

Máquinas Eléctricas

Práctico 6

Problemas Integradores

IIE - Facultad de Ingeniería - Universidad de la República

Problema 1

El esquema de la figura representa un sistema de laboratorio destinado a ensayar máquinas eléctricas. El sistema está compuesto por un convertidor de frecuencia (V/f), un motor de inducción (MI) y una máquina síncrona (MS). Los datos correspondientes a estos equipos se dan más adelante.

El convertidor de frecuencia (V/f) funciona manteniendo a su salida la relación tensión frecuencia constante, el valor de la constante se puede obtener de los valores nominales de la máquina MI . Para la resolución del problema se utilizará el modelo de pequeños deslizamientos para máquinas de inducción.

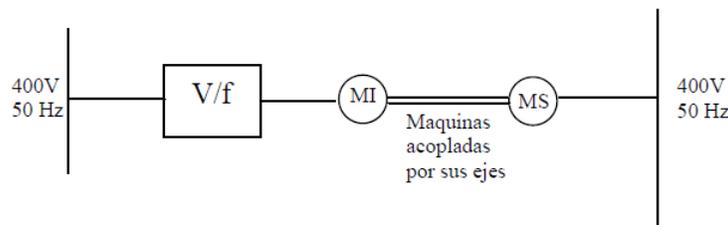


Figura 1: Esquema Problema 1.

Se pide:

- Determinar R_{2e} y I_{2e} en condiciones nominales.
- Determinar el rango de frecuencias en que puede funcionar el sistema sin sobrecargar el motor de inducción (f_{min} , f_{max}) y de forma que MI entregue siempre potencia mecánica en el eje mayor o igual a cero.
- Determinar el mínimo valor de S_{MS} que permita que el sistema funcione sin sobrecargar la máquina síncrona.
- Se ajusta $f = f_{max}$. Determinar en cuánto se debe ajustar la corriente de excitación de la máquina síncrona de forma que la misma entregue potencia a la red sin sobrecargarse. Para esta parte tomar $X_s = 20\%$ (reactancia síncrona de MS) y el valor de S_{MS} igual al determinado en el punto anterior.

Datos:

- MI: $75kW$, $60Hz$, $400V$, $p = 2$, $1746rpm$
- MS: S_{MS} , $50Hz$, $400V$, $E = 100i$, $\cos(\varphi) = 1$, $p = 2$
- Red: $50Hz$, $400V$
- No considerar pérdidas mecánicas en ninguna de las máquinas.

Problema 2

Se dispone de un motor de inducción trifásico MI , rotor jaula de ardilla, del cual se tienen disponibles sólo 3 bornes del estator. El motor es alimentado desde un transformador T conectado a una red trifásica de $6kV$, $50Hz$, supuesta de potencia infinita.

Ante la necesidad de reducir la corriente de arranque del motor, se cambia el conexionado del secundario del transformador, pasándolo de estrella a triángulo sólo durante el proceso de arranque. El motor debe mover una carga mecánica de par resistente constante, independiente de la velocidad e igual a su par nominal.

Se pide:

- a) Determinar el circuito estrella equivalente del conjunto transformador-motor durante el arranque.
- b) Para la conexión prevista determinar el par de arranque del motor.
- c) Demostrar que el motor, para la conexión prevista, no puede arrancar con la carga aplicada a su eje.
- d) Para arrancarse procede de la siguiente forma:
 - a) Se arranca el motor en vacío con la conexión prevista
 - b) Cuando la máquina llega a las 1400rpm se cambia el secundario del transformador de triángulo a estrella y se acopla mediante un embrague la carga mecánica al eje del motor.

Indicar cualitativamente si la velocidad final del motor será mayor o menor a 1480rpm. Fundamente su respuesta.

Datos:

- MI : $220V$, $50Hz$, estator en triángulo, $p = 2$, $1480rpm$
 - Ensayo de vacío: $220V$, $50Hz$, $19,5A$, potencia activa despreciable.
 - Ensayo de rotor bloqueado: $36V$, $50Hz$, $80A$, $1750W$
 - Resistencia de estator por fase en triángulo $0,15\Omega$
 - Se desprecian las pérdidas por fricción y ventilación.
- T : $20kVA$, Yy , $6/0,22kV$, 6 bornes accesibles lado de BT.
 - Ensayo de vacío: $6kV$, $50Hz$, corriente despreciable y tensión secundaria $225V$
 - Ensayo de cortocircuito: $220V$, $50Hz$, $60A$, potencia activa despreciable.

Problema 3

En un laboratorio se debe suministrar potencia eléctrica a un equipo trifásico que opera a $25Hz$, a partir de otro sistema eléctrico también trifásico de $50Hz$ mediante un equipo constituido por una máquina de inducción MI , una máquina de continua MCC y una máquina sincrónica MS según esquema.

