



Universidad
Politécnica
de Cartagena

Titulación. Ingeniero Organización Industrial
Asignatura. Tecnología Eléctrica
Rev. 1.0 (Enero-2012)

Tema III. Transformadores

Universidad Politécnica de Cartagena

DPTO. DE INGENIERÍA ELÉCTRICA – FRANCISCO JAVIER CÁNOVAS RODRÍGUEZ

1.- Un transformador ideal con 1500 espiras en el primario y 100 en el secundario se conecta a una red de C.A. de 3.300 V, 50 Hz. Averiguar la relación de transformación y la tensión en el secundario.

2.- Un transformador reductor de 380/127 V proporciona energía a un motor monofásico de 3 kW, 127 V, $\cos \varphi = 0,71$. Suponiendo la corriente de vacío y las pérdidas despreciables, determinar la intensidad del primario, así como relación de transformación del mismo y el número de espiras en el secundario si el primario posee 3.000.

3.- Se somete a un ensayo en vacío a un transformador monofásico de 10 kVA, 500/220 V, 50 Hz, obteniendo los siguientes resultados: $V_1 = 500$ V, $V_2 = 220$ V, $A = 1$ A. y $W = 45$ W. Determinar: a) la relación de transformación; b) las pérdidas en el hierro; c) la corriente de vacío y sus componentes.

4.- Al realizar un ensayo en cortocircuito a un transformador monofásico de 25 kV, tensiones 1000/398 V, es necesario aplicar al lado de alta tensión una tensión de 40 V para que por el primario circule la corriente nominal. Si la potencia absorbida en el ensayo es de 800 W, averiguar: a) las corrientes nominales del primario y del secundario; b) las pérdidas en el cobre para la potencia nominal; c) la tensión de cortocircuito y sus componentes; d) los parámetros R_{cc} , X_{cc} y Z_{cc} ; e) las pérdidas en el cobre cuando el transformador trabaje a la mitad de la carga.

5.- Se desea determinar el valor efectivo de la tensión de salida de un transformador monofásico a plena carga con un FP de 0,85. Las características del mismo son: 50 kVA, 1000/230 V. En el ensayo de cortocircuito se han obtenido los siguientes resultados: ha consumido 90 W al aplicar una tensión de 10 V y circular una corriente por el primario de 12,5 A. Averiguar también: a) las pérdidas en el cobre a plena carga y el valor en los bornes $-V_2-$ para esta carga; b) el valor efectivo de la tensión en la carga cuando el transformador trabaje a la mitad de su potencia nominal y a un FP de 0,85 inductivo de la misma; c) Determinar la tensión en bornes de la carga del transformador, trabajando a plena carga y con un factor de potencia capacitivo de 0,1.

6.- Un transformador monofásico posee las siguientes características: 10 kVA, 7200/398 V, potencia de ensayo en vacío = 125 W, potencia de ensayo en cortocircuito = 360 W. Determinar: a) el rendimiento a plena carga y $\cos \varphi = 0,8$; b) el rendimiento cuando el transformador trabaje a la mitad de su potencia nominal y $\cos \varphi = 0,8$; c) la potencia a que debe trabajar el transformador para que lo haga con el rendimiento máximo.

7.- Se desea construir un transformador monofásico de potencia 1 kVA, relación de transformación 220/380 V, frecuencia 50 Hz.. Admitiendo una inducción máxima de 1,2 T y considerando el transformador ideal, calcular:

a) Sección aproximada del núcleo ($s_n=31'6 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$); b) Número de espiras de primario y secundario ($N_1=262$ espiras y $N_2=452$ espiras) y c) Diámetro de los conductores de primario y secundario admitiendo una densidad de corriente de 4 A/mm^2 . ($d_2=0'9 \text{ mm}$)

8.- Un transformador monofásico de 10 kVA, 6000/230 V, 50 Hz se ensaya en cortocircuito conectándolo a una fuente de tensión regulable por el lado de alta tensión. Siendo la indicación de los aparatos 250 V, 170 W y 1'67 A. Calcular: a) Intensidad nominal en alta tensión ($I_{n1}=1'67 \text{ A}$); b) Tensión porcentual de cortocircuito ($u_{cc}=\varepsilon_{cc}=4'17\%$); c) Resistencia, impedancia y reactancia de cortocircuito ($R_{cc}=60'96 \Omega$, $Z_{cc}=149'7 \Omega$, $X_{cc}=136'73 \Omega$); d) Caída de tensión porcentual en la resistencia y reactancia ($u_{Rcc}=\varepsilon_{Rcc}=1'7\%$, $u_{Xcc}=\varepsilon_{Xcc}=3'8\%$) y e) Factor de potencia en el ensayo de cortocircuito ($\cos \varphi_{cc}=0'407$).

9.- Un transformador monofásico de 100 kVA, 6000/230 V, 50 Hz, se ensaya en cortocircuito conectándolo a una fuente de tensión alterna senoidal regulable de frecuencia 50 Hz por el devanado de alta tensión. Si las indicaciones de los aparatos son 240 V, 1400 W y 16'67 A, calcular:

a) Tensión porcentual de cortocircuito ($\varepsilon_{cc} = u_{cc} = 4\%$); b) Variación porcentual de la tensión secundaria y tensión en bornes del secundario trabajando a plena carga y con factor de potencia 0'8 en retraso. ($u=\varepsilon=3'37\%$, $V_2=222'25 \text{ V}$) y c) Tensión en bornes del secundario trabajando el transformador a 3/4 de plena carga con factor de potencia 0'2 en adelanto ($u=\varepsilon=-2'55\%$, $V_2=235'86 \text{ V}$)

10.- Un transformador monofásico de 500 kVA, 6000/230 V, 50 Hz se comprueba mediante los ensayos de vacío y cortocircuito.

