INSTITUTO DE INGENIERIA ELECTRICA - Departamento de POTENCIA
Parcial N°1 de: **MAQUINAS ELECTRICAS (P. 1997)**

14 de Octubre de 2013.

Preguntas de Teórico – total 50% del parcial: 1): 15% - 2): 20% - 3): 15%

Corrientes y tensiones armónicas en los transformadores trifásicos.

1) Se está proyectando la instalación eléctrica trifásica de una planta industrial que tendrá autogeneración. La conexión a la red eléctrica se hará a la red trifásica de 6 kV, 50 Hz, mediante un transformador de 3 devanados: primario, secundario y terciario. El requerimiento de las normas de conexión es que el bobinado primario, que irá conectado a la red, debe ser en estrella con neutro a tierra. El bobinado secundario está destinado exclusivamente a la conexión del generador, y el terciario a la conexión de las cargas de la planta industrial.
Las otras restricciones o requerimientos de la instalación son:

- El generador es trifásico con conexión interna en estrella, con neutro accesible, el cual deberá estar conectado a tierra a través de una impedancia.
- La instalación trifásica que alimenta las cargas de la planta será con distribución de neutro.
- Las cargas trifásicas en estrella tendrán su neutro conectado a tierra. Se admitirá que las cargas monofásicas, que se alimentarán entre fase y neutro, se distribuyen de forma tal que el transformador ve normalmente un sistema de cargas trifásicas simétricas (equilibradas). Se admitirá que todas las cargas son lineales, es decir no introducen deformaciones (armónicos) de la corriente.

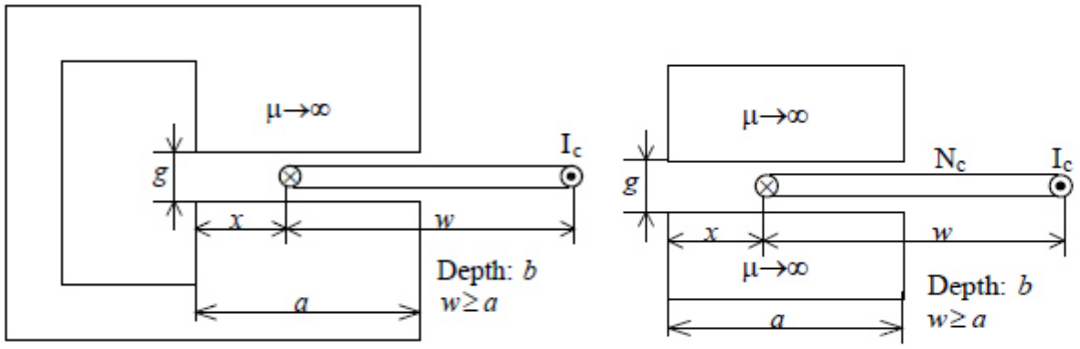
Se pide (justificando las respuestas):

a) Indicar el tipo de conexión (estrella, triángulo, zig-zag) más sencillo que sugiere para el devanado secundario al cual se conectará el generador, si se desea que no haya corrientes homopolares del generador que puedan ser inyectadas a la red, o de la red que puedan ser inyectadas al generador.

b) Indicar el tipo de conexión (estrella, triángulo, zig-zag) más sencillo que sugiere para el devanado terciario al cual se conectarán las cargas de la planta industrial. Se desea que las tensiones aplicadas a las cargas no se vean afectadas por los armónicos introducidos por la saturación del hierro del transformador. Indicar qué precauciones recomienda adoptar para el tipo de núcleo magnético del transformador, si corresponde.

Fuerzas y pares en circuitos magnéticos

2) Se tiene el dispositivo indicado en la figura de la izquierda. Una bobina de forma rectangular (ancho = w, profundidad = b) que posee Nc espiras recorridas por la corriente Ic (impuesta externamente) puede moverse solamente en forma horizontal (coordenada x) en el entrehierro de un núcleo magnético de permeabilidad supuesta infinita. Las dimensiones del entrehierro son: longitud = g, ancho = a (con a ≤ w), y profundidad = b. Se despreciará todo flujo fuera del entrehierro. Se asumirá que el campo magnético en el entrehierro está siempre dirigido verticalmente, en forma ortogonal con las superficies de éste.



