

# Asignatura: Sistemas Eléctricos de Energía

Curso 2011/2012

## Ejercicios voluntarios propuestos

### Tema 1. Modelos de elementos del Sistema Eléctrico

#### Introducción

Las cargas eléctricas son un elemento importante de los Sistemas Eléctricos que no siempre se consideran de forma adecuada, o con la extensión necesaria. En general, podemos ver en algunos textos bibliográficos que se habla de tres tipos de cargas: las que trabajan a potencia constante, las que trabajan a intensidad constante (la potencia es función de la tensión) o aquellas cuya potencia es función cuadrática de la tensión eficaz. En definitiva, si estamos a nivel de un usuario tendremos una mezcla de cargas conectadas, y se trata, en general, de establecer un ajuste potencia-tensión del tipo:

$$P = a + b*U + c*U^2 \quad (1)$$

$$Q = a' + b'*U + c'*U^2 \quad (2)$$

donde P es la potencia media o activa, Q es la reactiva, U es la tensión eficaz y, a, b y c son coeficientes en función de las cargas conectadas.

Un factor que también es interesante considerar en las cargas es que no siempre consumen la misma potencia si se produce una oscilación de la frecuencia (la frecuencia del Sistema Eléctrico es más o menos constante, pero puede oscilar cuando se produce un transitorio por desequilibrio entre demanda y generación). Por ejemplo, en el caso de la potencia reactiva (supuesta consumida) por un condensador:

$$Q = -BU^2 = \frac{U^2}{X} = -\omega CU^2 = -2\pi f CU^2 \quad (3)$$

es decir, la potencia depende de la frecuencia f en el sistema, además del valor de la tensión U.

#### Objetivos

Se pretende que el alumno analice qué tipo de cargas son algunos elementos habituales de su entorno, determine los coeficientes a, b y c de las ecuaciones (1), (2) y las características de la carga en cuanto a su respuesta en frecuencia, de manera análoga a como lo hace la ecuación (3) con la potencia reactiva.

#### Ejercicio 1.

Una impedancia como puede ser una lámpara, un radiador o un horno eléctrico son cargas que se corresponden a un modelo de impedancia inductiva (resistencia de la descarga en el gas de la lámpara más reactancia de estabilización, hilo bobinado en un radiador, ...) que se puede representar como:

$$\bar{Z} = R + jX$$

### Cuestiones propuestas:

Determine:

- 1) El valor de la potencia P y Q en función de U, y los valores de los coeficientes a, a', b, b', c y c'.
- 2) El valor de la potencia P y Q en función de f, supuesta U constante.
- 3) Determine cómo varían las potencias P y Q si se produce un incremento de la frecuencia en el Sistema Eléctrico de un porcentaje x (en % respecto a la nominal), es decir, obtenga:

$$\frac{\partial P}{P_N} = g\left(\frac{\partial f}{f_N}\right) \cong \frac{\Delta P}{P_N} = g\left(\frac{\Delta f}{f_N}\right) \qquad \frac{\partial Q}{Q_N} = h\left(\frac{\partial f}{f_N}\right)$$

en donde  $P_N$  y  $f_N$  son las potencias de la impedancia y la frecuencia en régimen permanente de la carga y del Sistema Eléctrico respectivamente.

- 4) Si consideramos posible una disminución de la frecuencia de un valor del 2% en un transitorio, en qué valor (%) disminuyen o aumentan las potencias P y Q de la carga respecto a las nominales en permanente.

**Datos:** el factor de potencia de esta carga es de 0,85 inductivo a 50Hz

### Ejercicio 2

Una política muy utilizada por las empresas eléctricas cuando existe poca capacidad de generación o distribución de la energía en periodos de pico de consumo, es reducir la tensión en las líneas (dentro de los límites permitidos) para así reducir el consumo de las cargas. Si las cargas siguen en su demanda de energía unas ecuaciones del tipo (1) y (2) el “éxito” parece asegurado. Con nuestra carga inductiva anterior parece evidente, pero ¿sucede siempre así?

En este caso, otra carga (un motor eléctrico asíncrono), acciona una cinta transportadora con par resistente constante. Se puede despreciar la inductancia magnetizante del motor y suponer que estamos en la zona lineal de la curva de par velocidad.

Determina, si hay una bajada del 3% de la tensión provocada por el distribuidor:

- 1) El nuevo valor del deslizamiento (recuerde el circuito equivalente de los motores asíncronos).
- 2) El nuevo valor de la intensidad consumida por el motor, referido a la inicial .
- 3) La potencia activa.
- 4) Valore el resultado de esta acción de control de la demanda de energía.

### Datos del motor:

Deslizamiento inicial s es de un 2%

Resistencias y reactancias del estator: 0,25 y 0,5Ω/fase

Resistencias y reactancias del rotor (referidas al estator): 0,15 y 0,2Ω/fase.

