

### Ejercicio 1:

Considere el Sistema Eléctrico cuyo diagrama unifilar simplificado se presenta en la Figura 1.

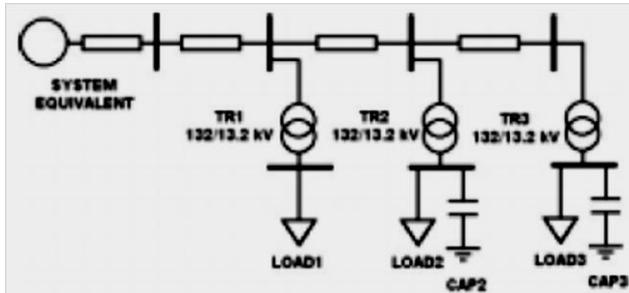


Figura 1

En dicho sistema, se encuentran instalados dos bancos de capacitores (indicados como CAP2 y CAP3) con sus respectivos reactores de choque (REAC2 y REAC3).

#### Parte 1: Simulaciones con FREQUENCY SCAN

Utilizando los datos del Anexo 1, modelar el sistema en ATP Draw, considerando para las cargas los dos siguientes dos modelos por separado:

- i) Convencional (R y L constantes).
  - ii) Sugerido por CIGRE.
- 
- a) Usando la opción FREQUENCY SCAN relevar la respuesta en frecuencia ( $|Z|$  versus frecuencia) en los siguientes puntos: EQSYSY (bornes del equivalente Thévenin), TR1 (secundario del transformador 1), TR2 (secundario del transformador 2) y TR3 (secundario del transformador 3). Comparar las diferencias entre las respuestas en frecuencia según el modelo de carga utilizado.
  - b) Comparar los valores de frecuencia de resonancia obtenidos de los resultados de las simulaciones, con los que se obtienen de aplicar la fórmula simplificada:

$$f_{res} = f_{red} * \sqrt{\frac{S_{cc}}{Q_c}}$$

#### Parte 2: Simulaciones con HARMONIC FREQUENCY SCAN

Considere que en cada una de las Estaciones TR1, TR2 y TR3 se instala un rectificador controlado seis pulsos dos vías, con una potencia activa  $P=10\text{MW}$  y con el contenido armónico que se presenta en el Anexo 2.

- c) Halle la  $\text{THD}_I$  y la  $\text{THD}_V$  en los puntos del sistema: EQSYST, TR1, TR2 y TR3.

## ANEXO 1: Datos para modelos de la Parte 1

### Equivalente del sistema:

$$U_{TH} = 132 \text{ kV}$$

$$S_{cc} = 3250 \text{ MVA}$$

$$\frac{X}{R} = 20$$

### Cables (distributed parameters and transposed line model (Clarke)):

Cable	SYST-TR1	TR1-TR2	TR2-TR3
Rated Voltage [kV]	132	132	132
r[Ω/km]	0.052	0.059	0.063
r <sub>0</sub> [Ω/km]	0.58	0.592	0.597
L[mH/km]	0.36	0.386	0.37
L <sub>0</sub> [mH/km]	0.573	0.608	0.627
c[μF/km]	0.391	0.37	0.36
c <sub>0</sub> [μF/km]	0.391	0.37	0.36
Length [km]	2.4	1.82	2.75

### Transformadores (Saturable 3 phase transformer):

TR	Rated Power [MVA]	Primary Voltage [kV]	Secondary Voltage [kV]	Connection	X[%]
TR1	20	132	13.2	$Y_{\text{H}} Y_{\text{L}}$	13.02
TR2	40	132	13.2	$Y_{\text{H}} Y_{\text{L}}$	12.45
TR3	80	132	13.2	$Y_{\text{H}} Y_{\text{L}}$	27

### Cargas:

LOAD	P <sub>n</sub> [MW]	Q <sub>n</sub> [MVA <sub>r</sub> ]	S <sub>n</sub> [MVA]
LOAD1	13	6.5	14.5
LOAD2	13	6.5	14.5
LOAD3	26	10.86	28.2

### Reactores y capacitores:

Capacitores:

CAP	Rated Voltage [kV]	Rated current [A]	N°	Q[MVA <sub>r</sub> ]
CAP2	13.2	210	1	4.8
CAP3	13.2	210	2	9.6

Reactores:

REAC	U <sub>n</sub> [kV]	I <sub>n</sub> [A]	R[Ω]	L[mH]
REAC2	15	210	0.0018	0.018
REAC3	15	210	0.0018	0.018

## ANEXO 2: Datos para modelo de la Parte 2

Harmonic Source		
lh	Amp.	Amp.[A]
$l_1$	$l_1$	514.6
$l_5$	$l_1 / 5$	102.9
$l_7$	$l_1 / 7$	73.5
$l_{11}$	$l_1 / 11$	46.8
$l_{13}$	$l_1 / 13$	39.6
$l_{17}$	$l_1 / 17$	30.3
$l_{19}$	$l_1 / 19$	27.1