74
52101421

Examen de: **Máquinas Eléctricas (Plan Semestral con Parciales)**
Conversión Electromecánica.

Preguntas de Teórico

Viernes 24 de Agosto 2001

1) Tema: **Armónicos en los transformadores trifásicos.**

a) Explicar cuáles son las causas que normalmente provocan la aparición de armónicos en las corrientes y tensiones de un transformador trifásico, aún cuando se lo alimente en su primario con un sistema de tensiones trifásicas, equilibradas y directas, perfectamente sinusoidales, sin armónicos.
b) Indicar los métodos constructivos que conoce para reducir o limitar la amplitud de los armónicos de tensiones y corrientes en los bobinados primario y secundario de un transformador trifásico YNyn, justificando los mismos e indicando el campo de aplicación de cada método.

2) Tema: **Estabilidad del funcionamiento de la Máquina Sincrónica.**

Se considera el caso de una máquina sincrónica MS (de polos lisos, sin bobinados amortiguadores, funcionando en régimen lineal, de resistencia de bobinados despreciable y reactancia sincrónica Xs) trabajando como alternador y conectada en sus bornes a una red eléctrica de potencia infinita, y con corriente de excitación mantenida constante.
a) Estableciendo las ecuaciones eléctricas y mecánicas que rigen el funcionamiento en régimen permanente equilibrado, mostrar que ante una pequeña variación en la potencia mecánica aplicada al eje de MS, la velocidad de la máquina entra en un régimen oscilatorio superpuesto a la velocidad sincrónica.
b) Analizando las ecuaciones que rigen este movimiento oscilatorio, indicar cuál es la condición de estabilidad del funcionamiento de MS. Mostrar que para cualquier estado inicial P0 de la potencia mecánica en el eje, existe un **ΔPmáx** (dependiente de P0) tal que si se aplica una variación **ΔP de potencia en el eje, con ΔP > ΔPmáx**, el funcionamiento resulta inestable, con desenganche del sincronismo.
c) Explicar en qué consisten constructivamente los bobinados amortiguadores, y porqué su efecto tiende a amortiguar las oscilaciones.

3) Tema: **Máquinas Sincrónicas de polos salientes en régimen lineal.**

Explicar el ensayo que permite determinar los parámetros Xd y Xq de las MS de polos salientes. Indicar la forma de realización del ensayo, las medidas o registros a tomar, y la forma de cálculo de los parámetros Xd y Xq. Indicar, si es el caso, precauciones especiales que deban adoptarse durante el ensayo.

DEPARTAMENTO
FAC. INGENIER
DOCUMENTACI

EXÁMEN DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS AGOSTO 2001

PROBLEMA 1.

Una planta industrial se alimenta de un transformador T1 desde una red que se supondrá de potencia infinita y de tensión de línea igual a 15 kV. La carga de la planta la cual se supone representada por una impedancia presenta un factor de potencia 0,8 inductivo y se midió, con un voltímetro 213 V en bornes del secundario de T1.

De la lectura de la chapa del transformador se sabe que es un Yy, 30kVA, 15/0,22kV, Zcc =6% y del catálogo del fabricante se supo que el rendimiento máximo vale 96% y se produce para una potencia de entrada en el primario igual a 75% de la nominal bajo cosφ = 0,8

a) Sin tener en cuenta el dato del catálogo del fabricante, determinar la potencia suministrada a la carga, con las aproximaciones que estime admisibles de acuerdo a los datos que dispone, fundamentándolas sintéticamente. Se observa que ha falta de mayores datos se admite un rendimiento unitario para el transformador.

b) Idem, pero teniendo en cuenta el dato del catálogo del fabricante. Se observa que para este funcionamiento la corriente de vacío es despreciable frente a la corriente de línea , sin que por eso sean despreciables las pérdidas en el hierro.

c) Se conecta un transformador trifásico auxiliar T2, supuesto ideal , a los efectos de mejorar la tensión sobre la carga de la planta. El T2 se conecta su primario en estrella y en paralelo con el primario de T1, mientras que las fases del secundario del T2 se conectan en serie con las fases respectivas del secundario de T1.

Si se pretende mejorar en 10 V la tensión sobre la carga, determinar de que relación de transformación y de que potencia aparente debe ser el T2.

d) Si se desconecta intempestivamente el primario del T2 ¿que tensión aparece entre sus bornes secundarios.?