El ensayo en cortocircuito se realizado conectando el devanado de alta tensión a una fuente de tensión regulable, alterna senoidal de frecuencia de 50 Hz. Los datos obtenidos en el ensayo son: 300 V, 83'33 A, 8'2 kW.

El ensayo en vacío se realiza conectando el devanado de baja tensión a una tensión alterna senoidal, 230 V, 50 Hz siendo el consumo de potencia de 1'8 kW.

Calcular:

a) Rendimiento a plena carga, con carga inductiva y factor de potencia 0'8 ($\eta=97'6\%$); b) Rendimiento a media carga con igual factor de potencia ($\eta=98'1\%$), c) Potencia aparente de rendimiento máximo ($S_2=234'26 \text{ kW}$) y d) rendimiento máximo con factor de potencia unidad ($\eta_{\max}=98'5\%$).

11.- El rendimiento máximo de un transformador monofásico de 500 kVA; 3000/500 V, 50 Hz, es del 97% y ocurre para los $\frac{3}{4}$ de la plena carga con f.d.p. unidad. Se observa en un ensayo de cortocircuito que son necesarios 330 V, aplicados al primario para que circule en ese estado la corriente nominal por el transformador. Calcular:

a) La caída de tensión a plena carga con f.d.p. 0,8 inductivo.

b) Calcular qué tensión tenemos en el secundario, si conectamos a nuestro transformador dos motores que consumen:

Motor 1: 100 kW, $\cos \varphi=0'8i$

Motor 2: 200 kVA, $\cos \varphi=0'85i$

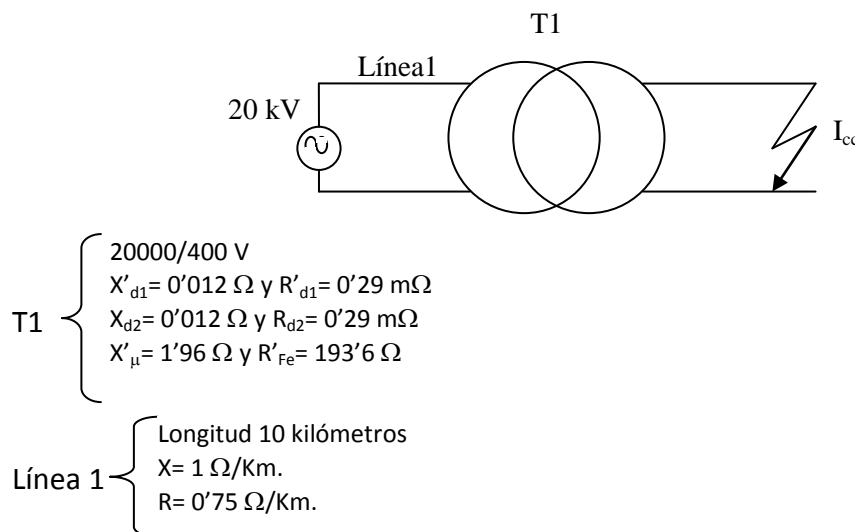
12.- Un transformador monofásico de 10 kVA, relación 1000/100V tiene los siguientes parámetros de tensiones relativas de cortocircuito: $\varepsilon_{Rcc}=6\%$; $\varepsilon_{Xcc}=8\%$. En el secundario del transformador se conecta una impedancia de $2^{130^\circ} \Omega$. (2,25 p.)

1) Si la tensión secundaria se considera igual a 100 V. ¿Cuál será el valor de la tensión primaria necesaria para que la tensión secundaria se mantenga constante al alimentar la carga mencionada? (1,75 p.)

2) Si la tensión primaria se mantiene constante e igual a 1000 V ¿Cuál será la tensión que se obtendrá en el secundario al alimentar la carga? (0,5 p.)

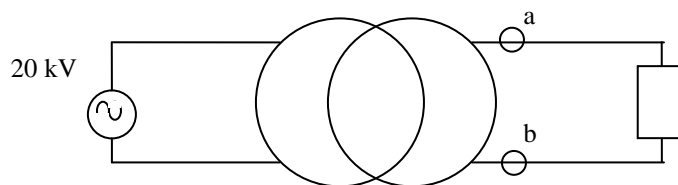
(Resuelto en el aula virtual)

13.- Tenemos la siguiente disposición. ¿Cálculame la Intensidad de cortocircuito que tenemos?. Partiendo del conocimiento del modelo del transformador y de los datos que damos a continuación.

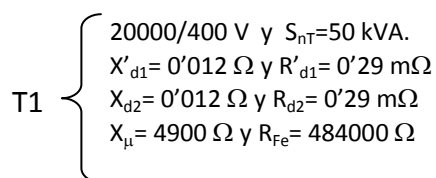


14.- Partiendo del esquema inferior:

a) Determinar la tensión en bornes –a y b- del secundario del transformador, sabiendo que la carga conectada a nuestro transformador es $(16+j12)\Omega$. Trabajar con el esquema equivalente simplificado del transformador monofásico; b) Caída de tensión en la carga Z.



Datos:



(Resolución la misma del problema anterior, obviando la rama de la reactancia magnetizante y la resistencia del hierro ; para el segundo apartado la caída en nuestra impedancia es la misma que la tensión a la salida de nuestro trasfo)

15.- Un transformador monofásico de 500 kVA, 15000/3000 V, 50 Hz., ha dado los siguientes resultados los ensayos de vacío y cortocircuito. **(4 ptos.)**

Ensayo de vacío; $I_o = 1,67$ A ; $P_o = 4000$ W.

Ensayo de cortocircuito: $U_{cc} = 750$ V ; $P_{Cu} = 10000$ W.

