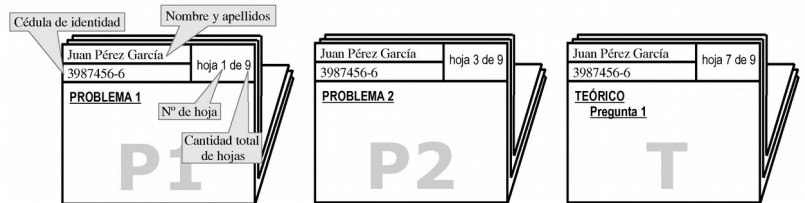


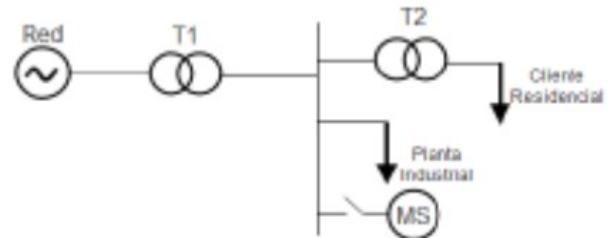
**LEER ESTO CON ATENCIÓN**

- Doblar las hojas CON PROLIJIDAD y con el NOMBRE VISIBLE en TRES paquetes como en los dibujos.
- NO escribir a ambos lados de cada hoja.
- Hacer LETRA PROLIJA, lo que no se entienda no se corrige.



- Usar mínimo 4 cifras significativas en los cálculos. Ej.: 0.002105, 12.36, 1234000.
- El uso de TELÉFONO durante la prueba conllevará el inmediato retiro de la misma.

**PROBLEMA 1** - La instalación eléctrica de la figura se compone de una planta industrial alimentada en media tensión (MT) y una carga residencial alimentada en baja tensión (BT). La carga de BT se alimenta a través de un transformador T2, y el conjunto de cargas toman alimentación de la red (30,5kV, 50Hz, potencia infinita) a través de un transformador T1. La planta industrial cuenta con una máquina síncrona (MS) que se utiliza para regular la tensión en el nivel de MT. Los datos de las cargas y maquinas se muestran a continuación:



Carga residencial: alimentada a 400V consume 450A con  $\cos\varphi = 1$ . La tensión mínima admisible en bornes es 400V.

Planta industrial: alimentada a 15kV consume una potencia  $P=2,5\text{MW}$  y consume una potencia  $Q=1,1\text{MVar}$ .

Transformador trifásico T1: 30/15 kV, 3,75MVA y  $z_{cc} = 9\%$ . Transformador trifásico T2: 15/0,4 kV, 600kVA y  $z_{cc} = 6\%$ ;

Maquina síncrona MS:  $X_s = 14\Omega$ , 1MVA,  $U_n=15\text{kV}$ .  $E = 1500i_{exc}$  (E tensión compuesta).

1) Determinar el modelo monofásico estrella equivalente de la instalación en el nivel de BT e indicar si la tensión en bornes de la carga residencial es admisible estando la MS desconectada.

2) Se conecta la MS para entregar potencia reactiva exclusivamente, a efectos de obtener una tensión de 400V en bornes de la carga residencial. Hallar la potencia reactiva a inyectar para alcanzar el objetivo indicado, calculando la corriente de excitación para tal fin.

3) Hallar el porcentaje de carga del transformador T1 en las condiciones de la parte anterior.

Nota: puede ser de utilidad la expresión de potencia transferida a través de una reactancia X: 
$$P = \frac{U_1 \cdot U_2 \cdot \text{seno}(\delta)}{X}$$
 siendo  $U_1$  y  $U_2$  las tensiones terminales en la reactancia X, y  $\delta$  el desfase entre  $U_1$  y  $U_2$ .

**PROBLEMA 2** - En una planta industrial se utiliza un ventilador movido por un motor de inducción para el secado de granos. Dado que ese motor de inducción presenta bajo nivel de aislación se decide utilizar otro motor de inducción (MI), que se tiene en el depósito de la planta, como sustituto del mismo. La red de la planta es de 500 V, 50 Hz.

- Determinar el modelo estrella equivalente del motor MI.
- Teniendo en cuenta que el par resistente impuesto por el ventilador es  $C = k \cdot n^2$ , con n en rpm, C en N.m, y  $k = 0.00213$  determinar el punto de funcionamiento del conjunto motor –ventilador (par, velocidad, potencia entregada).
- A los efectos de que la máquina de inducción MI pueda funcionar entregando su potencia nominal a velocidad nominal, se acopla por el eje un motor de corriente continua (MCC) alimentado desde una fuente  $V_{cc} = 400\text{ V}$ . Determinar la corriente de excitación a ajustar en MCC de forma de cumplir con el objetivo mencionado.

Datos: MI: 500V, 50 Hz, Estator en estrella, rotor jaula de ardilla, 500 kW, 2 pares de polos, se desprecian pérdidas de fricción y ventilación.

Ensayo de vacío: 500V, 232A, 10 kW

Ensayo rotor bloqueado: 100V, 511A, 21.2 kW

Ensayo de corriente continua: 2 V, 50A

MCC: Excitación independiente, R armadura = 0.06 Ohm, Tensión nominal = 400 V,

Característica de vacío  $E(i)$ :  $E = 40 \cdot i$  @ 1500rpm (E en voltios, i en ampere)

Despreciar reacción de inducido.

