

# Práctico 7 - Electrotécnica 2

## Máquinas Sincrónicas - MS

### Problema 1

En una planta industrial la carga  $Z$  (supuesta de comportamiento como una impedancia) es alimentada de una fuente trifásica ideal a través de dos transformadores en forma normal. La planta cuenta además con un generador sincrónico para utilizarse usualmente ante fallas de la fuente. El esquema unifilar es el indicado en la figura y los datos de los equipos son:

- T1: Dy7; trifásico; 50 Hz; 6,3/0,23 kV; 500 kVA; corriente de vacío despreciable;  $Z_{cc}=4\%$  (reactiva pura)
- T2: Dy; trifásico; 50 Hz; 6/0,21 kV; 500 kVA; corriente de vacío despreciable;  $Z_{cc}=3,6\%$
- Z: Carga trifásica que consume 500 kVA bajo 220 V con  $\cos \varphi = 0,9$  inductivo.
- Generador: MS: 250 kVA; 220 V; 2 polos; 50 Hz;  $Z_s=10\%$  (reactiva pura),  $E$  (compuesto)  $=300i$  (siendo  $i$  la corriente de excitación en Ampere).
- MM: Turbina a gas, velocidad cte=3000 rpm, 200 kW.
- Nota: Se desprecian todo tipo de pérdidas.

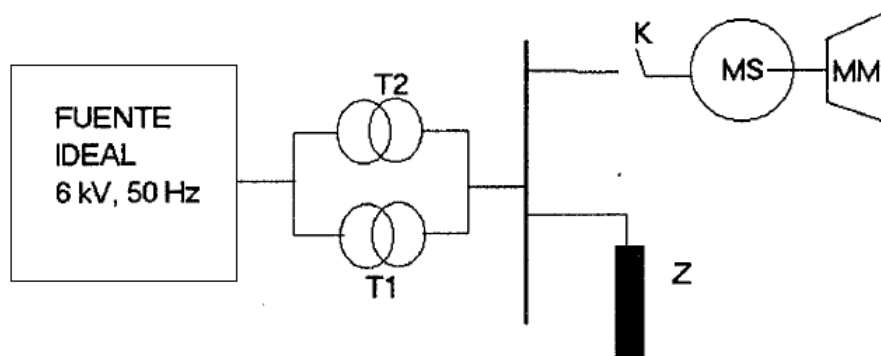


Figura 1: Esquema unifilar de la instalación industrial.

- Determinar el circuito monofásico equivalente estrella completo de la instalación ( $K$  cerrada) del lado de Baja Tensión, expresando las impedancias en Ohm.
- La compañía distribuidora incrementa las tarifas de la energía activa en el horario de 18 a 22 a un valor tal que le resultaría conveniente operar el Generador en paralelo y dejar conectado solo transformador (suponga el T1). A que carga (activa y reactiva) operaría Ud. el generador a corriente nominal en estas condiciones de tal manera de pagar lo menos posible a la Distribuidora. Determinar la corriente de excitación del generador en las condiciones de operación dadas. (Para esta parte se admite despreciar la impedancia cc. del T1).

## Problema 2

En una planta industrial se está estudiando la viabilidad técnico-económica de la cogeneración en paralelo con la red de distribución de la compañía eléctrica la cual se supondrá de potencia de cortocircuito infinita y de tensión cte. de 6 kV entre líneas.

Hasta el momento la planta es alimentada por la red pública en 6 kV y presenta un consumo pico de potencia activa de 625 kW con un mínimo de 100 kW, el factor de potencia es cte. 0,92 inductivo para cualquier estado de carga.

Se está estudiando la incorporación de un generador sincrónico de 500 kVA, dos polos, y localizado a cierta distancia de las barras principales. La turbina que mueve el generador se supondrá de velocidad constante para cualquier condición y es capaz de entregar una potencia útil mecánica en su eje en el rango de 0 a 400 kW.

Se ha decidido conectar la máquina a barras de 6 kV, a través de un transformador y un cable para los cuales se han asumido los siguientes datos:

- Máquina Sincrónica: 500 kVA, Y, 2 kV,  $x_s = 1 pu$ ,  $E/i = 1000 V/A$ .
  - Transformador: 500 kVA,  $\Delta Y$ , 2/6 kV,  $x_T = 0,1 pu$ .
  - Cable: Reactancia total:  $0,2 pu$ , inductiva pura, en base 500 kVA.
- a) Determinar el circuito equivalente monofásico de la instalación.
  - b) Determinar el mayor valor de la corriente de excitación del generador para que con su corriente nominal, entregue la potencia activa máxima posible si no se admite sobrecarga en la turbina que mueve el generador. En este caso, cuánto aporta de activa y reactiva la red pública cuando la planta está en el consumo pico.
  - c) Determinar la excitación del generador cuando la planta se encuentra en su consumo mínimo y de tal manera que la corriente con la red pública se nula.

