

“AÑO DE LA PROMOCIÓN DE LA INDUSTRIA RESPONSABLE Y COMPROMISO CLIMÁTICO”



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRONICA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

CURSO: MAQUINAS ELECTRICAS III

TITULO DEL TEMA: SOLUCIONARIO 2 PRÁCTICA

PROFESOR: Ing. HUBER MURILLO MANRIQUE

INTEGRANTES

- FLORES ALVAREZ ALEJANDRO

CÓDIGO

1023120103

FECHA DE REALIZACION: 14/10/2014 AL 18/10/2014

FECHA DE ENTREGA: 20/10/2014

**REVISADO**

Por ALEJANDRO FLORES fecha 18:23 , 29/11/2014

BELLAVISTA, 20 DE OCTUBRE DE 2014

**Problema 1.-** La empresa PATY tiene cargas críticas y no críticas, reciben energía de una S.E la misma que trabaja en 22.9/0.44 KV, 60 Hz (el transformador tiene una  $\mu Z = 5.5\%$  y  $\mu R = 0.65\%$ ), necesita un grupo electrógeno para suministrar energía a las cargas críticas las mismas que trabajan en 440 KV, 60 Hz. Las cargas se hallan dentro de cada uno de los cuadros de cargas críticas y no críticas que presentamos en la siguiente página. La barra cargas NO CRÍTICAS y BARRA CRÍTICA están unidas mediante un ITM (TIE).

- El ITM01 enlaza al transformador de potencia con el TG.
- El ITM02 enlaza al grupo electrógeno (G.E.) con el TG.
- El TG incluye las cargas conectadas a las barras crítica y no crítica.

Realice los cálculos de caída de tensión de los MATJA que a continuación se describe: El MATJA de 100 HP, 4 polos, 60 Hz., con IP55, FP = 0.89, EF = 91%, Ip/In = 6, arranque Y -  $\Delta$ .

En estas condiciones se le solicita:

1. Llenar los cuadros de cargas críticas y no críticas.
2. Dimensionar y seleccionar el Transformador adecuado a ser instalado en la S.E.
3. Dimensionar y seleccionar el grupo electrógeno que alimente únicamente a las cargas críticas y adecuando las reactancia transitoria del GE.  $16.5\% < \text{La caída de tensión en el GE} < .20\%$ .
4. Dimensione y seleccione los ITM: ITM01, ITM02 y TIE incluya RT, RM, estos valores deben ser los calculados por Ud.
5. Dibuje el diagrama unifilar del sistema propuesto.
6. Construya la lógica utilizando el sistema binario para construir el automatismo del tablero de transferencia del GE y concesionario.

### **1. Llenar los cuadros de cargas críticas y no críticas.**

Primeramente nos piden llenar los datos de las cargas críticas y no críticas.

#### **1.1.- Para las cargas no críticas tenemos:**

☞ Para el motor MATJA 75HP, FP=0.9, EF=0.92 tenemos:

$$P_{nominal} = P_{Eje} = \frac{75 \times 746}{1000} = 55.95 \text{ kW}$$

Para hallar la potencia Instalada tenemos:

**REVISADO**

Por ALEJANDRO FLORES fecha 18:23 , 29/11/2014

$$P_{instalada} = \frac{P_{nominal}}{EF} = \frac{55.95kW}{0.92} = 60.82 kW$$

Para hallar la máxima demanda:

$$\text{Máxima Demanda (DM)} = FD \times P_{instalada} = 0.9 \times 60.82 kW = 54.74 kW$$

☞ Para Productos Terminados 135KW

$$P_{nominal} = P_{Eje} = 135 kW$$

$$P_{instalada} = P_{nominal} = 135 kW$$

Para hallar la máxima demanda:

$$\text{Máxima Demanda (MD)} = FD \times P_{instalada} = 0.9 \times 135 kW = 121.5 kW$$

Potencia total de las cargas no críticas viene con la siguiente relación.

$$X_{cargas\ no\ críticas} = \frac{MD \times \text{Factor Ampliación}}{FP} = \frac{176.24 \times 1.2}{0.8}$$

$$X_{cargas\ no\ críticas} = 264.36 KVA$$

**1.2.- Para cargas críticas tenemos:**

☞ Para Data Center tenemos:

$$P_{nominal} = 25 kW$$

$$P_{instalada} = P_{nominal} = 25 kW$$

Para hallar la máxima demanda:

$$\text{Máxima Demanda (MD)} = FD \times P_{instalada} = 1 \times 25 kW = 25 kW$$

☞ Para MATJA 100HP, FP=0.89, EF=0.91 tenemos

$$P_{nominal} = \frac{100 \times 746}{1000} = 74.6 kW$$

Para hallar la potencia Instalada tenemos:

$$P_{instalada} = \frac{P_{nominal}}{EF} = \frac{74.6 kW}{0.91} = 81.98 kW$$

Para hallar la máxima demanda:

$$\text{Máxima Demanda (DM)} = FD \times P_{instalada} = 0.8 \times 81.98 kW = 65.58 kW$$

☞ Para Servicios Generales 45KW:

$$P_{nominal} = 45 \text{ kW}$$

$$P_{instalada} = P_{nominal} = 45 \text{ kW}$$

Para hallar la máxima demanda:

$$\text{Máxima Demanda (MD)} = FD \times P_{instalada} = 0.8 \times 45 \text{ kW} = 36 \text{ kW}$$

Potencia total de las cargas críticas viene con la siguiente relación.

$$X_{cargas\ críticas} = \frac{MD \times \text{Factor Ampliación}}{FP} = \frac{126.58 \times 1.2}{0.8}$$

$$X_{cargas\ críticas} = 189.87 \text{ KVA}$$

Todos estos resultados lo llevamos a una tabla, así:

CUADROS DE CARGAS NO CRITICAS					
ITEM	DESCRIPCION GENERAL	Pnominal (KW)	Pinstalada (KW)	F.D.	Máxima Demanda (KW)
1	MATJA 75 HP, FP=0.9, EF=0.92	55.95	60.82	0.9	54.74
2	PRODUCTOS TERMINADOS 135KW	135	135	0.9	121.5
SUB TOTAL 1		<b>190.95</b>	<b>195.82</b>		<b>176.24</b>
FACTOR DE AMPLIACION					1.2
FACTOR DE POTENCIA					0.8
<b>POTENCIA APARENTE KVA 01 CALCULADO</b>					<b>264.36</b>

