

# Practico 1- Cálculo de Cortocircuito

Instalaciones Eléctricas – 2016

## Ejercicio 1

De un proyecto para la instalación eléctrica de un supermercado, con suministro de energía en media tensión, se ha extraído el diagrama unifilar que se presenta en la figura 1. La tensión de suministro actual es de 6.3kV y de acuerdo a los planes de UTE, pasaría a ser 22kV.

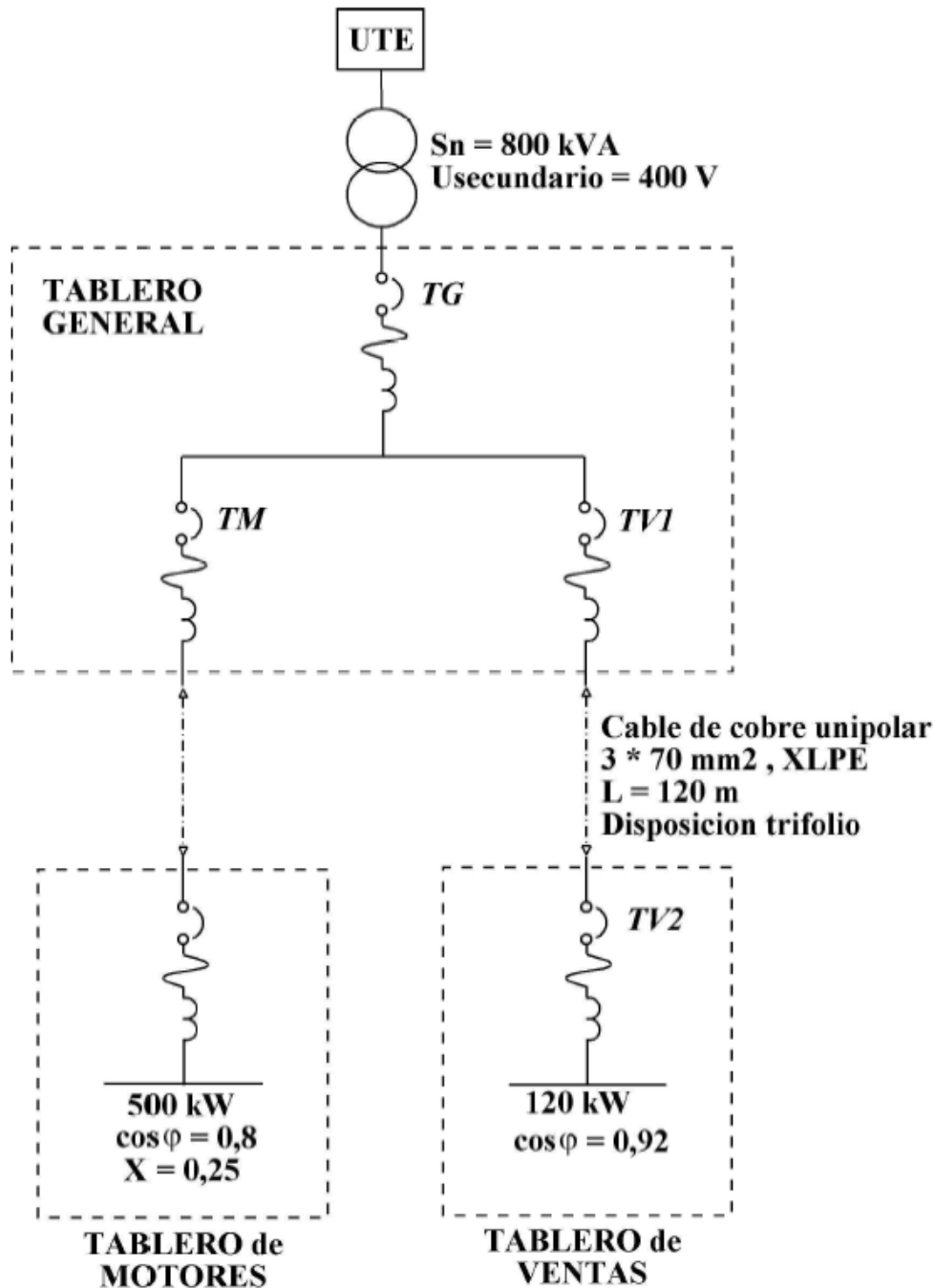


Figura 1: Diagrama unifilar del Ejercicio 1

## Parte A

### Para la situación actual:

- Tensión de suministro: 6,3kV
- Potencia de cortocircuito de la red de UTE: 100MVA
- Se adjunta tabla con datos de transformadores de distribución trifásicos
- Se adjunta tabla con parámetros eléctricos de cables

1- Calcular las corrientes de carga de cada uno de los tableros (Tablero General, Tablero de Motores, Tablero de ventas) y la corriente de cortocircuito máxima en bornes de los interruptores TG, TM y TV1.

Se adjunta la tabla de características técnicas para transformadores de distribución trifásicos (Se desprecia la impedancia del cable desde TG a los Motores)

2- Calcular la corriente de cortocircuito máxima en bornes del interruptor general del Tablero de Ventas. (TV2).

Se adjunta la tabla de parámetros eléctricos de cables de cobre, XLPE.

3- Calcule el cortocircuito bifásico en el extremo del cable de alimentación del tablero de ventas.

El cortocircuito bifásico se calculará como  $\frac{U_n}{2.Z_{cc}}$ .