Calcular:

- Parámetros del circuito equivalente reducidos al primario. Obtener ε_{RCC} y ε_{XCC} . **(1 p.)**
- Obtener el rendimiento máximo del transformador cuando trabaja con factor de potencia 0,8 inductivo. **(1 p.)**
- Si se aplica al primario una tensión de 15000 V, y se conecta una carga que absorbe 100 A, con factor de potencia 0,8 capacitivo, ¿cuál es la tensión secundaria?, ¿cuánto vale la caída de tensión interna del transformador? **(1 p.)**
- Si se produce un cortocircuito en el secundario del transformador ¿cuál es la corriente en el primario en régimen permanente? **(1 p.)**

16.- Tenemos un transformador y una línea de Baja Tensión (400 V), que están alimentando a unos motores—con una potencia activa y factor de potencia distinto de 1—. **(2,65 puntos)**

Según el reglamento se nos dice que la caída de tensión máxima que puede existir en nuestras instalaciones hasta la carga es de un 6,5%, cuando las cargas sean de fuerza y el transformador (Centro de transformación) sea propio —como es el caso, los motores son cargas de fuerza—.

- ~~¿Cumple el reglamento nuestra instalación?, es decir, la caída es menor de un 6'5% —(Evaluar la tensión al final de la línea y comprobar si la misma es mucho menor de un 6,5% la tensión nominal)— **(1 punto)**~~
- Si en el ensayo de vacío, los valores de nuestros equipos de medida fueron: 200 V- 0,7 A y 70 W ¿Cuánto valdría la R_{FE} y X_{μ} ? **(0,65 p.)**
- ¿Cuánto vale las P_{Fe} , cuando estemos trabajando a la mitad de la carga? **(0,4 p.)**
- ~~¿Cómo se puede reducir la caída de tensión en nuestra instalación?. Las respuestas deben ser debidamente justificada **(0,6 p.)**~~

Datos:

-De **nuestro trafo** conocemos que el rendimiento máximo de un transformador trifásico de 500 kVA; 3000/500 V, 50 Hz, es del 97% y ocurre para los $\frac{3}{4}$ de la plena carga con f.d.p. unidad. Se observa en un ensayo de cortocircuito que son necesarios 330 V, aplicados al primario para que circule en ese estado la corriente nominal por el transformador.

-**Línea de Baja Tensión:** Tiene una sección de 240 mm² y una $X=0,08$ mΩ/km, y la longitud de la línea es de 200 m. La línea es de Cu, con una resistividad de 1/56

-**Motores:** Trifásicos, 200 kW y $\cos \varphi = 0,8i$ (podemos suponer que la tensión en bornas de estos motores son 400 V.)

17.- Sea un transformador monofásico cuyas características e impedancias de cortocircuito por fase reducidas al primario son: **(2,35 p.)**

Trafo A: 100 kVA ; 1000/230V, $\bar{Z}_{cc} = 0,8 + j0,6\Omega$

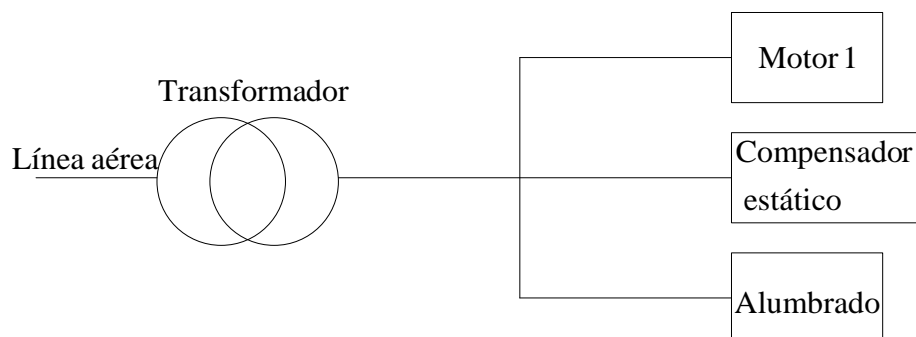
Este transformador alimenta una carga de 50 kW y $\cos \varphi = 0,75i$

a) Calcular el condensador que debería conectarse en paralelo a nuestra carga –por ejemplo, un motor–, para que la caída de tensión en nuestro trafo sea del 3% **(1,75 p)**

b) Si en el ensayo de vacío, los valores de nuestros equipos de medida fueron: 1000 V- 230 V- 0,7 A y 70 W ¿Cuánto valdría la R_{FE} y X_{μ} ? *(Igual que el apartado b) del problema anterior)* **(0,65 p)**

c) Dibuja con sus valores el modelo del transformador real. Para definir los valores de la resistencias de primario y secundario, partir de la premisa: $R_1 = R_2' = R_{cc}/2$, seguir la consideración equivalente para la reactivas del primario y secundario. **(0,5 p)**

18.- Parto de la siguiente disposición (figura 1) **(3,5 p.)**



Datos:

Motor 1: Trifásico 400 V, 100 kW, $\cos \varphi = 0,7i$

Compensador estático: Trifásico, 20 kVAr, $\cos \varphi = 0,98c$

Alumbrado: Monofásico, 50 kW, $\cos \varphi = 0,7i$

a) Defíneme el condensador a colocar en el secundario del transformador, para conseguir mejorar el factor de potencia hasta un valor de 0,98 i. **(0,8 p)**

(Se resuelve como un problema del tema 8)

A partir de aquí, suponemos que todas las cargas son monofásicas, y nuestro transformador es monofásico, con las siguientes características: 500 kVA, 10000/230 V. Obteniéndose en el ensayo de cortocircuito los siguientes resultados: ha consumido 90 W al aplicar una tensión de 10 V y circular una corriente por el primario de 12'5 A.

b) Calcule la tensión a la salida del transformador, antes y después de colocar el condensador. **(1,2 p)**

