Parcial N°1 de Máquinas Eléctricas – 5 de Octubre 2007.

Preguntas de Teórico – total 50% del parcial: 1): 15% - 2): 20% - 3): 15% - 4): 15%

Tema 1: Corrientes y tensiones armónicas en los transformadores trifásicos.

1) a) Indicar en un gráfico la forma de la corriente de vacío de un transformador monofásico, suponiendo que la tensión de alimentación es puramente sinusoidal. Indicar cualitativamente porqué no debe contener armónicos de rango par, y porqué el tercer armónico es predominante.
   b) Admitiendo que por algún medio fuesen eliminados los armónicos de la corriente de dicho transformador, y que por ese efecto el flujo pasa a tener una componente de tercer armónico de amplitud igual al 5% del fundamental. ¿Cuál sería la amplitud del tercer armónico de la tensión secundaria respecto del fundamental de la tensión? Justificar porqué.

2) Se debe instalar un transformador trifásico industrial 660/220 V, conexión YNy0, de 50 kVA. En la red primaria (660 V) todos los neutros, inclusive el de la fuente (no especificada en este caso) y el del transformador, están conectados a tierra. En la red secundaria (220 V) el transformador no tiene neutro accesible ni hay distribución de un conductor de neutro, pero las cargas, internamente de conexión estrella, tienen su neutro conectado a tierra.
   a) ¿Es posible que las corrientes de tercer armónico generadas por la saturación del hierro del transformador lleguen a las cargas conectadas en la red secundaria? ¿Qué precauciones especiales en el diseño y/o especificación del transformador sugiere adoptar para reducir los armónicos?
   b) ¿Es posible que las corrientes de tercer armónico originadas fuera del transformador y presentes en la red primaria alcancen a las cargas conectadas en la red secundaria? Justificar ambas respuestas a) y b).
   c) En lugar de un transformador trifásico le proponen instalar tres autotransformadores monofásicos 380 V/ 220 V, de 17 KVA c/u, conectados en estrella con neutro a tierra en los primarios y en estrella en los secundarios. ¿Cómo responde a las preguntas a) y b) en este caso?

Tema 2: Fuerzas y pares en circuitos magnéticos (Sólo se pide responder una de las dos preguntas: 3 o 4)

3) a) Entre las piezas polares planas de un electroimán se tiene un campo uniforme de inducción magnética en el aire de valor 1.0 Tesla. El entrehierro es de 5 mm y las piezas polares tienen una superficie de 5 cm^2. Calcular la fuerza que se ejerce entre las piezas polares.
   b) Indicar la fuerza que se tendría si en las condiciones anteriores el entrehierro fuese de 10 mm. ¿Y si fuese de 10 cm? Explicar qué sucede en la realidad con la fuerza de ese electroimán.

4) a) En un sistema electromecánico de rotación (es decir donde la parte móvil o rotor puede girar libremente con un eje de rotación) en régimen lineal (sin saturación del hierro), indicar la expresión general del par mecánico generado por efecto electromagnético en función de las inductancias y corrientes del dispositivo.
   b) En función de la expresión anterior, indicar qué condición se requiere de las inductancias de ese sistema para que el dispositivo presente una componente reluctancia en su par, es decir que el par sea no nulo cuando todos los bobinados excepto uno, estén sin corriente.

Parcial N°1 de Máquinas Eléctricas – 5 de Octubre 2007.

Ejercicio- Total 50% del parcial: partes: 1): 10% - 2): 15% - 3): 20% - 4): 5%

Un transformador T1 de 10 MVA con regulación bajo carga (RBC) de 9 pasos en un rango $\pm 5\%$, alimenta una fábrica cuya potencia contratada es 7.5 MW con cos φ = 0.92. La red de alimentación es de 30.0 kV. Se sabe fehacientemente que la demanda aumentará en un 30% el próximo año, conservando el cos φ, y luego se mantendrá constante en ese valor por un período prolongado. A efectos de evitar sobrecargas por las futuras ampliaciones se evalúa comprar otro transformador T2 similar (pero sin RBC) y de la misma potencia nominal. La tensión nominal del primario de T2 es 31.5 kV.

Dado que T1 y T2 no son exactamente iguales, se decidió realizar ensayos a T1 para conocer su situación actual, y definir en qué posición se colocará el RBC. Del T2 se cuenta con los datos del fabricante.

T1: ensayo de vacío 30 kV, 6.2 kV, 3.28 A (primario), 56 kW, 50 Hz.
ensayo de cortocircuito 4 kV, 191 A, 430 kW, 50 Hz.

El grupo de conexión es Dy11.

Ambos ensayos se realizaron con el RBC en la posición 5. Para simplificar el problema se supondrá que los valores de las impedancias de vacío y cortocircuito de T1 no varían al cambiar la posición de los taps.

De T2 el fabricante provee la siguiente curva dado un ensayo en vacío a 50 Hz y alimentado por el secundario.

Us(kV)	2	4	5	5.75	6.3	6.6	6.8
Is(A)	4.85	5.86	6.84	7.57	8.23	8.85	9.47
Ps(kW)	6.7	14.6	21.3	27.1	32.3	36.4	40.1
Up(kV)	9.87	19.75	24.68	28.38	31.10	32.58	33.57

Ensayo con el secundario cortocircuitado: 3.3 kV, 185 A, 369 kW, 50 Hz.

El grupo de conexión es Dy11.

<u>Se pide:</u>

1) Elegir la posición del cambiador de tomas de T1 para minimizar la corriente de circulación en vacío si ambos transformadores se conectan en paralelo.

2) Asumiendo la posición anterior del cambiador de tomas para T1, y despreciando la eventual diferencia en las relaciones de transformación, determinar la máxima corriente que puede llevar T2 en régimen permanente sin sobrecalentarse.

3) La otra posibilidad que se maneja para solucionar el tema del aumento de la carga es utilizar un transformador T3, Yy0, de potencia nominal de 1 MVA, que actualmente está fuera de servicio. El T3 es de 31.5 kV/6 kV y su conexionado rígido. En este caso la idea es comprar tres transformadores monofásicos con RBC para conectarlos como desfasador en serie con T3 de modo que este conjunto pueda conectarse en paralelo con T1. Dibujar en un diagrama trifilar cómo realizar la conexión de los tres transformadores monofásicos para lograrlo.

4) Suponiendo que la RBC de los transformadores monofásicos sólo puede modificarse en el rango: $0.04 < \frac{N_s}{N_p} < 0.18$, determinar si es posible realizar la operación en paralelo de T1 y T3 junto con el desfasador según el esquema planteado en 3).

En esta parte puede asumir que T3 tiene tantos pasos para regulación de sus taps, que su relación de transformación se adapta al valor que se desee dentro de un rango razonable.