PROBLEMA 2

En la instalación de la figura un motor de inducción MI se alimenta desde la red a través de un transformador T. Se tiene conectada además una máquina sincrónica MS que solo se utiliza para regular la tensión de barras de la instalación.

Es necesario por razones del proceso industrial (papelera) mantener constante en 1460 rpm la velocidad de la MI, sabiendo que esta puede tener variaciones esporádicas de carga entre el 75% y el 85% de su valor nominal.

Asumiendo que la frecuencia de la red es constante se pide:

1) Determinar el modelo eléctrico estrella equivalente en régimen de la instalación especificando el valor óhmico de sus parámetros.
2) Determinar las tensiones necesarias a disponer en barras de la instalación para los valores extremos de variación de la carga de MI.
3) Sabiendo que en los casos extremos de la carga de MI la red aporta 45,5 kVAR y –55,4 kVAR respectivamente, entre que valores varía la corriente de excitación de MS? Detecta algún problema?

Datos:

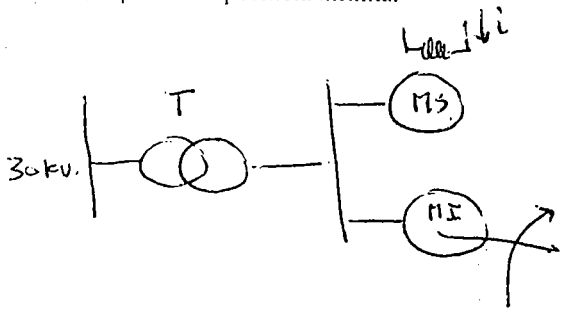
MS: 100 kVA, 50 Hz, 380V, X_S = 20%, conexión estrella, sin pérdidas. Curva de Vacío E(V)=50 i (A)

MI: Alimentada bajo tensión nominal (380V) y frecuencia nominal (50HZ) y con la carga mecánica que corresponde a su potencia nominal, se midió un consumo eléctrico de 100 kVA con cosφ = 0,8 y una velocidad de 1450 rpm. Se desprecian las pérdidas mecánicas, del hierro y joule estatóricas.

Nota: Se adoptará el modelo aproximado para pequeños deslizamientos.

T: 200 kVA, 50 Hz, 30/0,38 kV, Yd. X_T = 12%. Pérdidas despreciables.

Red: 30 kV, 50 Hz, supuesta de potencia infinita.

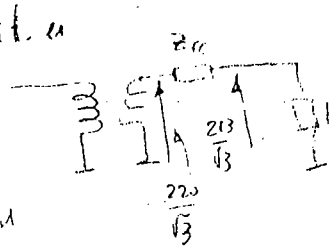


DEPARTAMENTO DE DOCUMENTACION FAC. INGENIERIA

PROBLEMA 1

a) No hay datos de magnetizante y $\eta \simeq 1$ ⇒ Z_{cc} reactiva pura

La sit. es

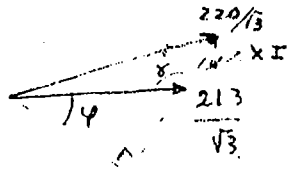


$|Z_L| / \arccos 0.8 = 37$

$Z_b = \frac{(220)^2}{30\cdot 10^3}$

$Z_{cc} = 0.06 \cdot \frac{(220)^2}{30\cdot 10^3}$

$Z_{cc} = 0.097$



$\Rightarrow \frac{220}{\sqrt{3}} \simeq XI\cos\left(\frac{\pi}{2}-\varphi\right) + \frac{213}{\sqrt{3}}$

$\gamma = \pi - \left(\frac{\pi}{2}-\varphi\right) = \frac{\pi}{2}+\varphi$

$\Rightarrow I = \frac{7/\sqrt{3}}{0.097\cos(90-37)} \Rightarrow I = 70\,A$; $Z_L = 1.76\angle 37 \Rightarrow P = \sqrt{3}\cdot 217 \times I \times 0.8 \cong \underline{21\,kW}$

b) Recalculo Z_{cc} y $\hat{\eta} \Rightarrow P_{Joule} = P_{Fe} \Rightarrow$

$P_{in} = \sqrt{3}\,U_2 I \cos\varphi \Rightarrow I = \frac{P_{in}}{\sqrt{3}\,U_2\cos\varphi}$