Se pide:

a) Determinar la expresión de la autoinductancia L(x) de la bobina y calcular la fuerza horizontal Fx que resulta aplicada sobre la misma por efecto del circuito magnético.

b) El núcleo magnético está constituido por diferentes piezas, y ahora se desarma, quedando sólo las piezas polares a un lado y otro de la bobina como se indica en la figura de la derecha, sin modificarse las dimensiones geométricas ni la corriente de la bobina. Determinar en estas condiciones el nuevo valor de la fuerza Fx aplicada sobre la bobina.

c) Suponiendo que en las condiciones de a) la bobina tenía un tope en su desplazamiento hacia la izquierda de la figura que hacía que siempre fuese $x \geq 0$, indicar si por efecto del desarmado del núcleo como en b) la bobina se desplaza, y si alcanza un nuevo punto de equilibrio.

Máquinas sincrónicas de polos lisos en régimen lineal.

3) Diagrama de Mordey.

a) Describir el diagrama de Curvas "en V" (o diagrama de Mordey) de una Máquina Sincrónica (MS) de polos lisos en régimen lineal. Indicar qué parámetros del funcionamiento de la máquina se grafica en abscisas y en ordenadas, y qué familia de curvas se representa en el diagrama, bajo qué hipótesis.

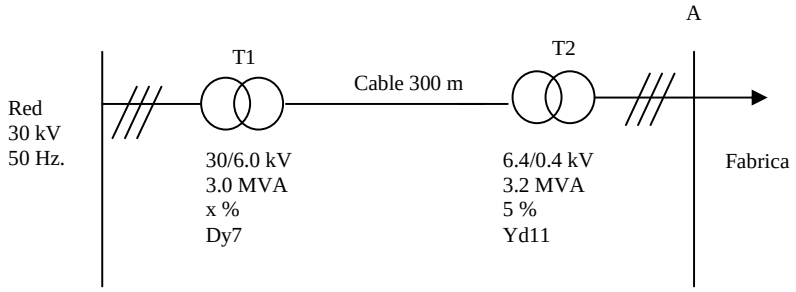
b) A partir del diagrama fasorial de la MS, supuesta con resistencia de fase de estator despreciable, dar una explicación a la forma general de la familia de curvas representada en el diagrama de Mordey, para $P \neq 0$ y $P=0$.

Problema - Total 50% del parcial: partes: 1): 5% - 2): 8% - 3): 12% - 4): 25%

El esquema de la figura representa la alimentación a una fábrica desde una red de 30 kV, 50 Hz que se supone ideal.

Los transformadores T1 y T2 están conectados por un cable de 300m de longitud para el cual se adoptará un modelo eléctrico constituido por una reactancia inductiva de 0.01 Ω/m por fase.

Se pide:

1) Mostrar que existe un valor de corriente en el cable que hace que ambos transformadores trabajen simultáneamente a su corriente nominal, y calcularlo.
2) Modelo monofásico estrella equivalente de la instalación representado a nivel de 400 V.
3) Determinar el valor (x) en por unidad de la reactancia de cortocircuito del transformador T1 si se desea que cuando se esté en la situación determinada en (1) la tensión en la barra A esté un valor igual al 90% de la tensión que se tiene en el mismo punto pero en vacío. Se considera que la carga es una resistencia pura, constante.
4) Se dispone de un tercer transformador T3 cuyas bobinas primarias y secundarias no se encuentran conectadas. De T3 se conocen los siguientes resultados de ensayos a 50 Hz:
    a. Con una conexión Dy cuando se lo somete a 18 kV del lado conectado en triángulo, del lado en estrella en vacío se mide 380 V.
    b. Con la misma conexión Dy se le realiza un ensayo de cortocircuito obteniéndose el siguiente resultado: Ucc = 2000 V, Icc =50 A, Pcc =0.

    Determinar cómo conectar los bobinados primarios y secundarios de T3 de forma que pueda operar en paralelo con T1 y T2 determinando además la tensión sobre la carga de la parte (3) con T3 ahora conectado.