Sugerencia: para las partes (2) y (3) se sugiere utilizar el modelo para pequeños deslizamientos en el modelo de la máquina de inducción.

## TEÓRICO

### 1) Circuitos magnéticos:

Un circuito magnético de largo medio  $L$ , permeabilidad  $\mu$  y sección uniforme  $S$ , tiene un bobinado de  $N$  vueltas. Se hace circular por el bobinado una corriente  $I(t) = kt$  (con  $I$  en Amper y  $t$  en segundos).

- Deducir la expresión del voltaje en bornes del bobinado  $v(t)$ .
- Deducir la expresión de la energía almacenada  $E(t)$ .
- Al circuito magnético se le inserta un entre hierro. Mostrar en un mismo grafico superpuesto el andamiento de  $V_e(t)$  y  $V(t)$  (con y sin entre hierro respectivamente). Idem para  $E_e(t)$  y  $E(t)$ .
- Analizar el andamiento de  $V(t)$ , en el caso que durante el proceso de aumento de  $I(t)$ , se produzca saturación al llegar al valor  $I_0$ . Mostrar gráficamente.

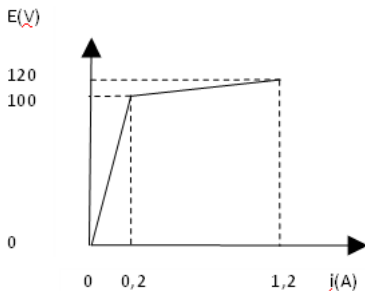
### 2) Transformador:

Un transformador de tres bobinados tiene los siguientes número de vueltas por bobinado:  $N_1 = 100$ ,  $N_2 = 50$  y  $N_3 = 10$ . Se cuenta también con una fuente de alterna de 100V. Se sabe que el bobinado de 100 vueltas tiene un voltaje nominal de 100V y una corriente nominal de 2A.

- Si se deja desconectado el bobinado 2, funcionando como transformador con los bobinados 1 – 3, se pide deducir el voltaje nominal y corriente nominal del bobinado 3. Idem para el bobinado 2.
- Alimentado el bobinado 1 y con uno de los bobinados desconectados por vez, se ensaya en cortocircuito obteniendo en ambos casos un  $V_z = 5\%$ . Cuando se ensaya en cortocircuito entre el bobinado 2 y 3 con el 1 abierto se obtiene un  $V_z = 10\%$ . Se conecta la fuente de 100V al bobinado 1, con el bobinado 2 en cortocircuito y el bobinado 3 también en cortocircuito. Se pide deducir la corriente por la fuente.
- Indicar la conexión a realizar para obtener a partir de la fuente de 100V una alimentación de salida de 140V. Cuál es la corriente máxima que puede entregar en la salida de 140V?

### 3) Máquina de corriente continua:

Una MCC se ensaya a 1000 rpm como excitación independiente obteniendo la siguiente característica  $E(i)$ :



Se sabe que la resistencia del inductor es de  $86 \Omega$  y que la resistencia del inducido es de  $4\Omega$ .

- Se conecta el inducido en serie con el inductor. Determinar el valor de  $E$ .
- Se conecta en serie una resistencia  $R$ , con el inductor y el inducido. Determinar el valor de  $R$  para que la corriente que circule sea  $0,5A$ .
- Determinar el máximo valor de  $R$  por encima del cual no aparece voltaje inducido (queda  $E=0$ )

Nota: para las tres partes  $N = 1000$  rpm.

### 4) Máquina sincrónica:

Un MS trifásico tiene los siguientes datos de chapa:  $U_n = 500V$ ,  $S_n = 50$  KVA y  $X_s = 6\%$ . Se conecta como generador sobre una red de potencia infinita de 500V. Se pide:

- Identificar la zona de funcionamiento en el plano  $P - Q$ .
- Indicar los valores de  $E$  necesarios para obtener las siguientes condiciones de funcionamiento:
  - Máxima potencia reactiva entregada a la red ( $E_1$ )
  - Máxima potencia reactiva consumida de la red ( $E_2$ ).
  - Máxima potencia activa entregada a la red ( $E_3$ ).
- Se sabe que la red es de 50Hz y que MS tiene 4 polos. Indicar cuál debe ser la velocidad de giro del motor propulsor.

### 5) Campo giratorio:

Un motor de inducción trifásico tiene los 6 bornes accesibles de su estator y se han identificado los mismos de la siguiente forma  $A-A'$ ,  $B-B'$  y  $C-C'$ . La conexión correcta para que el mismo tenga su giro en sentido horario es con  $A$  conectado a la fase 1 de la fuente,  $B$  a la 2 y  $C$  a la 3; mientras que  $A'$ ,  $B'$  y  $C'$ , se unen entre sí. Indicar que resultado se obtendrá si a partir de la conexión original se hacen las siguientes modificaciones y luego se energiza MI con el mismo en reposo:

- Se desconecta el borne  $C$ .
- El borne  $C$  se pasa para la fase 2 y el  $B$  para la fase 3.
- $A'$  se **cambia** a la fuente 1,  $B'$  se **cambia** a la fuente 2 y  $C'$  se conecta junto con  $A$  y  $B$ .
- Se conecta  $A'$  a la fuente 1,  $B'$  a la 2 y  $C'$  a la 3, mientras que  $A$ ,  $B$  y  $C$  se unen entre si.

Primero se desconectan A y B