(Con los datos del ensayo de cortocircuito, defino las características de nuestro transformador, para poder calcular la tensión en el secundario del mismo. Tener en cuenta que la colocación del condensador, afectará a dos parámetros básicos para calcular la caída de tensión: el factor de potencia de la carga y la potencia aparente o intensidad que demanda nuestra carga)

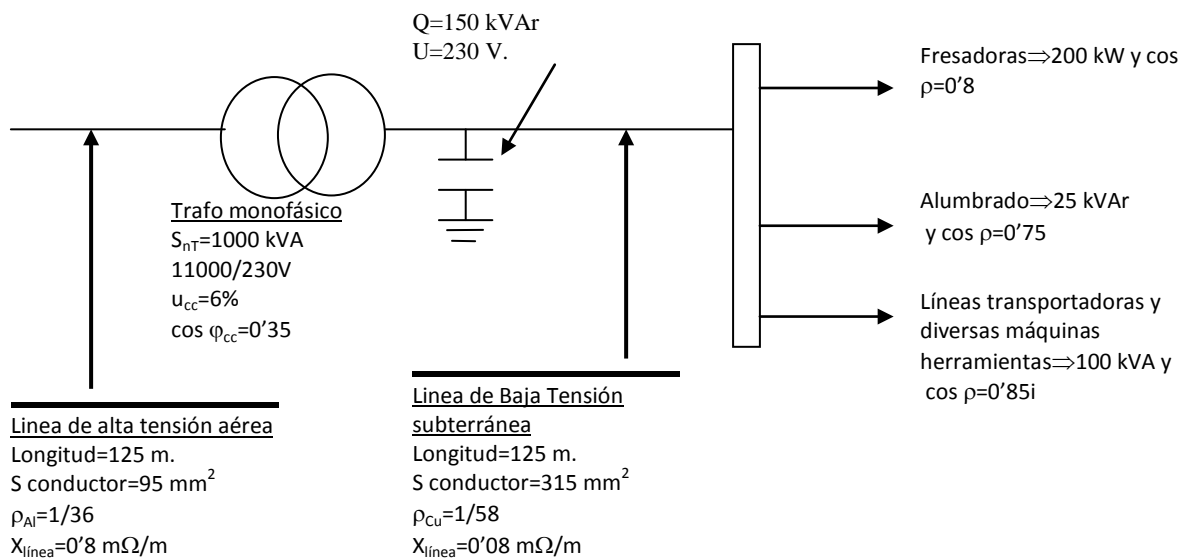
A partir de aquí, de este momento, consideramos que por encima de nuestro transformador tenemos una línea aérea de MT con los siguientes datos, longitud 20 kilómetros, sección de la línea 95 mm^2 , resistividad de la línea $= 1/56 (\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m})$ y un valor de reactancia de $X = 1 \Omega/\text{Km}$.

- c) Calcule las pérdidas que sufre la empresa suministradora, dueña de la línea aérea, antes y después de colocar el condensador. (1,5 p)

(En la expresión de las pérdidas, la magnitud que varía como consecuencia de la presencia del condensador, es la intensidad, que será por supuesto menor, cuando se haya puesto el condensador)

19.- Tenemos el siguiente esquema.

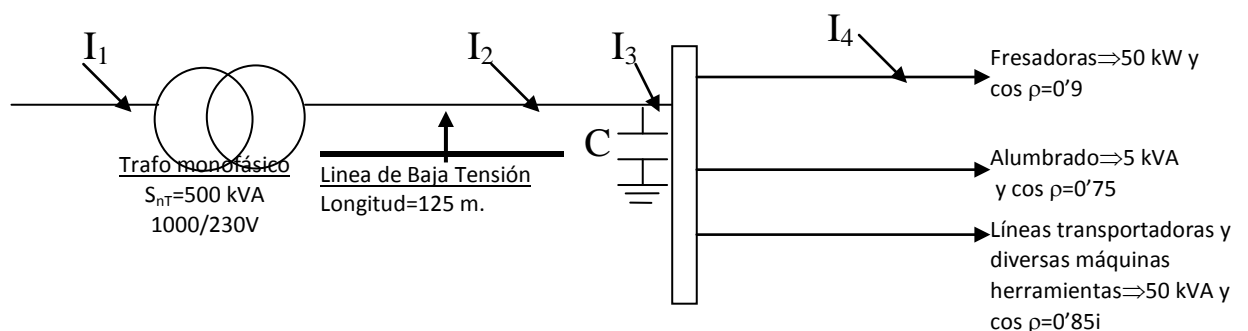
(1,25 p)



Modelice este esquema, para poder trabajar con el en un simulador –dicho de otra forma, represente el esquema que dibujaría en el microcap, con sus valores-. Frecuencia = 50 Hz.. (No modelizar las cargas)

20.- Partiendo de la siguiente instalación industrial:

(3,25 p.)



Calcula:

- a) Las intensidades I_1, I_2, I_3, I_4 , de la gráfica anterior (problema)

(10% de la nota del problema)

- b) La tensión que hay en bornes del secundario de nuestro transformador. (30%)
- c) ~~Calcula la sección de la línea de baja tensión, por los dos criterios que vimos en clase –la caída de tensión máxima en nuestra línea será de 4,5%– (30%)~~
- d) ~~¿Cual es la tensión que tenemos al final de la línea de baja tensión?– (20%)~~
- e) Si os hubiera dado los valores de la línea de media tensión –la que está conectado al primario- Defina teóricamente como variarían los valores de la intensidad I_1 y la tensión en bornes de nuestro transformador. (10%)

Datos:

- Las características del trafo son: 500 kVA, 1000/230 V. En el ensayo de cortocircuito se han obtenido los siguientes resultados: ha consumido 900 W al aplicar una tensión de 100 V y circular una corriente por el primario de 125 A.
- El condensador es de 2,106 mF
- Método de instalación del cable Conductores aislados en tubos en montaje superficial.
- Aislante: XLPE.
- Temperatura: 45° C.
- $\sigma_{70^\circ} = 48 \text{ } (\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m})$ y la $\sigma_{90^\circ} = 44 \text{ } (\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m})$