CUADROS DE CARGAS CRITICAS					
ITEM	DESCRIPCION GENERAL	Pnominal (KW)	Pinstalada (KW)	F.D.	Máxima Demanda (KW)
1	DATA CENTER 25KW	25	25	1	25
2	MATJA 100HP, FP=0.89, EF=0.91	74.6	81.98	0.8	65.58
3	SERVICIOS GENERALES 45KW	45	45	0.8	36
SUB TOTAL 2		<b>144.6</b>	<b>151.98</b>		<b>126.58</b>
FACTOR DE AMPLIACION					1.2
FACTOR DE POTENCIA					0.8
<b>POTENCIA APARENTE KVA 02 CALCULADO</b>					<b>189.87</b>

Una vez calculado la potencia total de cada barra estos los sumamos de la siguiente manera:

POTENCIA APARENTE KVA 01 + KVA 02	CALCULADO (KVA)	<b>454.23</b>
POTENCIA APARENTE KVA 01 + KVA 02	COMERCIAL (KVA)	<b>500</b>

CALCULO DE POTENCIA CONTRATADA	
POTENCIAS INSTALADAS CRITICAS + NO CRITICAS (KW)	347.8
FACTOR DE CARGA – Industrial Pesado ya que f.d.p. varia (0.60 - 0.80)	0.65
POTENCIA CONTRATADA (KW)	226

## **2. Dimensionar y seleccionar el Transformador adecuado a ser instalado en la S.E.**

El transformador se dimensiona teniendo en cuenta:

- ☞ Su potencia nominal,
- ☞ Con temperatura ambiente nominal, en permanencia con ventilación natural, es decir sin la intervención de ventiladores.
- ☞ Debes calcular la carga total que quieres conectar a tu transformador.
- ☞ Todos los dispositivos eléctricos tienen una corriente de arranque y debe ser considerada cuando se dimensiona un transformador.

Una vez hallados la potencia total de cada barra y haber sumado las dos, estas serían nuestra potencia total que alimenta el transformador de distribución, por lo tanto escogeríamos un TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCION de **500KVA** ya que este debe ser mayor al calculado que nos salió **454.23KVA**,

Analizamos como trabaja las cargas de la empresa PATY, estas están operando normalmente con el transformador en servicio y el ITM (TIE), también está normalmente cerrado, por tanto no tiene por qué conectarse el GRUPO ELECTROGENO (GENERACION ELECTRICA), este grupo entrara siempre en cuando hay una falla en el sistema por ejemplo un cortocircuito entre el transformador y la barra de cargas no críticas ahí este grupo automáticamente entra en funcionamiento y se abre el ITM01.

Una vez hallado las características o parámetros más importantes del TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCION seguidamente nos vamos a catálogos de empresas que fabrican todo tipo de transformadores y encontramos la siguiente:

**Bitensión primaria 10/22,9 kV/440 V - Tensión más elevada para el material: 24 kV/440 V**

Dimensiones y pesos - Sin envolvente IP00		Unidades	160	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500
Potencia asignada		kVA												
Longitud	A	mm	1310	1340	1350	1380	1490	1520	1525	1595	1670	1765	1905	2025
Anchura	B	mm	750	795	795	795	795	830	830	835	945	960	1195	1195
Altura máxima	C	mm	1385	1405	1475	1495	1725	1745	1885	1895	1945	2120	2325	2390
Distancia entre ejes de ruedas	D	mm	520	670	520	670	520	670	670	670	820	820	1070	1070
Anchura de chasis	E	mm	645	795	645	795	645	795	795	795	945	945	1195	1195
Diámetro de ruedas	F	mm	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	160	160
Ancho de ruedas	G	mm	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	50	50
Resina-chasis	H	mm	180	205	180	200	180	170	170	155	215	200	250	230
Eje trafo-barra de acoplamiento MT	I	mm	375	395	375	400	375	430	430	445	460	485	510	525
Distancia entre ejes de conexiones de BT	J	mm	362	431	362	444	362	501	502	527	556	589	635	690
Eje trafo-barra de acoplamiento BT	L	mm	170	200	170	205	170	230	225	240	265	265	270	310
Altura de conexiones MT	M	mm	855	965	855	1055	855	1215	1355	1375	1395	1540	1655	1705
Altura de conexiones de BT	P	mm	1205	1345	1205	1435	1205	1670	1810	1810	1860	2020	2205	2340
Peso		kg	960	1075	1180	1315	1670	1860	2065	2395	3030	3560	4510	5100

Nota: Todos los pesos y dimensiones son referenciales, consultar a nuestro servicio de atención al cliente.

El transformador seleccionado es de la marca:



Las características del TRANSFORMADOR Seleccionado serian:

CARACTERISTICAS DE FUNCIONAMIENTO DEL TRANSFORMADOR				
Ítem	Descripción	Datos		
1	Potencia Nominal	500 KVA		
2	Norma de Fabricación	IEC 76-1 a 76-5, IEC 726 (1982), UNE 20101, UNE 20178 (1986), CENELEC		
3	Frecuencia de trabajo	60 Hz		
4	Tensión nominal Primario	10/22,9 kV		
5	Nivel de Aislamiento Asignado	24 kV		
6	Tensión nominal Secundario	440 V		
7	Corriente Primaria	28.86/ 12.61 A		
8	Corriente Secundaria	721.7 A		
9	Tensión de Cortocircuito (%)	6		
10	Corriente de Vacío (%)	1.5		
11	Corriente Transitoria de Circulación	le/ln Valor de Cresta	10	
		Constante de tiempo	0.25	
12	Caída de Tensión de Plena Carga (%)	Cos(φ)=1	a 75°C	1.31
			a 120°C	1.47
		Cos(φ)=0.8	a 75°C	4.53

			a 120°C	4.63
13	Rendimiento (%) Carga 100%	Cos( $\phi$ )=1	a 75°C	98.6
			a 120°C	98.44
		Cos( $\phi$ )=0.8	a 75°C	98.26
			a 120°C	98.06
14	Rendimiento (%) Carga 75%	Cos( $\phi$ )=1	a 75°C	98.79
			a 120°C	98.67
		Cos( $\phi$ )=0.8	a 75°C	98.49
			a 120°C	98.34
15	Ruido Potencia acústica Lwa	69		
16	dB (A) Presión acústica Lpa 1 metro	60		
17	Numero de Fases	03 (Trifásico)		
18	Factor de Potencia	0.8 Inductivo		
19	Grupo de Conexión	Dyn11		

Una vez seleccionado el TRANSFORMADOR lo que hice es comprobar este resultado o selección con otro TRANSFORMADOR de otra marca, revisé la página de WEG y encontré que la empresa había elabora un pequeño programa con el cual se puede seleccionar el trafo, el programa te pide todas las potencias Instaladas como datos de entrada, luego el programa se encarga de calcular y seleccionar que transformador comercial vas a usar o vas a instalar.