## Problema 3

Una carga trifásica es alimentada por la red de servicio público, supuesta trifásica ideal de 380 V, 50 Hz, en paralelo con un generador sincrónico (MS). El motor de arrastre (MA) que mueve al generador se supondrá que mantiene la velocidad constante en cualquier condición de carga. El generador es excitado a través de un generador de continua de excitación independiente (MC) movido este por el mismo eje de la MS de acuerdo a lo indicado en la figura.

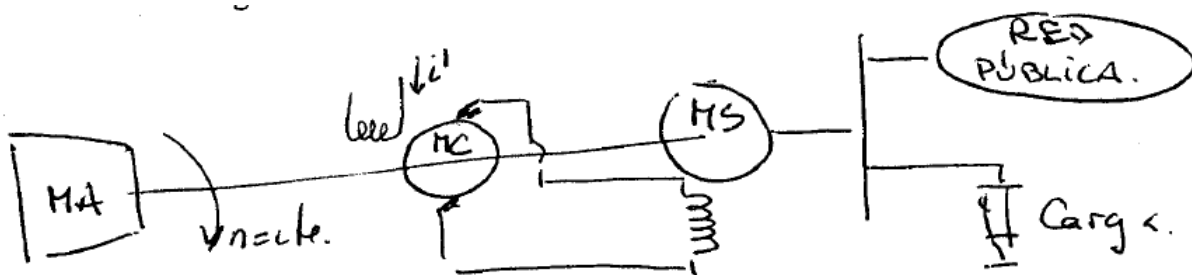


Figura 2: Esquema unifilar de la instalación

Datos:

- Carga Z: Consume 600 kW; 264,4 kVAr bajo 380 V.
- MS: 400 kVA; 400 V; 2 polos; 50 Hz; 10%;  $E/i = 300 V/A$ ;  $R_{excitatriz} = 15 \Omega$
- MC:  $R_a \approx 0$ ;  $E_{dc}/i' = 15 Vdc/Adc @ 2000 rpm$ .
- MA: Turbina a gas con límite de potencia a velocidad nominal de 350 kW.
- Se desprecian las pérdidas en el hierro y las pérdidas mecánicas de todas las máquinas.

Se pide:

- a) Determinar el circuito versión estrella equivalente de la instalación trifásica con los valores expresados en Ohm. Determinar la velocidad de giro del motor de arrastre.
- b) Hallar la corriente  $i$  de la excitatriz de la MS para que entregue en sus bornes su potencia nominal repartida en 300 kW con 264,4 kVAr.
- c) Hallar la corriente  $i'$  por el devanado de excitación de la MC para la excitación obtenida en b).
- d) Si se mantiene la excitación de la MS en el valor hallado en b, y se pone el MA en su límite de potencia. Determinar el desfazaje entre la fem (E) de MS y la tensión en bornes de la misma.
- e) En virtud del resultado anterior: ¿Puede estimar si la MS se sobrecarga o no en corriente? Fundamente cualitativamente.

## Problema 4

En un centro comercial se instala un grupo de emergencia compuesto por un generador sincrónico movido por una turbina de gas, conectado a un sector de las barras generales de baja tensión a través de un transformador. El grupo sólo entran en servicio cuando se desconecta de la red pública atendiendo una cierta parte de las cargas del centro comercial.

- a) Determinar el circuito equivalente monofásico de la instalación del lado de 380 V cuando se desconecta de la red pública indicando el valor en de las reactancias intervinientes.
  - b) Se ajusta la excitación del alternador para disponer de 400 V en la barras de baja cuando el mismo se encuentra en vacío (ninguna carga conectada). Manteniendo la excitación, determinar la tensión en la barras de baja tensión cuando el alternador está entregando un 50 % de su corriente nominal al serle conectadas algunas cargas del centro comercial al generador.
  - c) Se quiere disponer de 380 V en las barras de baja tensión cuando la carga conectada sea de 200 kVA en 380 V. ¿A qué valor se debe ajustar la excitación del grupo?
  - d) Indique gráfica y esquemáticamente en el diagrama fasorial y los ejes (Q,P) cuál es el lugar geométrico de los puntos de funcionamiento del generador cuando entrega la mayor potencia aparente posible que no sobrecargue ni a la máquina sincrónica ni a la motriz a tensión cte. 380 V en barras de baja tensión en el caso que las cargas tuvieran un factor de potencia variable entre 0 y 1, tanto inductivo como capacitivo (no se solicitan valores, sino indicar formas de los andamios).
- Grupo Generador: Máquina Sincrónica: 250 kVA; 50 Hz; Y; 2 kV;  $x = 10\%$ ;  $E/i = 1000V/A$ ;
  - Máquina Motriz: Velocidad constante imponiendo 50 Hz al alternador. Límite de potencia máxima 200 kW.
  - Transformador: 250 kVA; 2/0,38 kV;  $x = 10\%$ .
  - Cargas del centro: Se comporta como impedancia de módulo variable con  $\cos \varphi$  igual a 0,8 inductivo en todo el problem (salvo para la parte d)
  - Nota: Teorema del coseno:  $a^2 = b^2 + c^2 - 2bc \cos A$  (A ángulo opuesto al lado de a)