(Consideración real → En una instalación real se utilizaría un trafo trifásico)

21.- Tenemos una instalación –*supondremos todas las cargas monofásicas*–, con una serie de cargas, equipos. (3,1 p)

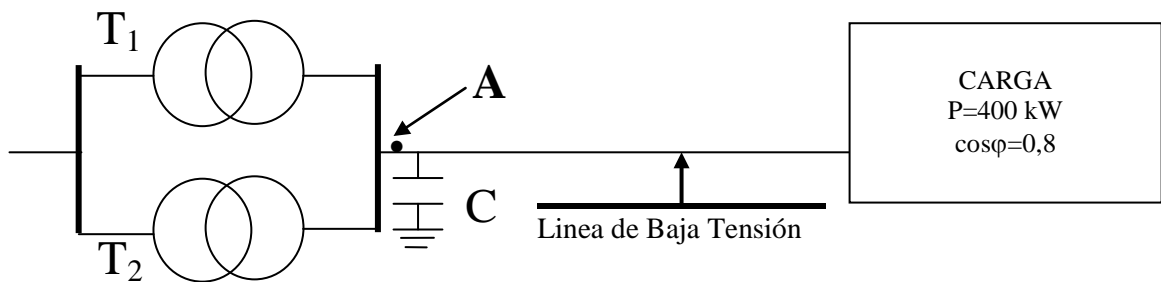
- Lámparas de vapor de mercurio de color corregido y sus elementos auxiliares, 200 de 150 W., $\cos \varphi = 0,85i$
- Lámparas fluorescentes y sus elementos auxiliares, 25 de 65 W., $\cos \varphi = 0,8i$
- 5 tornos de 20 kW y $\cos \varphi = 0,8i$, cada uno.
- Diversas máquinas y equipos con un consumo de 400 kW y $\cos \varphi = 0,85i$

El transformador monofásico que alimenta a esta instalación es de 1000 kVA, relación 20/0,4kV y tiene los siguientes parámetros de tensiones relativas de cortocircuito: $\varepsilon_{Rcc} = 6\%$; $\varepsilon_{Xcc} = 8\%$.

- a) Calcula la caída porcentual en nuestro trafo. (1 p.)
- b) Calcula cual debe ser la capacidad del condensador a colocar en el secundario del trafo para conseguir, que se reduzca un 0,5%, la caída de tensión en nuestro transformador (1.6 p.)
- c) Cómo consecuencia de la inclusión de este condensador, ¿cuál es la nueva situación de la empresa, con respecto al suministrador eléctrico?, es decir, si será sometido a una determinada penalización,... (0,5 p.)

22.- Partiendo de la siguiente instalación industrial:

(4 p)



Calcula:

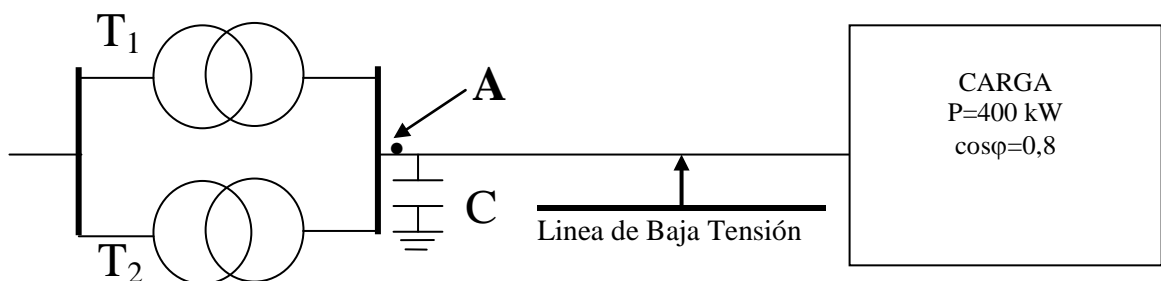
- Calcula el índice de carga de cada transformador (0,5 p)
- Calcula la caída de tensión porcentual que tenemos en un transformador –de los dos que tenemos en paralelo- (1 p)
- Sufrirá penalización por consumo de reactiva nuestra instalación (0,25 p)
- Si tuviéramos un “corto” en A, ¿de qué valor sería dicho “corto”? (0,75 p)
- Modeliza el sistema completo simplificándolo al máximo –excepto la carga-, de forma que se pueda valorar para cualquier carga las magnitudes que se requiera de la misma (0,75 p)
- Calcula la potencia activa y reactiva que consume la carga $Z=10+j10 \Omega$. ¿Cuál sería en este caso el índice de carga de un transformador? Utilice el modelo definido en el apartado e) (0,75 p)

Datos:

- 2 Transformadores monofásicos de 400 kVA, relación 20/0,23 kV. Del ensayo de cortocircuito medimos en nuestros equipos 10 A, 100 V y el $\cos\phi_{cc}=0,72i$
- El condensador “C”, tiene un capacidad de 6,017 mF
- Línea de baja tensión: $R=0,1 \text{ m}\Omega/\text{m}$ y $X_L=0,1 \text{ m}\Omega/\text{m}$; la longitud de la línea 125 metros.
- La medida del consumo, se efectúa en el lado de alta del transformador y se desprecia la reactiva de los transformadores.