El proceso se efectuó de la siguiente manera:

Ingresamos las Potencias instaladas totales para cargas críticas como no críticas.



**Potencia Instalada (PI)**

Realiza una pesquisa de todas las cargas de su instalación

Máquinas (Motores) :  kW

Iluminación (Interna y Externa) :  kW

Alimentación de Montacargas eléctricas :  kW

Tomas de corriente (Internas y Externas) :  kW

Equipos de calentamiento (duchas, hornos, estufas, grifos eléctricos etc.) :  kW

Aire Acondicionado :  kW

Potencia Instalada :  kW

Seguidamente escogemos un Factor de Demanda cercano al 0.9, donde elegimos 0.85 como se muestra.

#### Factor de Demanda (FD)

Verifica abajo los valores típicos del factor de demanda. Recomendamos aún la consulta a la consesionario de energía eléctrica local y la análisis del factor de demanda específico para cada carga:

- Producción de máquinas y equipos industriales - 0,59
- Producción de piezas automotivas - 0,49
- Química y Petroquímica - 0,85
- Siderúrgicas - 0,87
- Supermercados - 0,72
- Textil - 0,71
- Usinas de azúcar y Alcohol - 0,82

Esciba aquí el factor de demanda de su instalación :

También seleccionamos un factor de potencia de 0.85 que es el más bajo que nos dan.

#### Factor de Potencia (FP)

El valor mínimo exigido en Brasil es de 0,92

Seleccione el factor de potencia de su instalación :

#### Previsión de acrecimientos de carga (PAC)

Recomendamos la utilización de por mínimo 20% de la previsión de acrecimientos de carga

Seleccione la Previsión de acrecimientos de carga :  %

#### Potencia Homologada sin PAC

Fórmula de Dimensionamiento  
 $PT = \frac{PI \times FD}{FP}$  KVA

Potencia Calculada  KVA  
Potencia Homologada

✓ Línea WEG

#### Potencia Homologada

Fórmula de Dimensionamiento  
 $PT = \frac{PI \times FD \times PAC}{FP}$  KVA

Potencia Calculada  KVA  
Potencia Homologada

✓ Línea WEG

Y finalmente el programa nos arroja el resultado, y según el cálculo el TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCION debe ser de **500KVA** vemos en línea, o nos muestra las características del TRANSFORMADOR.

Seleccione un transformador
Hoja técnica
Dibujos


Transformadores

### Características

- Potencia: **500 kVA**
- Norma de Fabricación: **NBR 5356/93**
- Refrigeración: **AN - Ar Natural**
- Relatório: **No es agresiva**
- Protección: **IP00**
- Classe do Material Isolante (155°C) F**
- Clase de Tensión (kV): **15 kV**
- Tensiones del Primario: **13,8/13,2/12,6/12,0/11,4 kV**
- Tensión del Secundario: **440/254 V**
- Primario: **Triângulo (delta)**
- Secundario: **Estrela com neutro acessível**
- Dislocación Angular: **30°**
- Frecuencia nominal: **60 Hz**
- Pérdidas en vacío (pérdidas en el hierro): **Sob Consulta**
- Pérdidas totales: **Sob Consulta**
- Corriente de excitación: **1,2 %**
- Impedancia a 75° C: **6 %**
- Largo: **1530 mm**
- Ancho: **620 mm**
- Alto: **1411 mm**
- Peso: **1550 kg**

Valores garantidos potência nominal no tap de maior tensão, à temperatura de 115°C

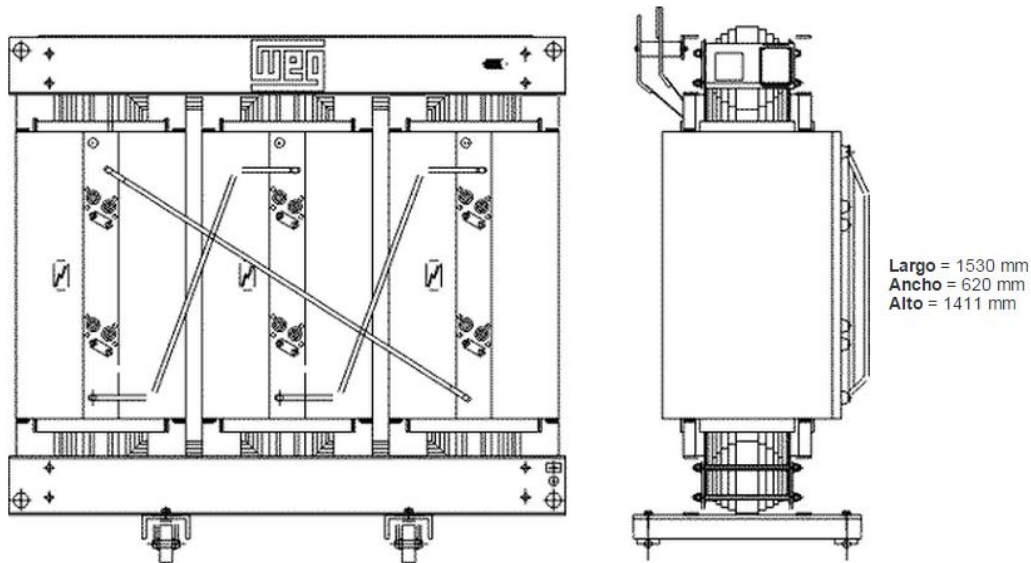


REVISADO

Por ALEJANDRO FLORES fecha 18:23 , 29/11/2014



Dimensión de TRANSFORMADOR.