MI siempre es alimentado por una fuente ideal de $220V$, $50Hz$, mientras que MCC opera como motor alimentado por una fuente ideal de $110Vdc$. Los ejes de las tres máquinas giran a la misma velocidad y el acople 1 a 1 es ideal.

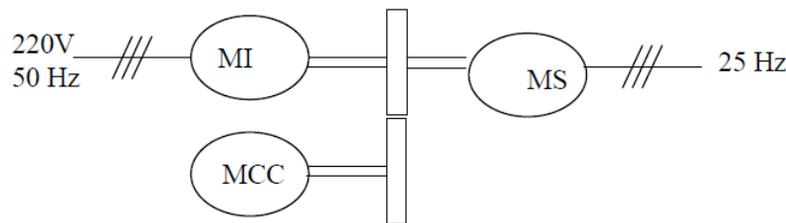


Figura 2: Esquema Problema 3.

Se pide:

- 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 $240V$, $25Hz$, con MI girando a la velocidad de sincronismo.
- Con MS en vacío determinar la corriente de excitación de MCC para que la frecuencia en bornes de MS sea $25Hz$. Tomar la solución que implique menor corriente de armadura.
- En la situación de (b) se carga MS con una inductancia trifásica que bajo $240V$, $50Hz$ consume $10kVAR$. Determinar la frecuencia y tensión en bornes de MS . La excitación de MS está ajustada al valor determinado en (a).
- Con MS en la situación presentada en (c), determinar la mínima frecuencia que es posible obtener de MS y el valor de la corriente de excitación de MCC para que esto se cumpla. Determinar el nuevo valor de la tensión de línea de MS considerando que se mantuvo sin variar su excitación. No se considera la posibilidad de que MCC funcione como generador.
Para esta parte se sugiere usar el modelo de pequeños deslizamientos correspondiente a MI .
- Determinar la mínima potencia necesaria de MCC que permite que el sistema funcione como se plantea en la parte (c) del problema.

Datos:

- MS : $20kVA$, $50Hz$, $220V$, $X_s = 20\%$, $E = 150i$
- MCC : $5HP$, $110V$, $R_{arm} = 0,5\Omega$, $E = 100i$ a $1300rpm$, $R_{inductor} = R_{reostato}$; excitación shunt.

- MI: 20HP, 50Hz, 220V, $p = 2$, estator en triángulo.
 - Ensayo de vacío: tensión y frecuencia nominal - 10A, 800W.
 - Ensayo de rotor bloqueado: 25V, 50Hz - 50A, 1600W.
 - Resistencia por fase de estator en triángulo: 0,36Ω
 - Pérdidas mecánicas por ventilación y fricción: $P_{fv} = 0,014n[W]$, $n[rpm]$

Nota: Todos los circuitos magnéticos son lineales, se desprecia reacción de inducido y pérdidas en el hierro de *MS* y *MCC*. No se desprecian pérdidas mecánicas de *MI*.

Problema 4

En una caldera se controla el caudal de aire variando la velocidad del motor del ventilador de tiro forzado por medio de un equipo que permite variar la frecuencia y tensión de alimentación al motor.

El ventilador se puede asimilar a una carga de par proporcional a la velocidad en el eje al cuadrado ($C = kn^2$). Cuando la velocidad en el eje es de 1455rpm y la máquina está alimentada a 440V, 50Hz la misma consume 100kW y 150A.

Se pide:

- a) Determinar el valor de k y el modelo monofásico - estrella equivalente de la máquina.
- b) Se desea regular la velocidad del motor en 1200rpm para lo que se varía solamente la frecuencia de alimentación al mismo. Determinar la frecuencia a la que se debe alimentar el motor.
- c) Indicar el valor de la corriente de vacío para que el motor alimentado a tensión nominal y frecuencia igual al valor determinado en (b). ¿Qué puede concluir?

Datos:

- MI: Jaula de ardilla, 50Hz, 440V, 120kW, $p = 2$, estator en triángulo, resistencia de estator por fase 0,1Ω
 - Con la máquina en vacío la potencia activa medida es nula.
 - Con la máquina en vacío se alimentó la misma a tensión variable y frecuencia igual a 50Hz, midiéndose en cada caso la corriente. Se obtuvo:

$U[V]$	50	150	200	250	350	480	500	600
$I[A]$	0,51	1,53	2,55	3,57	4,96	7,49	7	15

Cuadro 1: Curva de ensayo a 50Hz

Nota: No se consideran pérdidas por fricción ni ventilación. Se sugiere utilizar el modelo para pequeños deslizamientos en la parte (c). Asumir comportamiento lineal entre puntos de la tabla dada para el ensayo de vacío.