23.- Partiendo de la siguiente instalación industrial:

(3,5 p)



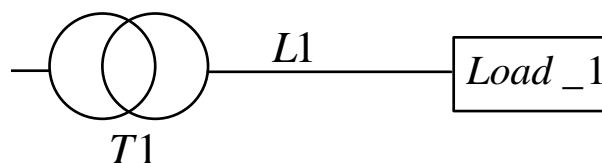
Calcula:

- Si tuviéramos un “corto” en A, ¿de qué valor sería dicho “corto”? (0,5 p)

- b) Modeliza el sistema completo simplificándolo al máximo –excepto la carga-, de forma que se pueda valorar para cualquier carga las magnitudes que se requiera de la misma (0,5 p)
- c) Calcula la potencia activa y reactiva que consume la carga $Z=10+j10 \Omega$. Utilice el modelo definido en el apartado e) (0,5 p)
- d) Teniendo en cuenta que en vez de la carga de 400 kW, tenemos la carga del apartado anterior ¿Cuál sería en este caso el índice de carga de un transformador? (0,5 p)
- e) ~~De que sección, debería ser la línea de BT, para que la caída sea de un 3%, al final de la misma no tengan en cuenta la caída en los trafos.~~ (0,75 p)
- f) ¿Cuánto vale el rendimiento de los T1 y T2? Cuando tenga conectada la $Z=10+j10 \Omega$ (0,75 p)

Datos:

- 2 Transformadores monofásicos de 400 kVA, relación 20000/230V. Del ensayo de cortocircuito medimos en nuestros equipos 10 A, 100 V y el $\cos\phi_{cc}=0,72i$
- $P_0= 50 \text{ W}$
- El condensador "C", tiene un capacidad de 6,017 mF
- Línea de baja tensión: $R=0,1 \text{ m}\Omega/\text{m}$ y $X_L=0,1 \text{ m}\Omega/\text{m}$; la longitud de la línea 125 metros.
- La medida del consumo, se efectúa en el lado de alta del transformador y se desprecia la reactiva de los transformadores.
- Método de instalación del cable: Cond. aislados en tubos en montaje superficial.
- Aislante: PVC
- Temperatura: 55° C.
- $\sigma_{70^\circ}=48 (\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m})$ y la $\sigma_{90^\circ}=44 (\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m})$
- Nuestro cable pasa por lugares con riesgo de incendio inherente.
- Nuestra canalización está compartida por tres circuitos.

24.-Tengo un trafo, una línea y una carga

- a) ¿Qué tensión debe haber en el primario del trafo para que la tensión en bornes de la carga sea de 280 V? Define el resultado en valor complejo. (2,00p)

Ojo.- Con los siguientes datos nos encontramos con una incongruencia, la tensión necesaria en el primario es muy superior a 20 kV.

Datos:

- La carga consume 1500 A y es inductiva con un factor de potencia de 0,85
- La línea L1, tiene de valor de impedancia $(0,2+j0,6) \Omega$
- El trafo es de 1000 kVA, 20/0,4 kV. En el ensayo de vacío, el vatímetro marca 2000 W.

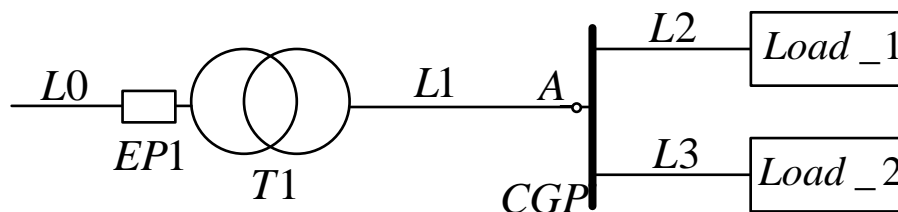
Se sabe que el índice de carga que hace que nuestro trafo tenga un rendimiento máximo es de

0,97.

En el ensayo de cortocircuito nuestro voltímetro marca 450 V.

25.- Partiendo de la siguiente instalación industrial:

(3 p.)



Calcular:

- Calcula los condensadores de la batería de condensadores a colocar en el secundario del trafo, para conseguir el rendimiento máximo (1,25 p)
- Si fuera la $I_1=60$ A. ¿Cuánto vale la I_2 ?
Si en este caso definido ahora, un vatímetro en el primario mide 50 kW ¿Qué potencia mediría un vatímetro en el secundario? ¿Qué factor de potencia tendría la carga conectada en el secundario? (0,5 p)
- ~~Calcula la sección de la línea L2, **SÓLO** por el criterio de la caída de tensión. Sabiendo que el RBT define una caída máxima al final de la línea de un 6,5% junto a la carga 1. Previamente hemos calculado una caída de 3,45 voltios en el transformador y de 4,6 voltios en la línea L1 (0,9 p)~~
- ~~Defina el valor exacto de tensión que tendríamos tras calcular la sección de la línea L2, alimentando a la carga 1. (0,35 p)~~

Datos: Load_1: Dos motores (230V) de 120 kW y 60 kW respectivamente, con $\cos\varphi=0,80i$

Load_2: Un motor de 130 kW, $\cos\varphi=0,80i$

Lineas: L0: Longitud 2 km., $R=0,75 \Omega/\text{km}$ y $X_L=1 \Omega/\text{km}$

L1: Longitud 150m., XLPE, 45º, bajo tubo, con cables multiconductores, sin

R.I.

L2: 50 m., PVC, 35º, riesgo de incendio, bajo tubo con conductores aislados.

L3: 65 m., XLPE, 35º, en bandeja perforada, compartiendo canalización con un circuito monofásico de alumbrado.

Trafo: $S_{nT}=630$ kVA; 11000/230 voltios

Ensayo de cortocircuito: 360 W y del ensayo de vacío: 125 W.