El problema es que este transformador opera como tensión máxima con **15 kV** y nosotros estamos trabajando con una tensión de **22.9 kV** que viene ser la tensión nominal de trabajo.

**3. Dimensionar y seleccionar el grupo electrógeno que alimente únicamente a las cargas críticas y adecuando las reactancia transitoria del GE. 16.5% < La caída de tensión en el GE <.20%.**

El dimensionamiento y la selección de un Generador eléctrico (Grupo Electrógeno) es como sigue a continuación:

Como solo nos dicen solamente va alimentar a las cargas críticas y estas cargas son 3 de las tablas llenadas anteriormente.

CUADROS DE CARGAS CRITICAS					
ITEM	DESCRIPCION GENERAL	Pnominal (KW)	Pinstalada (KW)	F.D.	Máxima Demanda (KW)
1	DATA CENTER 25KW	25	25	1	25
2	MATJA 100HP, FP=0.89, EF=0.91	74.6	81.98	0.8	65.58
3	SERVICIOS GENERALES 45KW	45	45	0.8	36
SUB TOTAL 2		<b>144.6</b>	<b>151.98</b>		<b>126.58</b>
FACTOR DE AMPLIACION					1.2
FACTOR DE POTENCIA					0.8
<b>POTENCIA APARENTE KVA 02 CALCULADO</b>					<b>189.87</b>

De esta tabla calculamos el Stotal, para ello recurrimos a los apuntes y desarrollos del Ing. Heber Murillo, y tomamos como guía y los cálculos los resumimos en la siguiente tabla.

Item	Carga	Cos()	EF (%)	Pnom (kW)	Pins (kW)	S (KVA)	Q (KVAR)
1	DATA CENTER	-	-	25	25		
2	MATJA 100HP	0.89	0.91	74.6	81.98	90.1	
3	SERVICIOS GENERALES	-	-	45	45		
<b>Total</b>							

Como sabemos que:

$$S = \frac{P_{instalada}}{\cancel{EF}} \quad Q = \sqrt{S^2 - P_{ins}^2}$$

factor de potencia

Para los centros de dato y servicios generales no tenemos una f.d.p, por lo tanto suponemos un f.d.p de 1 y completamos en llenar la tabla.

Item	Carga	Cos(φ)	EF (%)	Pnom (kW)	Pins (kW)	S (KVA)	Q (KVAR)
1	DATA CENTER	-	-	25	25	25	0
2	MATJA 100HP	0.89	0.91	74.6	81.98	90.1	37.38
3	SERVICIOS GENERALES	-	-	45	45	45	0
<b>Total</b>				144.6	151.98	160.1	37.38

Por lo tanto de la siguiente relación:

$$S = \sqrt{(P_1 + P_2 + P_3 \dots + P_n)^2 + (Q_1 + Q_2 + Q_3 \dots + Q_n)^2}$$

Reemplazando los valores de la tabla

$$S = \sqrt{(25 + 81.98 + 45)^2 + (0 + 37.38 + 0)^2}$$

$$S_{TOTAL} = 156.51 \text{ KVA}$$

El factor de potencia total será.

$$\cos(\phi)_{TOTAL} = \frac{P_{TOTAL}}{S_{TOTAL}}$$

$$\cos(\phi)_{TOTAL} = \frac{151.98}{160.1} = 0.94928 \approx 0.95$$

**REVISADO**

Por ALEJANDRO FLORES fecha 18:24 , 29/11/2014

Una vez encontrados las características del generador podemos recurrir a los catálogos SMG IBERIA tipo industrial y obtenemos.



Datos técnicos de valores de salida a 60 Hz				
Tensión	Continua:		Emergencia:	
	kVA	kW	kVA	kW
480/277V	196,9	157,5	218,8	175,0
220/127V	196,9	157,5	218,8	175,0
380/220V	195,0	156,0	215,0	172,0
240/120V	196,9	157,5	217,8	174,2
440/254V	196,9	157,5	218,8	175,0
220/110V	195,0	156,0	215,0	172,0
208/120V	196,9	157,5	217,8	174,2
240/139V	196,9	157,5	218,8	175,0

Prestaciones del alternador:	50 Hz			60 Hz			
	415/240V	400/230V	380/220V	480/277V 240/139V	380/220V 220/110V	240/120V 208/120V	440/254V 220/127V
Datos							
Capacidad de arranque del motor* kVA	260	241	217	237	170	194	212
Capacidad de cortocircuito %	-	-	-	-	-	-	-
Reactancias: Por unidad							
Xd	3,040	3,270	3,620	2,980	3,480	3,970	3,540
X'd	0,260	0,280	0,310	0,250	0,400	0,340	0,300
X''d	0,104	0,112	0,124	0,102	0,161	0,135	0,122

Las reactancias mostradas se aplican a valores de potencia continua.  
\* Basado en un 30% de caída de tensión con factor de potencia del 0.

En el problema también nos pide:

Realice los cálculos de caída de tensión de los MATJA que a continuación se describe: El MATJA de 100 HP, 4 polos, 60 Hz., con IP55, FP = 0.89, EF = 91%,  $I_p/I_n = 6$ , arranque Y - Δ.

Primero calculamos la corriente del generador:

$$I_g = \frac{S_{\text{Generador}}}{\sqrt{3} \times V_{\text{nominal}}} = \frac{196.9 \text{ KVA}}{\sqrt{3} \times 440 \text{ V}} = 258.36 \text{ Amp}$$

Luego realizamos los cálculos para el motor.

$$P_{\text{nominal}} = \frac{100 \times 746}{1000} = 74.6 \text{ kW}$$

Para hallar la potencia Instalada tenemos:

**REVISADO**

Por ALEJANDRO FLORES fecha 18:24 , 29/11/2014

$$P_{instalada} = \frac{P_{nominal}}{EF} = \frac{74.6 \text{ kW}}{0.91} = 81.98 \text{ kW}$$

$$S_{motor} = \frac{P_{instalada}}{FP} = \frac{81.98 \text{ kW}}{0.89} = 92.11 \text{ KVA}$$