## Parte B

### Para la situación futura:

Tensión de suministro: 22kV

Corriente de cortocircuito trifásico de la red de UTE en el punto de conexión: 16kA

Recalcular las corrientes de cortocircuito en los puntos indicados en la parte A, y analizar el efecto del cambio de tensión en los valores de las corrientes de cortocircuito.

### Datos

#### Cable:

- Característica: Cable de cobre unipolar, XLPE , 3 x 70mm<sup>2</sup>
- Longitud: 120m
- Disposición: trifolio

# TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCION TRIFASICOS

## Características Técnicas:

- **Fabricación:** MAK bajo licencia PAUWELS
- **Refrigeración:** Sumergido en aceite tipo ONAN.
- **Condiciones de servicio:** Servicio continuo para intemperie e interior.
- **Performance:** Según normas IEC.

## Rango de Potencias:

- Desde 10 hasta 1600 KVA, línea standard de distribución.
- Más de 1600 hasta 10000 KVA, diseños a pedido del cliente.

## Rango de Tensiones:

- Clase de aislación máxima 72,5 KV.

## Accesorios opcionales:

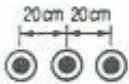
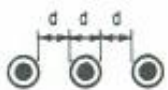


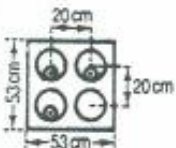
- Relé Buchholz
- Termómetro con y sin contactos auxiliares.
- Nivel de aceite con contactos auxiliares.
- Imagen térmica.

Por transformadores y Autotransformadores en otras potencias y tensiones asesórese con nuestra Oficina Técnica.