26.- Se poseen tres transformadores monofásicos de 30, 40 y 50 kVA. **(2,5 p)**

Las relaciones de todos los transformadores son iguales a 15.000/400 V. Se efectuó un ensayo de cortocircuito con intensidad nominal, dando como resultado las tensiones de cortocircuito 600, 500 y 700 V., respectivamente. Se desea acoplar en paralelo dichos transformadores para transformar una potencia de 90 kVA. Se pide:

- 1) Intensidades nominales primarias y secundarias de cada transformador. **(0.4 p)**
- 2) Valores de ε_{cc} de cada transformador. **(0.4 p)**
- 3) Potencia total que suministra cada transformador. Indíquese si alguno de ellos está sobrecargado. **(1 p)**
- 4) Potencia máxima del conjunto sin que ninguno de ellos trabaje sobrecargado **(0.7 p)**

Nota: Se dará por válido cualquiera de los dos siguientes consideraciones, para la resolución del problema, si es que lo estiman necesario.

- a) Tomar como $\cos \varphi_{cc} = 0'407$, o,
- b) Considerar que la $Z_{cc} \approx X_{cc}$, despreciando el valor de R_{cc} del transformador.

27.- Un transformador trifásico estrella-triángulo 380/220V tiene una potencia de 2'2 kVA. Calcular considerando el transformador ideal.

- a) Intensidad de línea y de fase en el secundario cuando funciona a plena carga. ($I_{L2}=5'77$ A ; $I_{f2}=3'33$ A)
- b) Intensidad de línea y de fase en el primario cuando funciona a plena carga. ($I_{L1}=3'34$ A)
- c) Intensidad de fase y de línea en el secundario cuando funciona a 3/4 de plena carga. ($I_{L2}=4'33$ A).

28.- Se desea construir un transformador trifásico Dy de potencia 1'5 kVa, para una relación de transformación de 380/220 V y frecuencia 50 Hz. Calcular, considerando el transformador ideal, si se admite una inducción magnética de 1'2 T.

- a) Sección aproximada en el núcleo. ($s_n=22'36$ cm²)
- b) Espiras por fase en primario y secundario ($N_1=639$ espiras y $N_2=213$ espiras).
- c) Diámetro de los conductores de cobre de primario y secundario si se admite una densidad de corriente de 3 A/mm². ($d_2=1'29$ mm)

29.- Un transformador trifásico Dy de 100 kVA, 10000/398 V, 50 Hz. se ensaya en cortocircuito conectándolo por el lado de alta tensión. Siendo las medidas del ensayo: 2'3 kW, 430 V, 5'77 A. Calcular:

- a) Tensión porcentual de cortocircuito. ($u_{cc}=\varepsilon_{cc}=4'3\%$).
- b) Regulación de tensión y tensión de línea en bornes del secundario trabajando a media carga con factor de potencia 0'8 en retardo. ($V_{L2}=390$ V.)
- c) Intensidad de cortocircuito en el secundario ($I_{cc}=3.372$ A.)
- d) Potencia de cortocircuito ($S_{cc}=2'3$ MVA)

30.- Un transformador trifásico de 250 kVA, 20000/400 V., 50 Hz., se ensaya en cortocircuito por el lado de alta tensión. Las indicaciones de los aparatos son: 820 V., 7'22 A. y 4010 W.

En el ensayo de vacío a la tensión nominal el consumo es de 675 W.

Calcular:

- Rendimiento a $3/4$ de plena carga con factor de potencia 0'8. ($\eta=98'08\%$)
- Rendimiento máximo con igual factor de potencia. ($\eta_{\max}=98'38\%$)

31.- Al someter a un ensayo en vacío a un transformador trifásico de 250 kVA, 12000/398 V, conectado en estrella-estrella, se han obtenido los siguientes resultados: $I_o=0'5$ A ; $P_o=1000$ W; $V_{1s}=6928$ V; $V_{2s}=230$ V. Determinar: a) las pérdidas en el hierro ; b) las componentes de I_o ($I_{Fe}=0'05$ A y $I_{\mu}=0'49$ A.) y c) el número de espiras del primario por fase si en el secundario hay 500 ($N_1=15060$ espiras).

32.- Al someter a un ensayo en cortocircuito a un transformador trifásico de 250 kVA, 12000/398 V., conectado en triángulo-estrella, se ha medida una tensión de cortocircuito entre fases de 600 V y una potencia total de 4000 W cuando circulaba la intensidad nominal por el primario. Averiguar: a) las pérdidas en el cobre y el factor de potencia de cortocircuito ($P_{Cu}=4000$ W. y $\cos \varphi_{cc}=0'32$) ; b) la tensión porcentual de cortocircuito y sus componentes ($u_{cc}=5\%$; $u_{Rcc}=1'6\%$ y $u_{Xcc}= 4'73\%$); c) tensión compuesta en la carga cuando el transformador trabaje plena carga y con un factor de potencia inductivo de 0'85 ($V_{2c}=383$ V.) ; d) rendimiento del transformador en estas condiciones si las pérdidas en el hierro son de 675 W ($\eta=97'8\%$) y e) la intensidad de cortocircuito accidental por las fases del primario, así como por la línea del mismo ($I_{cc(L)}=240$ A.)

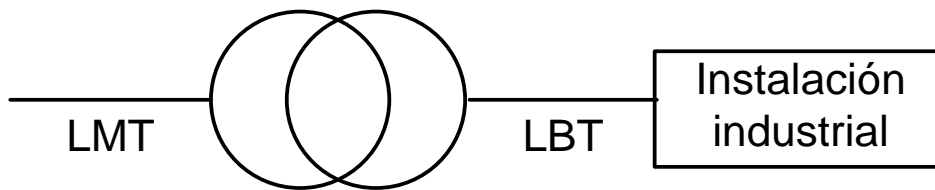
33.- Un transformador trifásico de 10 MVA, 50 Hz, 132/66 kV conexión Dy11 dio los siguientes resultados en los ensayos:

Vacío: $U = 66.000$ V $I_o = 4$ A $P_o = 50$ kW

Cortocircuito: $U_{cc} = 8.250$ V $I = 33$ A $P_{cc} = 42,5$ kW

- Calcular el flujo máximo por columna, sabiendo que el devanado de A.T. tiene 3900 espiras en cada fase.
- Obtener los parámetros del circuito equivalente aproximado referido al lado de A.T.
- Calcular la caída de tensión relativa y la tensión en bornes del secundario cuando alimenta una carga trifásica en estrella de $390 + j190 \Omega$ por fase, estando conectado por el lado de A.T. a una red de 132 kV.
- Calcular el rendimiento del transformador en estas condiciones de carga.