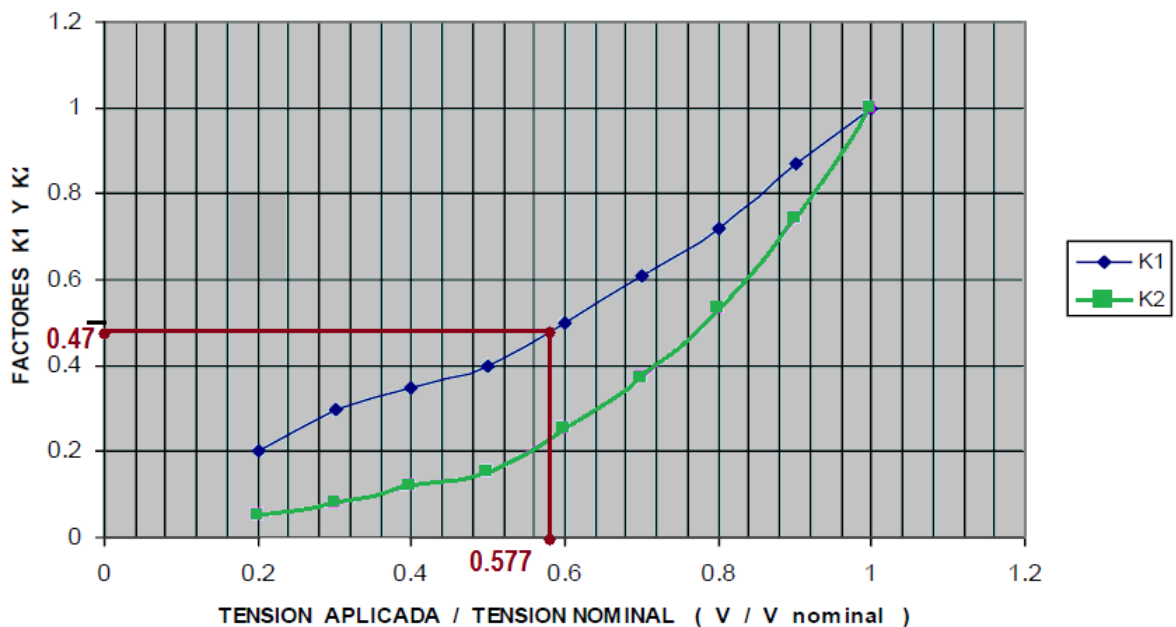
$$I_{nom \text{ motor}} = \frac{S_{instalada}}{\sqrt{3} \times V_{nominal}} = \frac{92.11 \text{ kW}}{\sqrt{3} \times 440} = 120.86 \text{ Amp}$$

La corriente pico de arranque de motor se calcula con la relación que nos dan  $I_p/I_n = 6$  así.

$$I_{pico \text{ motor}} = 6 \times I_{nominal \text{ motor}} = 6 \times 120.86 = 725.16 \text{ Amp}$$

Luego: como el arranque va ser Y -  $\Delta$  la relación de  $\frac{V}{V_{nom}} = 57.7 \%$  con este valor nos vamos a la gráfica de FACTORES DE CORRECCION DE: CORRIENTE (K1) Y TORQUE (K2) EN FUNCION DE LA TENSION

### FACTORES DE CORRECCION DE : CORRIENTE ( K1 ) Y TORQUE ( K2 ) EN FUNCION DE LA TENSION



Obtenemos un  $K1=0.47$ , luego para los cálculos de caída de tensión tenemos:

$$I'_p = K1 \times I_p = 0.47 \times 725.16120.86 = 340.82 \text{ Amp}$$

Luego:

$$\frac{I'_P}{I_g} = \frac{340.82}{258.36} = 1.319$$

Pero sabemos que para saber cuánto es la caída de tensión la formula es:

$$\Delta V(\%) = \frac{X'_d \times \frac{I'_P}{I_g}}{1 + X'_d \times \frac{I'_P}{I_g}} = \frac{0.3 \times 1.319}{1 + 0.3 \times 1.319}$$

$\Delta V(\%) = 28.35\%$  (Es muy alto!)

La caída de tensión del motor es muy alto por lo tanto escogemos otro Generador.



Datos técnicos de valores de salida a 60 Hz				
Tension	Continua		Emergencia	
	kVA	kW	kVA	kW
480/277V	225,0	180,0	250,0	200,0
220/127V	225,0	180,0	250,0	200,0
380/220V	210,0	168,0	231,0	184,8
240/120V	225,0	180,0	249,0	199,2
230/115V	220,0	176,0	242,0	193,6
440/254V	225,0	180,0	250,0	200,0
220/110V	210,0	168,0	231,0	184,8
208/120V	225,0	180,0	249,0	199,2
240/139V	225,0	180,0	250,0	200,0

Características del alternador		50 Hz		60 Hz				
Concepto				480/277V 240/139V	380/220V 220/110V	240/120V 208/120V	230/115V	440/254V 220/127V
Capacidad de arranque del motor* kVA				454	303	355	332	392
Capacidad de cortocircuito** %				300	300	300	300	300
Reactancias: Por unidad								
	Xd			2,820	4,200	3,754	3,970	3,355
	X'd			0,140	0,206	0,180	0,195	0,160
	X''d			0,083	0,124	0,111	0,117	0,099

Las reactancias mostradas se aplican a valores de potencia continua.

\* Basado en un 30% de caída de tensión con factor de potencia del 0,6.

\*\* Con grupo electrógeno equipado con imanes permanentes o excitación AREP (opcionales).

Volviendo a calcular la corriente nominal del generador.