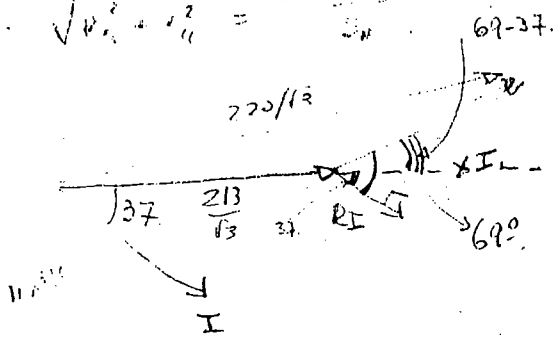
$R_{cc}\frac{P_{in}^2}{3U_2^2\cos^2\varphi} = \frac{P_{in}}{3}\frac{(1-\hat{\eta})}{2} \Rightarrow R_{cc} = \frac{U_2^2\cos^2\varphi\,(1-\hat{\eta})}{2P_{in}}$

$P_{in} = \frac{3}{4}\,30\,10^3 \times 0.8$; $\hat{\eta} = 0.96$; $U_2 = 220$; $\cos\varphi = 0.8$ $\Rightarrow \boxed{Z_{cc} = 0.1\angle 69^\circ}$

Además $\sqrt{R_{cc}^2 + X_{cc}^2} = \frac{0.1\,U_2^2}{S_n}$

$\Delta V = \bar{Z}_{cc}\bar{I} = 0.1\,I\angle 69+\varphi$

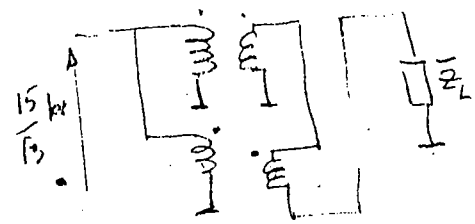
Entonces



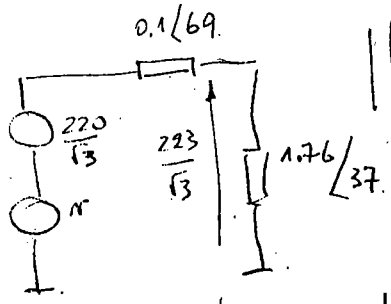
Kaapp ⇒ $\frac{220}{\sqrt{3}} \simeq \frac{213}{\sqrt{3}} + 0{,}1\,I\cos(69-37)$

$\Rightarrow I = \frac{7/\sqrt{3}}{0.1\cos(69-37)} \Rightarrow I = 48\,A \Rightarrow \underline{P = 14{,}15\,kW}$ $\quad Z_L = 2{,}56\angle 37$

c) Situación



⇒



$\frac{\left|\left(\frac{220}{\sqrt{3}} + r\right)\right|}{\left|0.1\angle 69 + 1.76\angle 37\right|} \times 1.76 = \frac{22}{\sqrt{}}$ o $\underline{2.56}$

⇓ Sale r

⇒ Relación transf $15.000/r$ volt. (T2)

Potencia $3 \times r \times \frac{223}{\sqrt{3}\cdot 1.76}$ o $3 \times r \times \frac{223}{\sqrt{3}\cdot 2.56}$

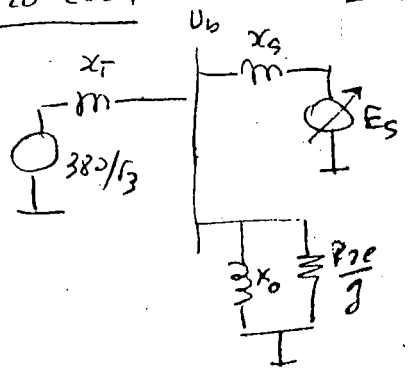
d) aparece x los $220/\sqrt{3}$

— x —

DEPARTAMENTO FAC. INGENIERIA DOCUMENTACION BIBLIOTECA

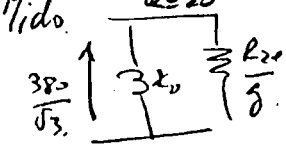
Sol. Parcial Marzo 2001

Prob 1 Modelo



MS $\Rightarrow x_S = 0{,}2\,\frac{U_N}{I_N} \Rightarrow \boxed{x_S = 0{,}288\,j\,\Omega}$