34- Tenemos la siguiente disposición:



Sabemos que:

-Línea de media tensión (LMT), tiene una sección de 150 mm^2 y una $X=0'2 \Omega/\text{km}$, y la longitud de la línea es de 1 km.

-Línea de baja tensión (LBT), tiene una sección de 240 mm^2 y una $X=0,08 \text{ m}\Omega/\text{km}$, y la longitud de la línea es de 1 km.

-Transformador, es de 20000/400 V, 500 kVA, el primario del transformador trifásico está conectado en triángulo, y tras el ensayo de cortocircuito sabemos que a un tercio de la carga, la tensión del voltímetro es de 300 voltios y nuestro vatímetro marca, 4000 W.

-El consumo de la instalación sería 390 kW, $\cos \varphi= 0,95$, considerar la tensión de entrada en la industrial de 400 voltios.

Calcula:

b) Tensión en el secundario del transformador. (1 pts)

c) Tensión en la entrada de la instalación. (0,5 pts)

35.- Tengo una línea aérea de media tensión, un centro de transformación -un transformador-, y nuestra red de distribución de la empresa suministradora Iberdrola - línea de baja tensión-, que puede alimentar diferentes cargas. (2,5 puntos)

a) Defíne el modelo eléctrico que sea equivalente al conjunto definido anteriormente, sin la carga final. Este modelo deber ser lo más simplificado posible y válido para cualquier carga final (1 p.) –Aplicar un teorema, sobre dos puntos, que sería nuestra carga-.

b) Calcula la caída de tensión al final de la línea de baja tensión, si la carga es $15 \text{ }^{125^{\circ}} \text{ ohmios}$. A partir del circuito definido en el apartado anterior. (1 p.)

c) ¿Podrías calcular la caída de tensión en el secundario del trafo con el modelo anteriormente definido? Justifica la respuesta. (0,5 p.)

Datos:

-**Línea aérea de Media Tensión:** Tiene una sección de 156 mm^2 y una $X=0'2 \Omega/\text{km}$, y la longitud de la línea es de 1 km. Dicha línea es de aluminio con una resistividad de $1/36$.

-De **nuestro trafo** conocemos que el rendimiento máximo de un transformador trifásico de 500 kVA; 3000/500 V, 50 Hz, es del 97% y ocurre para los $\frac{3}{4}$ de la plena carga con f.d.p. unidad. Se observa en un ensayo de cortocircuito que son necesarios 330 V, aplicados al primario para que circule en ese estado la corriente nominal por el transformador.

-Línea subterránea de Baja Tensión: Tiene una sección de 240 mm^2 y una $X=0,08 \text{ m}\Omega/\text{km}$, y la longitud de la línea es de 1 km. La línea es de Cu, con una resistividad de $1/56$

36.- Sea un transformador trifásico cuyas características e impedancias de cortocircuito por fase reducidas al primario son: **(2,35 p.)**

Trafo A: 100 kVA ; 1000/400V ; conexión Yd11, $\bar{Z}_{cc} = 0,8 + j0,6\Omega$

Este transformador alimenta una carga de 50 kW y $\cos \varphi=0,75i$

Calcular el condensador que debería conectarse en paralelo a nuestra carga – por ejemplo, un motor-, para que la caída de tensión en nuestro trafo sea del 3%

37.- Un transformador monofásico de 40 kVA, 1000/100 V ha dado los siguientes resultados en un ensayo de cortocircuito: 51 V, 40 A y 400 W (lado de AT). Se desea conectar en paralelo con otro transformador de 20 kVA, 1000/100 V, que en un ensayo de cortocircuito ha dado: 42 V, 20 A y 245 W.

Indicar: a) cómo se repartiría una potencia de 60 kVA, con f.d.p. 0,8 inductivo, y b) alguno de los transformadores estaría trabajando en sobrecarga. (Soluciones: $S_I=37,33 \angle 39,03^\circ$ y $S_{II}=22,74 \angle 33,34^\circ$; el segundo transformador trabajaría en sobrecarga)

38.- Partimos de un transformador monofásico que posee las siguientes características: 10 kVA, 1000/100 V, 50 Hz., pérdidas del hierro, $P_{Fe}=200 \text{ W}$ y $\epsilon_{cc}=10\%$ y $\epsilon_{Xcc}=8\%$.

Calcular:

a) Tensión en el secundario y rendimiento del transformador, cuando alimenta una carga que absorbe una corriente de 50 A, con un $\cos \phi$ de 0,707i. Sabiendo que la tensión del primario es de 1000V, b) si la tensión del secundario es de 100 V y el transformador alimenta una carga de 5 kW con un $\cos \phi$ de 0,8c, ¿cuál será la tensión primaria correspondiente para que la tensión secundaria no varíe?, y c) se acopla al transformador anterior otro de 25 kVA, misma relación de transformación, con una impedancia de cortocircuito de $3,2+j2,4 \Omega$, ambos transformadores alimentan a una carga a tensión constante de 100 V, que absorbe 20 kW con un $\cos \phi$ de la unidad, ¿cuáles serán las potencias aparentes, activas y reactivas suministradas por cada uno de los transformadores?(Soluciones: a) $U_2=95,051 \text{ V}$ y $\eta=0,9056$; b) 1000 V y c) $S_I=5642+j1160$ y $S_{II}=14353-j1160$)