**REVISADO**

Por ALEJANDRO FLORES fecha 18:24 , 29/11/2014

$$I_g = \frac{S_{\text{Generador}}}{\sqrt{3} \times V_{\text{nominal}}} = \frac{225 \text{ KVA}}{\sqrt{3} \times 440 \text{ V}} = 295.24 \text{ Amp}$$

Volviendo a recalcular la caída de tensión.

$$\frac{I'_P}{I_g} = \frac{340.82}{295.24} = 1.154$$

Pero sabemos que para saber cuánto es la caída de tensión la fórmula es:

$$\Delta V(\%) = \frac{X'_d \times \frac{I'_P}{I_g}}{1 + X'_d \times \frac{I'_P}{I_g}} = \frac{0.16 \times 1.154}{1 + 0.3 \times 1.319}$$

$$\Delta V(\%) = 15.58 \% \text{ (Excelente resultado!) } < 20 \%$$

#### **4. Dimensione y seleccione los ITM: ITM01, ITM02 y TIE incluya RT, RM, estos valores deben ser los calculados por Ud.**

Los ITM (Interruptores termomagnético) se emplean para proteger cables y conductores en instalaciones y equipos eléctricos contra sobrecargas y cortocircuitos. Este interruptor se utiliza en todas las redes de distribución, tanto en viviendas, instalaciones domiciliarias y comerciales, como en las industriales. Sus principales características son la curva de característica de disparo y la capacidad de ruptura de cortocircuito.

La norma internacional IEC 60947-2 define la selección de Interruptores automáticos para CA con tensión nominal no superior a 1000V CA y para corriente directa no mayores a 1500V CD

Una vez definido que normal internacional es la que define la selección empezaremos la selección de dichos ITM, primeramente seleccionamos el ITM01 el cual conecta al transformador con el tablero general, mi análisis es el siguiente, suponiendo que todas las cargas críticas como no críticas van a estar operando en condiciones normales cuando no se presenta ninguna falla la corriente total que va circular entre el transformador y la barra será la contribución de cada carga, quiero decir que será la sumatoria de todas las cargas de la barra (críticas + no críticas) por lo tanto hallamos la corriente para cada carga al final sumamos multiplicamos por el factor de servicio, y por 1.2 que es el factor de diseño para la selección del interruptor y con esta corriente total nos vamos a catálogos y hacemos una adecuada selección del ITM01.

Hallamos las corrientes nominales de cada carga que vas a contribuir al total, de la siguiente manera:

Para Data center 25 kW:

Suponiendo una EF=1 tenemos:

$$P_{instalada} = P_{nominal} = 25 \text{ kW}$$

$$S_{Data Center} = \frac{P_{instalada}}{EF} = 25 \text{ KVA}$$

$$I_{nom Data Center} = \frac{S_{Data Center}}{\sqrt{3} \times V_{nom}} = \frac{25 \text{ KVA}}{\sqrt{3} \times 440 \text{ V}} = 33 \text{ Amp}$$

Para motor MATJA 100HP, FP=0.89 y EF=0.91 tenemos:

$$P_{nominal} = 74.6 \text{ kW}$$

$$P_{Instalada} = \frac{P_{nominal}}{EF} = \frac{74.6 \text{ kW}}{0.91} = 81.98 \text{ kW}$$

$$S_{motor} = \frac{P_{instalada}}{FP} = \frac{81.98 \text{ kW}}{0.89} = 92.11 \text{ KVA}$$

$$I_{nom Motor1} = \frac{S_{motor}}{\sqrt{3} \times V_{nom}} = \frac{92.11 \text{ KVA}}{\sqrt{3} \times 440 \text{ V}} = 121 \text{ Amp}$$

Para Servicios Generales 45 kW:

Suponiendo una EF=1 y FP=1 tenemos:

$$P_{instalada} = P_{nominal} = 45 \text{ kW}$$

$$S_{Servicioios Generales} = \frac{P_{instalada}}{EF} = 45 \text{ KVA}$$

$$I_{nom S G} = \frac{S_{Data Center}}{\sqrt{3} \times V_{nom}} = \frac{45 \text{ KVA}}{\sqrt{3} \times 440 \text{ V}} = 59 \text{ Amp}$$

Para motor MATJA 75HP, FP=0.9 y EF=0.92 tenemos:

$$P_{nominal} = 55.95 \text{ kW}$$

$$P_{Instalada} = \frac{P_{nominal}}{EF} = \frac{55.95 \text{ kW}}{0.92} = 60.82 \text{ kW}$$

$$S_{motor} = \frac{P_{instalada}}{FP} = \frac{60.82 \text{ kW}}{0.9} = 67.57 \text{ KVA}$$

**REVISADO**

Por ALEJANDRO FLORES fecha 18:24 , 29/11/2014

$$I_{nom Motor2} = \frac{S_{motor}}{\sqrt{3} \times V_{nom}} = \frac{67.57 \text{ KVA}}{\sqrt{3} \times 440V} = 89 \text{ Amp}$$

Para Productos terminados 135 kW:

Suponiendo una EF=1 y FP=1 tenemos:

$$P_{instalada} = P_{nominal} = 135 \text{ kW}$$

$$S_{Productos terminados} = \frac{P_{instalada}}{EF} = 135 \text{ KVA}$$

$$I_{nom Prod term} = \frac{S_{Data Center}}{\sqrt{3} \times V_{nom}} = \frac{135 \text{ KVA}}{\sqrt{3} \times 440V} = 177 \text{ Amp}$$

Una vez hallado todas las corrientes que contribuirán para seleccionar el **ITM01**, sumamos todas ellas, multiplicamos por F.S=1 y 1.2 y con este resultados vamos a catálogos, así.

$$I_{Total} = I_{nom Data Center} + I_{nom Motor1} + I_{nom S G} + I_{nom Motor2} + I_{nom Prod term}$$

$$I_{Total nominal} = 479 \text{ Amp}$$

$$I_{Diseño} = 1 \times 1.2 \times 479 = 575 \text{ Amp}$$

Con este valor calculado buscamos en catalogo un ITM adecuado y encontramos el siguiente Interruptor.

Marca	Corriente	Tensión	Frecuencia	RT (Sobrecarga)	RM (Cortocircuito)	ICC
ABB	3x630 A	HASTA 1000	60Hz	(0.4...1)xIn	(6-13)xIn	10 kA

Calculamos de igual forma para **ITM02**, este interruptor se seleccionara con la sumatoria de las corrientes de las cargas que están conectada en la barra de cargas críticas, por lo tanto la corriente total es de las 3 cargas: Data center, Motor MATJA 100HP y Servicios generales.

$$I_{Total} = I_{nom Data Center} + I_{nom Motor1} + I_{nom S G}$$

$$I_{Total nominal} = 213 \text{ Amp}$$

$$I_{Diseño} = 1 \times 1.2 \times 213 = 256 \text{ Amp}$$

**REVISADO**

Por ALEJANDRO FLORES fecha 18:24 , 29/11/2014



De igual forma, con este valor nos vamos a catálogos y encontramos.

