

EJERCICIOS PROPUESTOS DE MAQUINAS ELECTRICAS

TEMA-2 (TRANSFORMADORES)

EJERCICIO N°1

Un transformador monofásico de 10KVA, relación 500/100V, tiene las siguientes impedancias de los devanados: $Z_1 = R_1 + jX_1 = 0,2 + 0,4j \Omega$ y $Z_2 = R_2 + jX_2 = 0,008 + 0,016j \Omega$.

Al alimentar el transformador por una tensión de 500V que se toma como referencia de fases, la corriente de vacío absorbida responde a la forma compleja $I_0 = 0,2_{(70^\circ)} A$.

Calcular:

- Valores E_1 , E_2 y V_2 cuando el transformador trabaja en vacío.
- Si el secundario lleva una corriente de la forma $I_2 = 100_{(30^\circ)} A$. Calcular los nuevos valores de E_1 , E_2 y V_2 .

EJERCICIO N°2

Un transformador de 1°5KVA y 60 c/seg tiene los siguientes datos:

$N_1 = 1500$ espiras ; $N_2 = 150$ espiras ; $r_1 = 2,7\Omega$; $r_2 = 0,024\Omega$; $x_1 = 9,1\Omega$; $x_2 = 0,088\Omega$

La corriente de vacío es $I_{10} = 0,15 A$ y las pérdidas en el núcleo son 92W. Suponiendo que el F.D.P de la carga es 0,8 y que la tensión secundaria en carga es de 230V.

Calcular:

- Corrientes y tensiones.
- Regulación.

EJERCICIO N°3

Un transformador monofásico de distribución de 5 KVA a 50 c/seg tiene un régimen de 2300/230V. Las pérdidas en el hierro en vacío son de 40W, y la corriente en vacío de 0,3 A. La resistencia del primario 5Ω y su reactancia de dispersión 25Ω . Determinar.

- F.D. P en vacío.
- La tensión del secundario en vacío, si la tensión aplicada al primario es de 2300V.

EJERCICIO N°4

Un transformador de 5KVA tiene unas características nominales de tensión de régimen de 1100/110V. Con el devanado de baja tensión en cortocircuito, se sabe que se necesitan 33V para que circule la corriente nominal de plena carga, siendo de 85W la potencia de entrada. Se desea saber el porcentaje de regulación cuando la carga toma la corriente de régimen con $\cos\phi = 0,8$ en retardo. (No usar la rama en paralelo en retardo).

EJERCICIO N°5

Un transformador monofásico de 4KVA 200/400V, 50 c/seg dio los siguientes valores durante una prueba sin carga en el lado de baja tensión: 200V, 0,7 A, 60W. Cortocircuito en el lado de alta tensión: 9V, 6 A, 21,6W. Calcular:

- Corriente de magnetización y la componente correspondiente a la pérdida en el hierro para la frecuencia y tensiones nominales.
- B) El rendimiento cuando por el devanado secundario circula la corriente nominal de 10 A con F.D.P unidad.
- La tensión nominal en el secundario a plena carga o nominal con factores de potencia 0,8 en retardo y 0,8 en adelanto, aplicando 200V al primario.

EJERCICIO N°6

Un transformador monofásico de 10KVA, relación 1000/100V, 50Hz, tiene los siguientes parámetros de tensiones relativas de cortocircuito: $\epsilon_{RCC} = 6\%$; $\epsilon_{XCC} = 8\%$. Con unas pérdidas en el hierro $P_{Fe} = 200W$ y unas pérdidas en el cobre o nominales de 300W. En el secundario del transformador se conecta una carga de impedancia $2_{(30^\circ)} \Omega$. Calcular

- Si la tensión secundaria se considera igual a $100_{(0^\circ)} V$. ¿Cuál será el valor de la tensión primaria necesaria para que la tensión secundaria se mantenga constante al alimentar la carga mencionada?.
- Si la tensión primaria se mantiene constante igual a $1000_{(0^\circ)} V$. ¿Cuál será la tensión que se obtendrá en el secundario al alimentar la carga ¿.
- Rendimiento a plena carga con F.D.P 0,8.
- Potencia de máximo rendimiento.
- Rendimiento máximo para un F.D.P 0,9.