Pot. (kva)	Tensión		Pérdidas		Uc. (%)	a <sub>1</sub> (mm)	a <sub>2</sub> (mm)	b <sub>1</sub> (mm)	b <sub>2</sub> (mm)	e (mm)	PESO (Kg)
	Prim. (kv)	Sec. (kv)	Fe (w)	Cu (w)							
10	6,3 15	0,23-0,4	70	280	4	990	580	1035	45	340	195
25	6,3 15	0,23-0,4	128	575	4	1085	675	1070	460	340	278
50	6,3 15	0,23-0,4	210	1000	4,3 5	1170	650	1120	565	340	404
75	6,3 15	0,23-0,4	262	1430	4,3 5	1230	850	1175	600	500	495
100	6,3 15	0,23-0,4	360	1830	4,3 5	1250 1385	865 865	1185 1185	700 700	500 500	590 590
150	6,3 15	0,23-0,4	470	2500	4,3 5	1325 1450	935 940	1215 1240	800 835	500 500	747 784
200	6,3 15	0,23-0,4	600	3100	4,3 5	1380 1390	987 987	1450 1430	816 825	500 500	895 935
250	6,3 15	0,23-0,4	750	3700	4,3 5	1390	1010	1320	1080	670	1110
315	6,3 15	0,23-0,4	850	4350	4,3 5	1460	995	1700	980	670	1290
400	6,3 15	0,23-0,4	1050	5000	4,3 5	1650	1060	1740	960	670	1500
500	6,3 15	0,23-0,4	1250	6100	4,3 5	1730 1710	1151 1131	1840 1915	1080 1090	670 670	1762 1750
630	6,3 15	0,23-0,4	1500	7600	4,3 5	1785 1800	1200 1260	1930 2050	1100 1335	670 670	2075 2250
800	6,3 15	0,23-0,4	1700	10500	5	2135	1510	1750	1410	820	2820
1000	6,3 15	0,23-0,4	1900	12500	5	2330 2230	1575 1575	1810 1810	1520 1520	820 820	3250 3250
1250	6,3 15	0,23-0,4	2300	14700	5 5,5	2280	1630	2410	1580	820	4000
1600	6,3 15	0,23-0,4	2750	19000	5 6	2510	1830	2100	1870	820	4700

# Parâmetros elétricos

## Cabos Siemens EPR 0,6/1 kV

Seção nominal (mm <sup>2</sup> )		70	95	120	150	185	240	300	400	500
R <sub>cc</sub> - Resistência elétrica máx. do condutor em c.c. a 20°C (Ω/km)		0,268	0,193	0,153	0,124	0,0991	0,0754	0,0601	0,0470	0,0366
X <sub>C</sub> - Reatância capacitiva (Ω · km)		—	—	—	—	—	—	—	—	—
3 cabos unipolares em plano 	R <sub>ca</sub> 90°C (Ω/km)	0,342	0,247	0,196	0,159	0,127	0,0974	0,0782	0,0619	0,0492
	X <sub>L</sub> (Ω/km)	0,317	0,305	0,296	0,288	0,279	0,268	0,259	0,250	0,241
3 cabos unipolares em plano 	R <sub>ca</sub> 90°C (Ω/km)	0,342	0,247	0,196	0,159	0,128	0,0980	0,0786	0,0629	0,0503
	X <sub>L</sub> (Ω/km)	0,124	0,120	0,117	0,116	0,115	0,114	0,113	0,112	0,111
3 cabos unipolares em trifólio 	R <sub>ca</sub> 90°C (Ω/km)	0,343	0,247	0,197	0,160	0,129	0,1000	0,0714	0,0660	0,0542
	X <sub>L</sub> (Ω/km)	0,107	0,102	0,099	0,099	0,098	0,097	0,096	0,095	0,094
Cabo tripolar 	R <sub>ca</sub> 90°C (Ω/km)	0,343	0,248	0,197	0,161	0,130	0,1008	0,0824	—	—
	X <sub>L</sub> (Ω/km)	0,093	0,090	0,088	0,088	0,088	0,087	0,087	—	—
1 cabo unipolar por duto 	R <sub>ca</sub> 90°C (Ω/km)	0,342	0,247	0,196	0,159	0,127	0,0974	0,0782	0,0619	0,0492
	X <sub>L</sub> (Ω/km)	0,319	0,307	0,298	0,290	0,281	0,270	0,261	0,252	0,242

## Ejercicio 2

Un sector de la instalación eléctrica de una industria es representado por el unifilar de la figura 2. El tablero T-FM alimenta un conjunto de motores asíncronos de 1500rpm que trabajan al 75% de su carga nominal; se adjunta la hoja de datos de dichos motores. El tablero T-IS es el tablero general de iluminación y servicios, y alimenta solo cargas pasivas. Calcular el cortocircuito máximo en los puntos de la instalación marcados como A, B y C; despreciando las impedancias de los cables.