Marca	Corriente	Tensión	Frecuencia	RT (Sobrecarga)	RM (Cortocircuito)	ICC
ABB	3x320A	HASTA 1000	60Hz	(0.4...1)xIn	(6-13)xIn	10 kA

Para seleccionar el interruptor entre las dos barras escojo la barra que tiene mayor corriente y es de la barra de Cargas no críticas.

$$I_{Total} = I_{nom Motor2} + I_{nom Prod term}$$

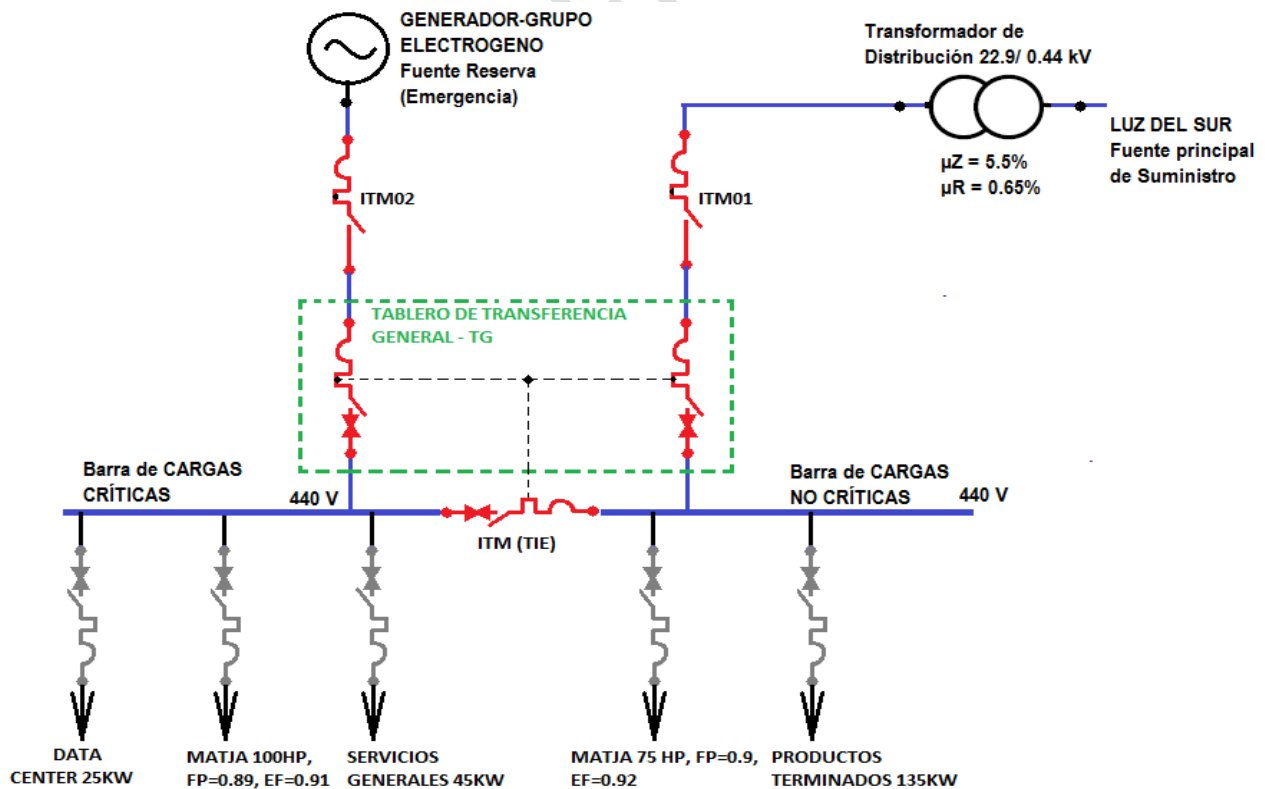
$$I_{Total nominal} = 266 \text{ Amp}$$

$$I_{Diseño} = 1 \times 1.2 \times 266 = 319 \text{ Amp}$$

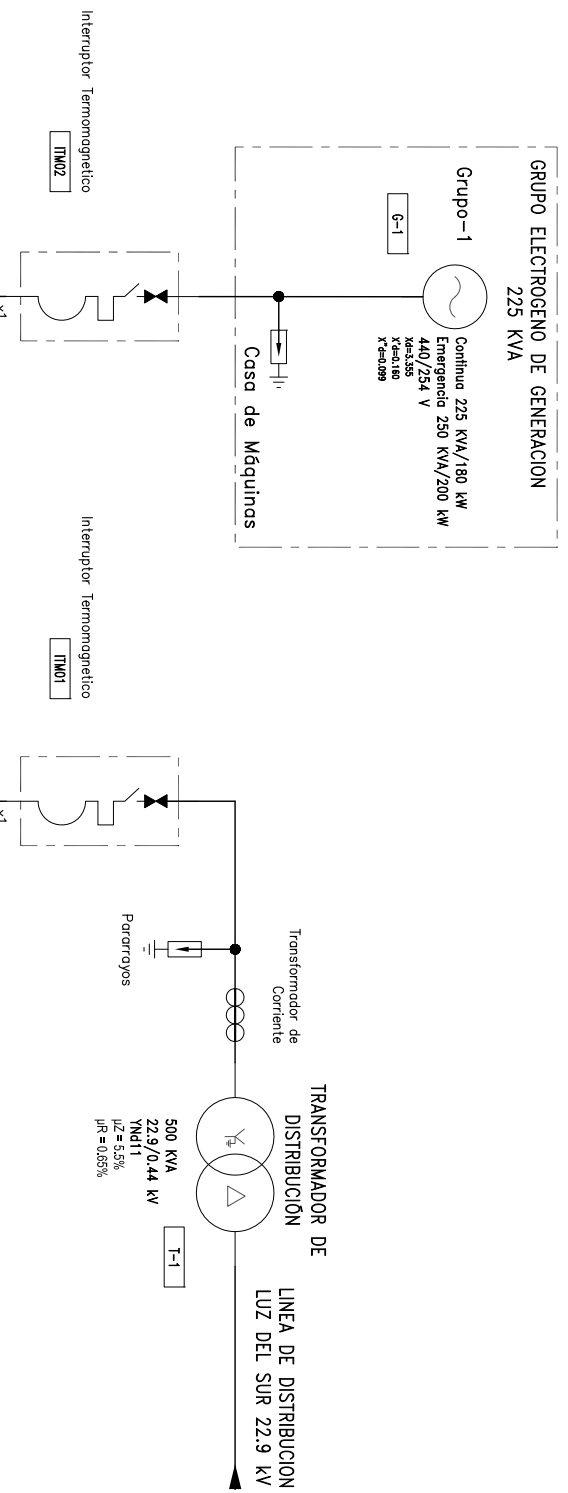
De igual forma, con este valor nos vamos a catálogos y encontramos.