EJERCICIO N°7

Dos transformadores monofásicos tienen las siguientes características:

Transformador I: 1000/100V; 100KVA; $\epsilon_{RCC} = 3\%$; $\epsilon_{XCC} = 4\%$; $\epsilon_{CC} = 5\%$.

Transformador II: 1000/100V; 200KVA; $\epsilon_{RCC} = 3\%$; $\epsilon_{XCC} = 4\%$; $\epsilon_{CC} = 5\%$.

Se conectan en paralelo para alimentar una carga de 150KVA con un F.D.P 0,8 inductivo. Calcular:

- Impedancias internas de ambos transformadores.
- Reparto de corrientes, potencias activas y aparentes. (Tomando la tensión $V'_{2(0^\circ)}$ V reducida al primario en origen de fases.
- Indicar si se pueden acoplar en paralelo y porqué.

EJERCICIO N°8

Se han realizado pruebas en un transformador trifásico de 100KVA, 400/6600V, conexión estrella triángulo, dando los siguientes resultados:

Vacio: Alimentación por el lado de 400V; $P_0=1250W$; 400V

Cortocircuito: Alimentación por el lado de 6600V; $P_{CC} = 1600W$; $V_{2cc}=314V$; Corriente de plena carga.

Calcular:

- Rendimiento a plena carga con un F.D.P 0,8.
- A media carga con un F.D.P unidad.
- Máximo rendimiento y carga a la cual se produce con F.D.P unidad.
- Tensión necesaria en el primario para el caso a), si la tensión secundaria se mantiene en 6600V.

EJERCICIO N°9

Un transformador trifásico estrella –triángulo de relación de tensiones compuestas 15000/380V, que alimenta en el lado de baja tensión una carga trifásica equilibrada conectada en triángulo de $0,3_{(36,87^\circ)}\Omega/fase$. Suponiendo que en estas condiciones el transformador trabaja a plena carga y que la tensión secundaria es de 380V. Calcular:

- Potencia aparente nominal del transformador en KVA.
- Si las impedancias de los devanados primario y secundario son respectivamente: $Z_1= 2+4j \Omega$ y $Z_2=1/1000+2/1000j \Omega$.

Calcular la tensión V_1 de línea para alimentar la carga a 380V.

- Calcular el rendimiento del transformador, si el índice de carga óptimo o de máximo rendimiento es igual a 0,8.
- ¿Cuál es el valor del índice horario del transformador, si la sucesión de fases es RST.

EJERCICIO N°10

Una instalación trifásica equilibrada, se compone de un transformador trifásico de 50KVA, conexión Dy1, relación de tensiones compuestas 15000/380V, con las siguientes tensiones relativas de cortocircuito: $\epsilon_{CC} = 10\%$ y $\epsilon_{XCC} = 8\%$. Alimenta por su secundario a una carga equilibrada en estrella $5_{(0^\circ)} \Omega/fase$ a través de una línea de impedancia $0,1+0,2j \Omega/fase$. Calcular:

- Parámetros R_{CC} , X_{CC} y Z_{CC} del circuito equivalente aproximado del transformador reducido al primario.
- Si se aplica al primario una tensión trifásica equilibrada de 15KV de línea. Determinar las tensiones a la salida del transformador y en extremos de la carga.

EJERCICIO N°11

Un transformador trifásico tiene las siguientes características nominales:

Conexión Yy0; Potencia aparente nominal 100KVA; relación de tensiones compuestas 3000/380V. los resultados de unos ensayos de vacío y de cortocircuito son los siguientes.

VACIO: 3000V, $P_0 = 5\text{KW}$ medidos en el lado de alta tensión.

CORTOCIRCUITO: 300V, I_{1CC} = corriente nominal, $P_{CC} = 6\text{KW}$ medidos en el primario.