### Datos

Red:

Potencia de cortocircuito:  $S''_k = 500 \text{ MVA}$

Tensión compuesta:  $U = 6,3 \text{ kV}$

Transformador T1:

Potencia nominal:  $S_n = 1 \text{ MVA}$

Relación de transformación: 6,3/0,4 kV

Impedancia de Corto Circuito:  $\mu_k = 6 \%$ , con pérdidas en el cobre:  $P_{cu} = 9500 \text{ W}$

Motores M1, M2 y M3:

Reactancia de Corto Circuito:  $X''_{M1} = X''_{M2} = X''_{M3} = 20\%$

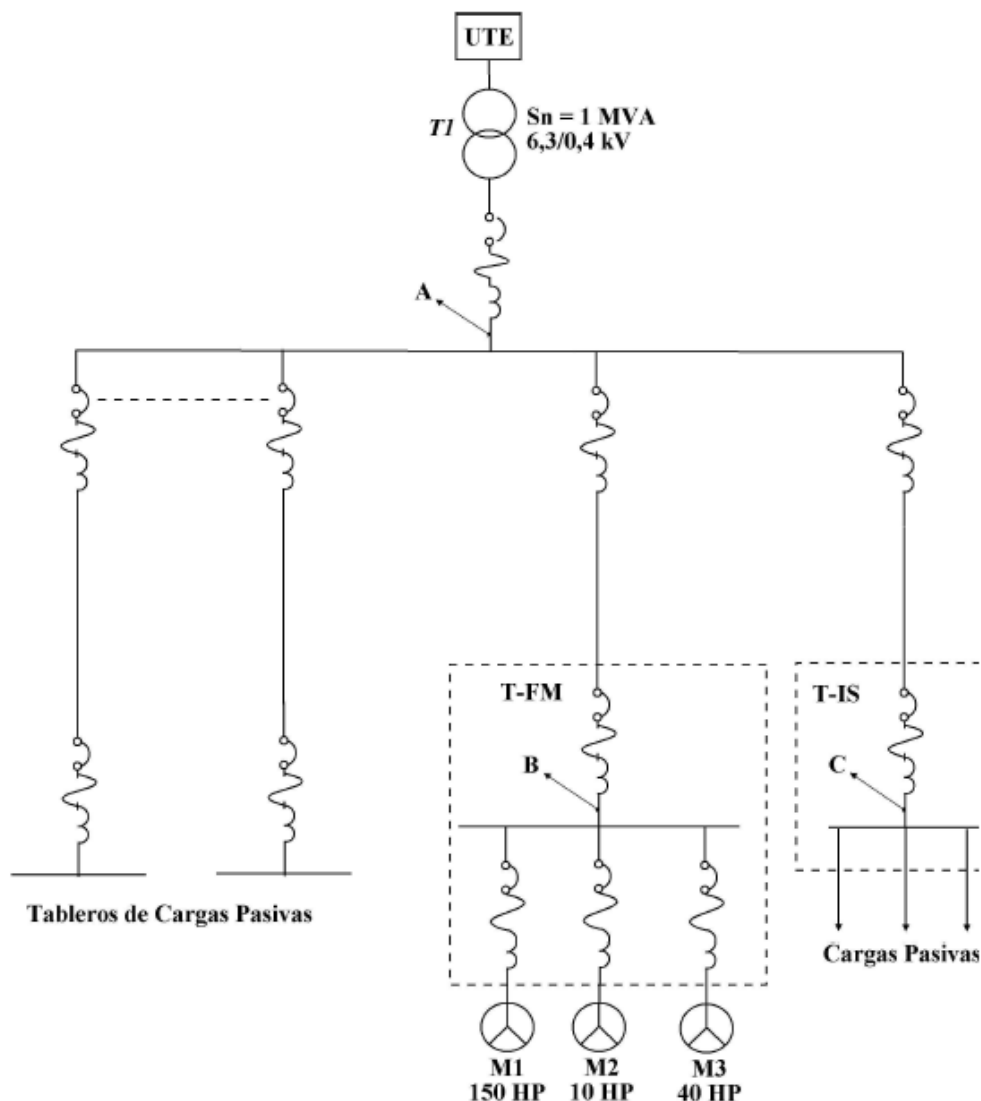


Figura 2: Diagrama unifilar del Ejercicio 2

Potencia		Carcasa	Full Load Torque (kgfm)	Corriente con rotor trabado I/ In	Par con rotor trabado TI/Tn	Break-down Torque Tb/Tn	Momento de Inercia J (kgm <sup>2</sup> )	Tiempo máximo con rotor trabado (s)		Peso (kg)	Nivel de ruido dB (A)	400 V						Corriente nominal In (A)
								Caliente	Frio			RPM	% de la potencia nominal			Factor de potencia		
													Rendimiento					
kW	HP											50	75	100	50	75	100	

IV Polos

5,5	7,5	L132S	3,64	8,4	2,3	3,5	0,0640	16	35	78,0	56	1470	90,8	91,8	91,9	0,63	0,75	0,82	10,5
7,5	10	L132M/L	4,97	8,8	2,3	3,6	0,0791	14	31	84,0	56	1470	91,4	92,3	92,6	0,62	0,74	0,81	14,4
9,2	12,5	160M	6,05	8,6	3	3,3	0,1398	16	35	115	61	1480	91,9	92,9	93,0	0,61	0,74	0,81	17,6
11	15	160M	7,26	8,2	3	3,5	0,1537	14	31	125	61	1475	92,0	93,0	93,3	0,61	0,73	0,81	21,0
15	20	160L	9,91	7,2	3	3,2	0,1813	28	62	150	61	1475	92,7	93,6	93,9	0,63	0,75	0,81	28,5
18,5	25	L180M	12,2	7,9	2,5	3,4	0,2291	16	35	185	61	1480	93,6	94,2	94,2	0,64	0,76	0,83	34,2
22	30	L180L	14,5	8,2	2,7	3,5	0,2594	14	31	200	61	1480	93,7	94,3	94,5	0,63	0,75	0,82	41,0
30	40	200L	19,7	7,4	2,8	3,2	0,3979	18	40	284	63	1485	93,9	94,7	94,9	0,60	0,73	0,81	56,3
