrow i_{MCC} \uparrow$