NOTA: Las potencias anteriores son totales trifásicas y las tensiones son de línea.

Si la tensión secundaria de línea se mantiene constante en 380V. Calcular:

- Tensión compuesta necesaria en el primario cuando el transformador alimenta una carga trifásica equilibrada de 50KW con F.D.P 0,6 capacitivo.
- Potencia aparente de máximo rendimiento y rendimiento máximo del transformador para un F.D.P unidad.
- Se desea ampliar la instalación para alimentar una carga trifásica de 120KW con F.D.P 0,8 inductivo, por lo que se acopla en paralelo a este transformador con las siguientes características nominales. Conexión Yy0, Potencia nominal 50KVA, relación de tensiones compuestas 3000/380V, $\epsilon_{RCC} = 8\%$, $\epsilon_{XCC} = 6\%$, $P_0 = 2\text{KW}$. Calcular.
- Valores de las potencias aparentes, activas y reactivas suministradas por cada transformador y los rendimientos correspondientes.

TEMA-4 (MAQUINAS ASINCRONAS O DE INDUCCION)

EJERCICIO N°1

La potencia absorbida por un motor asíncrono trifásico de 4 polos , 50Hz , es de 4,76 KW cuando gira a 1435 r.p.m. las pérdidas totales en el estator son de 265W y las de rozamientos y ventilación son de 300W. calcular:

- Deslizamiento.
- Pérdidas en cobre del rotor.
- Potencia útil en el árbol del motor.
- Rendimiento.

EJERCICIO N°2

Un motor de inducción trifásico de 8 polos, 10 CV, 380V, gira a 720 r.p.m a plena carga. Si el rendimiento y F.D.P a esta carga es del 83% y 75% respectivamente. Calcular:

- Velocidad de sincronismo del campo giratorio.
- Deslizamiento a plena carga.
- Corriente de línea.
- Par en el árbol de la máquina.

EJERCICIO N°3

Un motor asíncrono trifásico de 4 polos, conectado en estrella, se alimenta de una red de 380V, 50Hz. La impedancia del estator es de $0,1+0,2j \Omega/\text{fase}$ y la del rotor en reposo reducida al estator vale $0,1+0,3j \Omega/\text{fase}$. Calcular:

- Intensidad absorbida en el arranque.
- Corriente a plena carga si el deslizamiento es del 4%.
- Potencia y Par nominal si se desprecian las pérdidas mecánicas.
- Rendimiento en el caso anterior si las pérdidas en el hierro son iguales a 1200W.

EJERCICIO N°4

Un motor de inducción trifásico de rotor devanado de 50 CV, 380V, 4 polos, 50Hz, ha dado los siguientes resultados en unos ensayos.

CORTOCIRCUITO: 120V ; 80 A ; 6,6KW.

ROTOR ABIERTO: Tensión aplicada al estator 380V; Tensión obtenida entre anillos 190V; Resistencia del rotor $0,2\Omega/\text{fase}$.

Los devanados están conectados en estrella y se desprecian las pérdidas en el hierro y mecánicas. Determinar:

- Velocidad del motor a plena carga.
- Rendimiento y F.D.P a plena carga.

EJERCICIO N°5

Un motor asíncrono trifásico de rotor devanado, $2p = 4$, se conecta a una red trifásica de 380V de tensión compuesta. El estator y el rotor están conectados en estrella. La relación de transformación de tensiones coincide con la de intensidades $m_v = m_i = 2,5$. Los parámetros del circuito equivalente del motor son: $R_1 = 0,5\Omega$; $X_1 = 1,5\Omega$; $R_2 = 0,1\Omega$; $X_2 = 0,2\Omega$; $R_{Fe} = 360\Omega$; $X_\mu = 40\Omega$.