37	50	225S/M	24,3	7,9	2,8	3,2	0,7346	21	46	430	63	1485	94,6	95,1	95,2	0,67	0,78	0,84	66,8
45	60	225S/M	29,5	8,3	2,9	3,3	0,7346	15	33	440	63	1485	94,2	95,0	95,4	0,62	0,74	0,82	83,0
55	75	250S/M	36,1	8,3	3	3,4	1,21	17	37	531	64	1485	94,9	95,4	95,7	0,66	0,78	0,83	100
75	100	280S/M	49,0	7,9	2,4	2,9	2,78	40	88	830	69	1490	95,5	96,1	96,2	0,72	0,81	0,85	132
90	125	280S/M	59,0	7,9	2,4	2,9	3,40	40	88	895	69	1485	95,9	96,3	96,4	0,73	0,82	0,86	157
110	150	315S/M	71,9	7,4	2,7	2,7	4,42	54	119	1150	71	1490	95,8	96,4	96,8	0,73	0,82	0,86	191
132	175	315S/M	86,3	7,5	2,8	2,7	5,29	50	110	1332	71	1490	96,1	96,7	96,9	0,73	0,82	0,86	229
150	200	315L	98,1	7,7	3	2,6	5,73	40	88	1430	72	1490	96,3	96,8	96,9	0,74	0,83	0,86	260
160	220	315L	105	7,7	3	2,6	5,73	40	88	1430	72	1490	96,3	96,8	96,9	0,74	0,83	0,86	277
185	250	315L	121	7,7	3	2,6	6,17	32	70	1480	72	1490	96,4	96,8	96,9	0,74	0,83	0,86	320
200	270	315L	131	7,9	3	2,7	6,51	31	68	1527	72	1490	96,4	96,9	97,0	0,74	0,83	0,86	346
220	300	355M/L	144	7,9	2,6	2,8	8,95	36	79	1670	74	1490	95,9	96,6	96,9	0,72	0,81	0,85	386
250	340	355M/L	163	8,2	2,7	2,8	10,0	33	73	1730	74	1490	96,1	96,7	97,0	0,72	0,81	0,85	438
260	350	355M/L	170	8,2	2,7	2,8	10,0	33	73	1730	74	1490	96,1	96,7	97,0	0,72	0,81	0,85	455
280	380	355M/L	183	7,9	2,7	2,7	10,5	28	62	1772	74	1490	96,3	96,8	97,0	0,72	0,81	0,85	490
300	400	355M/L	196	7,8	2,7	2,6	11,1	24	53	1825	74	1490	96,4	96,8	97,0	0,73	0,82	0,86	519
315	430	355M/L	206	7,8	2,9	2,6	11,6	27	59	1878	74	1490	96,5	96,9	97,0	0,73	0,82	0,86	545
330	450	355A/B'	216	7,3	2,5	2,4	12,5	28	62	2062	76	1490	96,7	97,0	97,0	0,77	0,84	0,87	564
355	480	355A/B'	232	7,6	2,8	2,5	13,5	23	51	2089	76	1490	96,7	97,0	97,0	0,75	0,83	0,87	607