ME Mido $\rightarrow P = 80/3$, $Q = 20$



$\boxed{x_0 = 2{,}4\,j\,\Omega}$

$\boxed{R_{2e} = 0{,}06\,\Omega}$

$g = 50/1500$

Como la maq funciona a 1460 $\Rightarrow g = \frac{40}{1500} \Rightarrow \boxed{\frac{R_{2e}}{g} = 2.25\,\Omega}$

$T \Rightarrow x_T = x\,\frac{U_N^2}{P_N} \Rightarrow \boxed{x_T = 0{,}087\,j\,\Omega}$

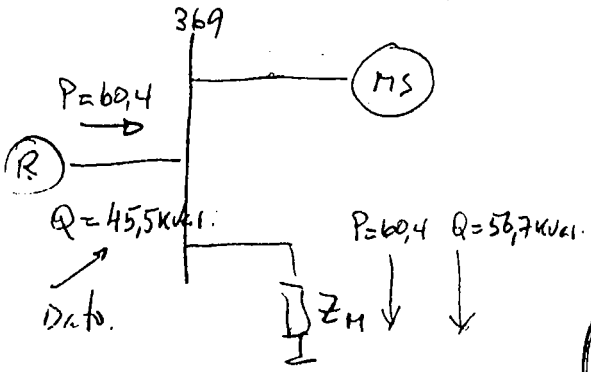
a) Si f y $n_R = cte \Rightarrow \omega_R = cte \Rightarrow \Delta C \propto \Delta P$ y $C \in [0{,}75 C_N ; 0{,}85 C_n]$

Pero g es cte por $\Rightarrow \frac{R_{2e}}{g}$ es cte $\Rightarrow U_b \therefore \frac{U_b^2}{2.25} = P$ y $P = \begin{cases} \frac{1460}{1450}\,0{,}75 \cdot 80\,k \\ \frac{1460}{1450}\,0{,}85 \cdot 80\,k \end{cases}$

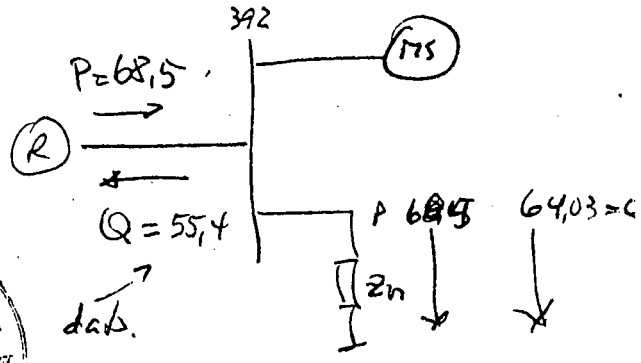
$\Rightarrow$ opero $\boxed{\begin{cases} \underline{U_b} = 369\,V & \underline{P} = 60{,}4\,kW \\ \overline{U_b} = 392\,V & \overline{P} = 68{,}5\,kW \end{cases}}$

La situación es: El motor se comporta como una $Z = x_0 \| R_{2e}/g = 1.64\angle 43^{15}$

Caso $\underline{U_b}$ $\underline{P}$



Caso $\overline{U_b}$ $\overline{P}$

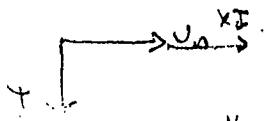


$Q_M = \frac{369^2}{2{,}4} = 56{,}7\,kVar$

$Q_n = \frac{392^2}{2{,}4} = 64{,}03$

$\Rightarrow$ MS entrega $56{,}7 - 45{,}5 = \underline{11{,}2\,kVar}$

$\Rightarrow I = \frac{11{,}2\,10^3}{\sqrt{3} \cdot 369} = 17.5$



$\Rightarrow \frac{E_0}{\sqrt{3}} = \frac{U_0}{\sqrt{3}} + x_S I$

$\Downarrow$

$E_0 = 374 \Rightarrow \underline{i = 7{,}5\,A}$

MS entrega $64{,}03 + 55{,}4 = \underline{120\,kVar}$

$I = \frac{120\,10^3}{\sqrt{3} \cdot 392} = 176.7$

$\Downarrow$

$E_0 = 443\,V \rightarrow \underline{i = 8{,}9\,A}$

Se sobrecarga 20%

DEPARTAMENTO DE DOCUMENTACION FAC. INGENIERIA