Las pérdidas mecánicas son de 250w. Siendo el deslizamiento a plena carga del 5% y tomando como origen de fases la tensión simple o de fase. Calcular:

- a) Circuito equivalente del motor reducido al estator considerando la resistencia de carga R'_c .
- b) Corriente en el estator.
- c) Corriente en el rotor.
- d) Pérdidas en el hierro.
- e) Potencia absorbida por el motor de la red.
- f) Potencia mecánica interna.
- g) Potencia mecánica útil.
- h) Rendimiento del motor.
- i) Corriente arranque y su F.D.P.

EJERCICIO N°6

Un motor asíncrono trifásico con rotor en jaula de ardilla de 220/380V, 50Hz, 10 polos, tiene los siguientes parámetros del circuito equivalente:

$$R_1 = 0,5\Omega; X_1 = 3\Omega; R'_2 = 0,8\Omega; X'_2 = 3,5\Omega$$

Se desprecia la rama en paralelo del circuito eléctrico equivalente y las pérdidas mecánicas. Si la máquina se conecta a una red trifásica d 380V de línea, 50Hz. Calcular:

- a) Como se conectará el estator de la máquina.
- b) Corriente de arranque del motor.
- c) Si el deslizamiento a plena carga es del 4%, calcular corriente absorbida, potencia mecánica desarrollada, par electromagnético, potencia activa absorbida de la red, y rendimiento del motor en estas condiciones.
- d) Velocidad en régimen motor a la cual se obtiene el par máximo y valor del par máximo correspondiente.

EJERCICION°7

La máquina del ejercicio anterior, conectada a la misma red, se hace girar por un motor primario auxiliar a una velocidad de 615 r.p.m. Tomando la tensión simple de la red como referencia (Fase R). Calcular:

- a) Expresión fasorial de la corriente absorbida por la máquina y corriente entregada por la misma.
- b) Potencia mecánica absorbida del motor primario.
- c) Potencias activas y reactivas suministradas a la red.
- d) ¿Cuál es el rendimiento del generador?.

EJERCICIO N°8

Se tiene un motor asíncrono monofásico de 4 polos, 60 Hz, 110V, con los siguientes parámetros.

$$R_1 = 1,86\Omega; X_1 = 2,56\Omega; R'_2 = 3,56\Omega; X'_2 = 2,56\Omega; P_{Fe} = 0\Omega; X_\mu = 53,4\Omega. P_{mec} = 13,5W$$

Calcular para un deslizamiento del 5%.

- a) Corriente en el estator.
- b) Par útil.

EJERCICIO N°9

Un motor asíncrono monofásico de 2000W, 220V, 50Hz, 4 polos, tiene los siguientes parámetros del circuito eléctrico equivalente:

$$R_1 = 2\Omega; X_1 = 4\Omega; R'_2 = 1\Omega; X'_2 = 2\Omega; X_\mu = 100\Omega.$$

Se desprecian las pérdidas en el hierro y mecánicas. Si el motor se conecta a una red de 220V, 50Hz, y trabaja con un deslizamiento del 5%. Calcular:

- a) Corriente absorbida por el motor y su F.D.P.
- b) Potencia mecánica desarrollada.

TEMA-5 (MAQUINAS SINCRONAS)

EJERCICIO N°1

Un alternador trifásico de 1500 KVA, 6600V, conectado en estrella tiene una curva de vacío definida por la ecuación. $E_0 = \frac{12210F_e}{4250 + F_e}$, donde E_0 se expresa en tensión de línea y F_e representa la f.m.m. de excitación en Av/polo. La resistencia y reactancia de dispersión del inducido por fase son $0,6\Omega$ y $2,3\Omega$ respectivamente. La fmm de reacción del inducido a plena carga es de 2500 Av/polo. Determinar:

- a) F.e.m E_r de línea a plena carga con F.D.P. 0,8 inductivo
- b) Corriente de excitación necesaria en el inductor cuando la máquina está girando a plena carga con F.D.P 0,8 inductivo, si se sabe que la máquina tiene polos salientes devanados con 190 espiras cada una.
- c) Si en la situación del apartado anterior se desconecta repentinamente la carga.¿Cuál será la tensión de línea que aparecerá en bornes de la máquina?.
- d) ¿Cuánto vale la regulación de tensión de la máquina?.
- e)

