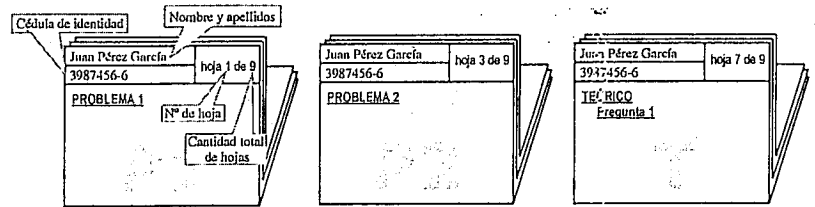


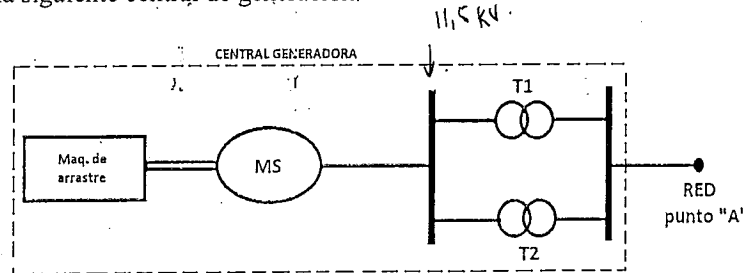
**LEER ESTO CON ATENCIÓN**

- 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** – Se tiene la siguiente central de generación.



- 10% 1. Realice el modelo estrella equiv. lente de la instalación para el nivel de tensión 31.5 kV, indicando los valores de impedancias en ohm.
- 60% 2. Calcular la máxima potencia aparente que puede intercambiar la central generadora y la red en el punto "A" cumpliendo simultáneamente que:
- Todos los equipos deben operar dentro de su rango de operación. (no deben ocurrir sobrecargas de ningún tipo).
  - La tensión en bornes del generador se debe mantener fija en 11.5 kV.
  - La potencia activa inyectada es la máxima posible.
  - Para los casos en que:
    - a) La MS inyecta potencia reactiva a la red.
    - b) La MS absorbe potencia reactiva de la red.
- 30% 3. Determinar el lugar geométrico que describe el fasor de la tensión interna de la MS (E) respetando los límites de operación impuestos por los equipos de la instalación en las siguientes situaciones:
- La MS generando la máxima potencia aparente posible.
  - La MS generando la máxima potencia aparente e inyectando la máxima potencia activa posible.

**Datos:** Maq. de arrastre:  $P_n = 11$  MW,  $n = 1500$  rpm

MS: 13 MVA,  $X_s = 100\%$ ,  $U_n = 11.5$  kV,  $E(\text{de línea}) = 225i$ , corriente de excitación máxima 80 A, pérdidas en la MS 50 kW constantes

T1: 11.5 kV / 31.5 kV,  $X_{cc} = 8.5\%$ , 7 MVA, DY7

T2: 11.5 kV / 31.5 kV,  $X_{cc} = 7\%$ , 7 MVA, DY7

**PROBLEMA 2** - En un laboratorio se debe suministrar potencia eléctrica a un equipo trifásico que opera a 25 Hz, a partir de otro sistema eléctrico también trifásico de 50 Hz, mediante un equipo constituido por una máquina de inducción (MI), una máquina de corriente continua (MCC) y una máquina síncrona (MS) según esquema. MI siempre es alimentado por una fuente ideal de 220V 50 Hz, mientras que MCC opera como motor alimentado por una fuente ideal de 110 Vdc. Los ejes de las tres máquinas giran a la misma velocidad y el acople 1 a 1 es ideal, (rendimiento uno).

**Datos:** MI: 20 HP, 220 V, 50 Hz, 2 pares de polos, estator en triángulo

Ensayo de vacío: tensión y frecuencia nominal consumió 10 A y 800 W.

Ensayo rotor bloqueado: 25 V, 50 Hz, consumió 50 A, 1600 W.

Resistencia por fase de estator (en triángulo): 0.36 Ohm.

Pérdidas mecánicas por ventilación y fricción en W:  $0.014 n$  con  $n$  en rpm.