## Ejercicio 3

Una industria se alimenta de la red de UTE en 22kV. La subestación propia cuenta con dos transformadores que atienden cada uno un sector de la fábrica, pudiendo trabajar en paralelo, y con un generador de respaldo para las cargas alimentadas de la barra 2. La figura 3 ilustra la descripción anterior.

- 1- Calcular el cortocircuito trifásico en barras de 22kV:
- 2- Calcular el cortocircuito trifásico de los interruptores del Tablero General de baja tensión, para las distintas configuraciones, e indicar cuál es la configuración de mayor aporte.
- 3- Calcular el cortocircuito trifásico de los interruptores del tablero A, para la configuración de mayor aporte.
- 4- Calcular el cortocircuito mínimo a la entrada del tablero TA.

### **Datos**

#### Se desprecia:

- el efecto de los motores de BT
- la impedancia de los ductos de barras (DB1 y DB2) e impedancia del cable de media tensión
- la impedancia del cable del generador al Tablero General.

#### Red:

- Potencia de cortocircuito:  $S''_k = 500 \text{ MV A}$
- Tensión compuesta:  $U = 22 \text{ kV}$

#### Transformador T1 y T2:

- Potencia nominal:  $S_n = 500 \text{ kV A}$
- Relación de transformación: 22/0,4kV
- Impedancia de Corto Circuito:  $\mu k = 4 \%$ , con pérdidas en el cobre:  $P_{cu} = 6100 \text{ W}$