EJERCICIO N°2

Un alternador trifásico de 5000KVA, 6600V, conectado en estrella, tiene una curva de vacío definida por la ecuación $E_0 = \frac{7400I_e}{85+I_e}$ donde E_0 se expresa en voltios por fase e I_e representa la corriente de excitación. La resistencia y reactancia de dispersión del inducido por fase son $0,2\Omega$ y 1Ω respectivamente. La f.m.m de reacción del inducido es equivalente a una corriente de excitación de 20 A . Calcular:

- a) Rango de excitación necesario para dar la tensión asignada de 6600V, desde vacío a plena carga con un F.D.P de 0,6 inductivo.
- b) Si la pérdidas en el hierro, por fricción y rozamiento con el aire ascienden a 100KW y las bobinas de campo están alimentadas con una excitatriz a 200V, Calcular el rendimiento a plena carga con F.D.P 0,6

EJERCICIO N°3

Un alternador trifásico conectado en estrella de 1000KVA, 4600V, tiene una impedancia síncrona de $2+20j \Omega$ /fase. Determinar la regulación a plena carga con F.D.P

- a) Unidad.
- b) 0,75 inductivo.

EJERCICIO N°4

Un generador síncrono trifásico conectado en estrella de 6600V, tiene una impedancia síncrona de $0,4+0,6j \Omega$ /fase. Calcular la regulación de la máquina cuando suministra una potencia de 1000KW a la tensión nominal con F.D.P.

- a) 0,866 inductivo.
- b) Unidad.
- c) 0,866 capacitivo.

EJERCICIO N°5

Un alternador trifásico tiene una impedancia síncrona de $0+10j \Omega$ /fase y está conectada a una red de potencia infinita de 11000V suministrando una corriente de 220V con F.D.P unidad. Sin cambiar la entrada de potencia a la máquina motriz se eleva la f.e.m un 25%. Calcular:

- a) Intensidad del inducido y su F.D.P.
- b) Potencia activa máxima que podrá suministrar la máquina antes de perder el sincronismo, con el nuevo valor de la excitación.
- c) Intensidad y F.D.P en la condiciones del apartado anterior.

EJERCICIO N°6

Dos alternadores trifásicos funcionan en paralelo suministrando a una carga una potencia de 6 MW con F.D.P 0,8 inductivo. La frecuencia de uno de ellos cae uniformemente de 51Hz en vacío a 49,75 Hz cuando se carga con una potencia activa de 10 MW, y en el otro la frecuencia pasa de 51Hz a 49,5Hz, cuando se carga con 3 Mw. Determinar las potencias activas suministradas por cada alternador y el F.D.P con que trabaja el primero sabiendo que el F.D.P del segundo es de 0,71 inductivo.

EJERCICIO N°7

Una industria absorbe una potencia activa de 2000KW con F.D.P 0,6 inductivo de una red de 6000V. Se coloca un motor síncrono conectado en estrella que va a desarrollar una potencia mecánica de 400KW con un rendimiento 0,8 para elevar el F.D.P a la unidad.

- a) Determinar la potencia aparente del motor síncrono y el F.D.P con el que trabaja.
- b) Si el motor tiene una resistencia de inducido despreciable y una reactancia síncrona de 2Ω /fase, estando la curva de vacío determinada por la ecuación:

$$E_0 = \frac{9000I_e}{30 + I_e}$$

Donde E_0 se expresa en voltios de línea e I_e en amperios de excitación, calcular la f.e.m. E_0 del motor y la excitación necesaria en el inductor.

EJERCICIO N°8

Un alternador hidráulico de polos salientes de 1500KVA, 3000V, 50Hz, conectado en estrella, tiene una reactancia síncrona en el eje directo $X_d=2\Omega$ y una reactancia síncrona en el eje de cuadratura $X_q= 1,5\Omega$. Calcular la f.e.m. inducida cuando trabaja a plena carga con F.D.P. 0,8 inductivo.