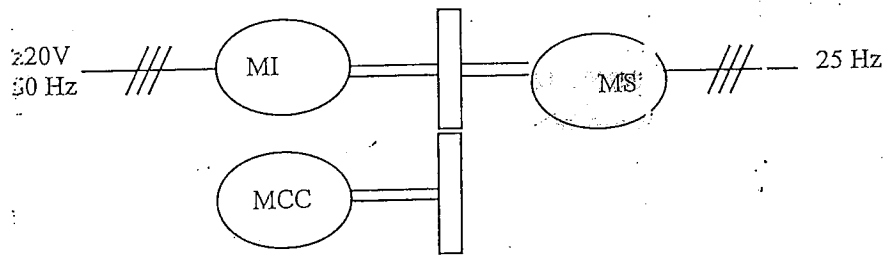
MS datos a 50 Hz: 20 kVA, 220 V,  $X = 20\%$ ,  $E(\text{de línea}) = 150i$ .

MCC: 110V, 5 HP,  $E = 100i$  a 1300 rpm,  $R_a$  madura 0.5 Ohm, Rinductor = reostato; excitación shunt.

**Nota:** todos los hierros son lineales. Se desprecia reacción de inducido y pérdidas en el hierro y mecánica en MS y MCC. No se desprecian pérdidas mecánicas en MI.

1. (25%) Determinar el número de pares de polos de MS y el valor al que se debe ajustar su excitación para que en vacío la tensión de línea y la frecuencia en bornes de MS sean 240 V, 25 Hz, con MI girando a velocidad de sincronismo.
2. (25%) Con MS en vacío determinar la corriente de excitación de MCC para que la frecuencia en bornes de MS sea 25 Hz. Tomar la solución que implique mayor corriente de armadura

3. (25%) En la situación de (2) se carga MS con una inductancia trifásica que bajo 240V, 50 Hz consume 10 kVar. Determinar la frecuencia y tensión en bornes de MS. La excitación de MS está ajustada al valor determinado en (1). Determinar la mínima potencia necesaria de MCC que permite que el sistema funcione como se plantea.
4. (25%) Con MS en la situación planteada en (3), determinar la mínima frecuencia que es posible obtener en MS y el valor de la corriente de excitación de MCC para que esto se cumpla. No se considera la posibilidad de que MCC funcione como generador. Para esta parte se sugiere utilizar el modelo para pequeños deslizamientos correspondiente a MI.



## TEÓRICO -

- 1) (20%) Un MI trifásico se arranca mediante autotransformador. La relación del autotransformador ( $U_p/U_s$ ) es de 2. Deduzca en cuanto se reduce la corriente de arranque tomada de la red y el par de arranque, en comparación con el arranque directo.
- 2) (20%) Un motor de inducción de 1 par de polos, tiene los lados de bobina identificados como A-A', B-B', C-C' en que la primera letra (sin la comilla) indica el lado con corriente entrante y el segundo ~~con~~ la comilla, indica el lado con corriente saliente.
  - a. Indicar sobre una circunferencia la secuencia correcta para tener un campo giratorio.
  - b. Indicar qué modificación se debe realizar si se desea invertir el sentido de giro de MI.
  - c. Indicar para el caso que la máquina fuera un motor síncrono qué diferencias tendría las respuestas dadas en (a) y (b) anterior.
- 3) (20%) Generador de corriente continua con inductor independiente:
  - a. Indicar la característica  $V(I)$ . Realizar el gráfico indicando el valor de los puntos de corte con los ejes.
  - b. Indicar cómo se modifica el gráfico anterior en caso de que exista reacción del inducido.
- 4) (20%) Máquina Síncrona:
  - a. Indique los ensayos para determinar el valor de la reactancia síncrona (modelo de Behn-Eschemburg). Indique cómo calcula  $X_s$  a partir de los ensayos.
  - b. Indicar la curva reactancia síncrona en función de la corriente de excitación de la máquina indicando la zona en que es válido el modelo anteriormente mencionado.
  - c. Efectúe un diagrama fasorial de acuerdo al modelo de Behn-Eschemburg para una MS entregando a la red una potencia activa  $P$  y consumiendo una potencia reactiva  $Q$ .
- 5) (20%) Una batería estacionaria de tipo plomo - ácido está formada por 20 celdas independientes conectadas en serie. En cada celda tiene indicada la siguiente información: 100Ah C20. Se pide indicar:
  - a. Voltaje de la batería.
  - b. Energía acumulada en la batería (cargada al 100%).
  - c. Indicar cualitativamente (sube, baja o queda igual) cómo varían los siguientes parámetros de la batería al aumentar la temperatura:
    - c.i. Autodescarga.
    - c.ii. Capacidad.
    - c.iii. Vida útil.