#### Cable:

Característica: XLPE, 4 x 50 mm<sup>2</sup>

Longitud: 50m

Resistencia:  $r_L = 0,495 \Omega/\text{km}$

Reactancia:  $X_L = 0,062 \Omega/\text{km}$

#### Generador:

Potencia nominal:  $S_n = 500 \text{ kV A}$

Tensión nominal compuesta:  $U_{nG} = 400 \text{ V}$

Reactancia de Corto Circuito:  $X''_d = 12\%$

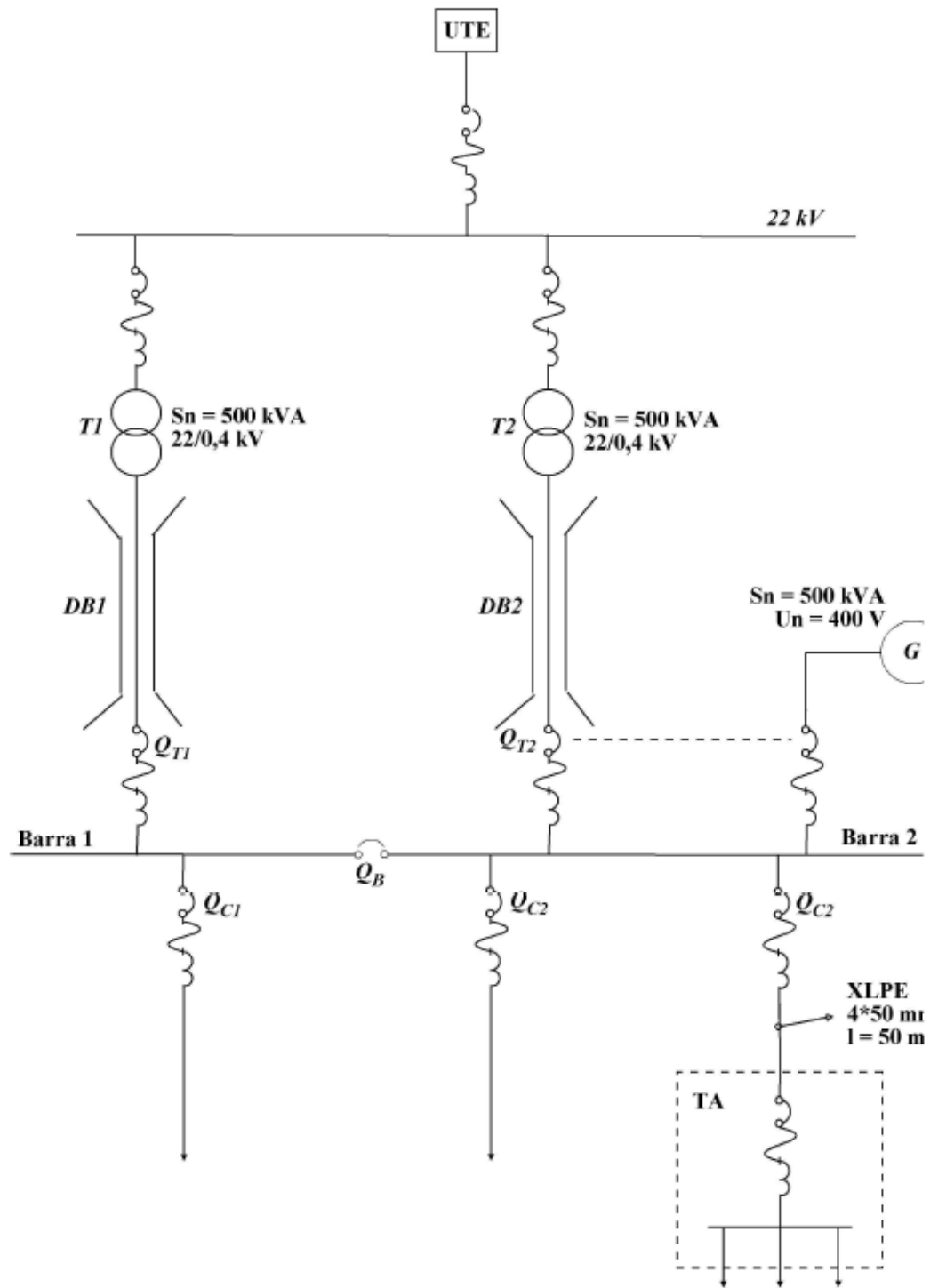


Figura 3: Diagrama unifilar del Ejercicio 3



## Ejercicio 4

En una planta industrial se pretende agregar al proceso, una sala con bombas y compresores para lo cual se instalarán dos tableros nuevos (TIL y TFM), alimentados directamente del tablero general (TG), como se indica en la figura 4. El nivel de cortocircuito trifásico actual en barras del tablero general es de  $35kA_{eff}$  en 400 V, y se considera que la impedancia de la red es puramente inductiva.

### Datos:

#### Bombas M1 y M2:

- Potencia nominal:  $P_n = 40HP$
- Rendimiento:  $\eta = 90\%$
- Coseno  $\phi$  :  $\cos \phi = 0,86$
- Reactancia:  $X_m = 20\%$

#### Bombas M3 y M4:

- Potencia nominal:  $P_n = 75HP$
- Rendimiento:  $\eta = 90\%$
- Coseno  $\phi$  :  $\cos \phi = 0,88$
- Reactancia:  $X_m = 20\%$

La distancia desde el tablero general a la nueva sala de FM es de 70 m y las características de los cables serán  $\rho(\Omega \text{ mm}^2/\text{km}) = 22$  y  $x(\Omega/\text{km}) = 0,09$ . Se desprecian las impedancias de los cables de alimentación de los motores. La sección de este cable es  $4 \times 185 \text{ mm}^2$ .

1- Determinar los nuevos valores de la corriente de cortocircuito máxima, en los interruptores del tablero general, para las salidas existentes y para las salidas de los nuevos tableros (TIL y TFM).

2- Calcular las corrientes de cortocircuito máxima en bornes de los interruptores del tablero de iluminación (TIL) y del interruptor más comprometido del tablero de fuerza motriz (TFM).

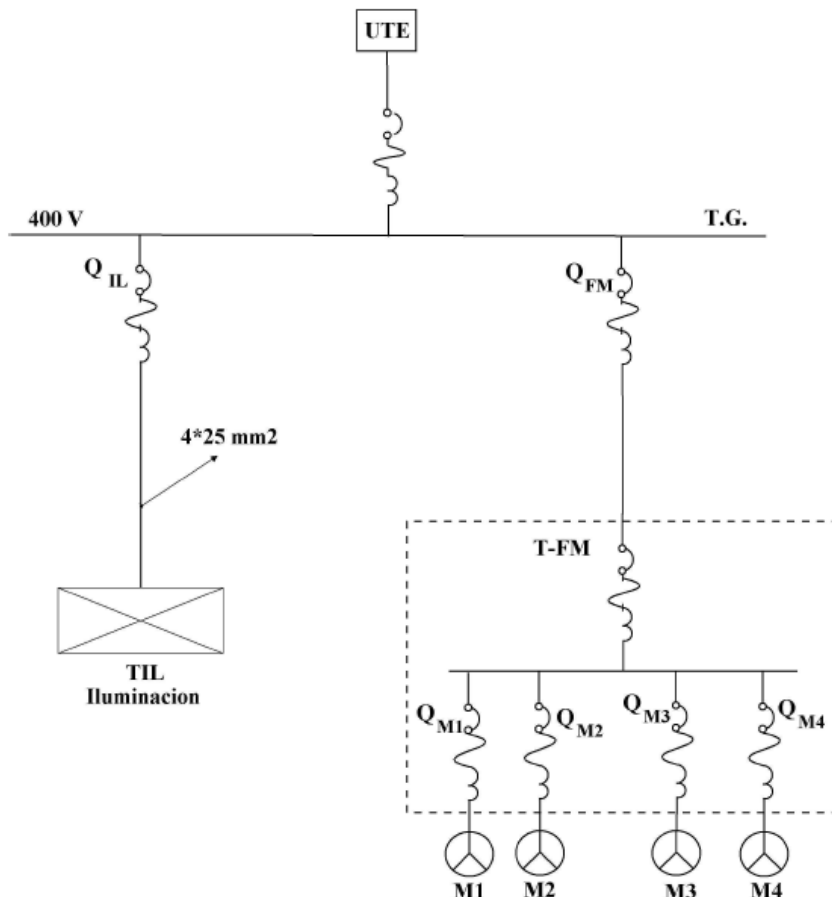


Figura 4: Diagrama unifilar del Ejercicio 4