Marca	Corriente	Tensión	Frecuencia	RT (Sobrecarga)	RM (Cortocircuito)	ICC
ABB	3x320A	HASTA 1000	60Hz	(0.4...1)xIn	(6-13)xIn	10 kA

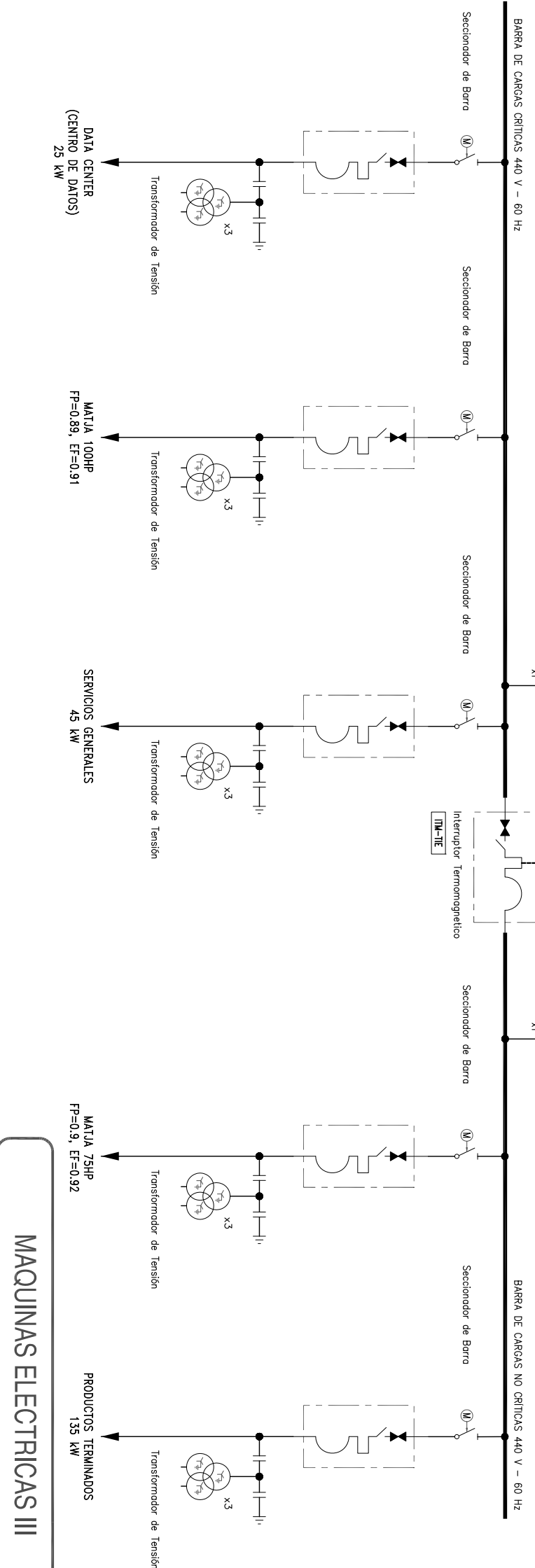
### 5. Dibuje el diagrama unifilar del sistema propuesto.



La gráfica anterior es el Esquema Unifilar a mano alzada por lo tanto el dibujo se debe hacer en CAD como se muestra en la siguiente imagen.



Simbolo	Código	Descripción	Marca	Tipo	Comt.
	T-1	Transformador de Potencia 500 KVA, 10-22.9/0.44 KV Ucc=6% Dyn11, 60Hz, 1000 m.s.a.m.	SCHNEIDER ELECTRIC	-	1
	G-1	Generador Eléctrico (Grupo) Electrogeno) Continua 225KVA/180 kW Emergencia 250KVA/200 kW 440/254 V, 60 Hz, X3=0.180 p.u.	FG WILSON PERKINS	LL5014F	1
	ITM01	Interruptor Termomagnético 3x630A, 1000V, 60Hz, RT=(0.4-1)XIn RM=(6-13)XIn Isc=10kA	ABB	Tmax T5	1
	ITM02	Interruptor Termomagnético 3x320A, 1000V, 60Hz, RT=(0.4-1)XIn RM=(6-13)XIn Isc=10kA	ABB	Tmax T4	1
	ITM-TIE	Interruptor Termomagnético 3x320A, 1000V, 60Hz, RT=(0.4-1)XIn RM=(6-13)XIn Isc=10kA	ABB	Tmax T4	1



**Legenda :**  
 Instituciones Instaladas  
 Instituciones Futuras

**Nota:**

- Las unidades de medida están de acuerdo al sistema internacional (S.I.)
- La selección del transformador, interruptores y generador (Grupo electrogeno), se utilizaron criterios de diseño de acuerdo a lo estudiado en clase de MAQUINAS ELECTRICAS II y MAQUINAS ELECTRICAS III.
- A cada salida para los cargas se le está otorgando un transformador de tensión para medir la tensión para evitar algún inconveniente.
- Se han respetado las Normas Internacionales como la IEC, ANSI y IEEE para la selección de los Equipos.

REVISIONES		Fecha	No. Plano :
0	Emisión para revisión del profesor	20-10-14	FAA.
Rev.	Descripción	Fecha	Por

Proyecto: **PATY S.A.**

Título: **SOLUCIONARIO SEGUNDA PRÁCTICA**

Descripción: **MÁQUINAS ELÉCTRICAS III 2014-B**

Título: **Selección de ITM, Diseño y Selección del Transformador**

Diagrama Unifilar

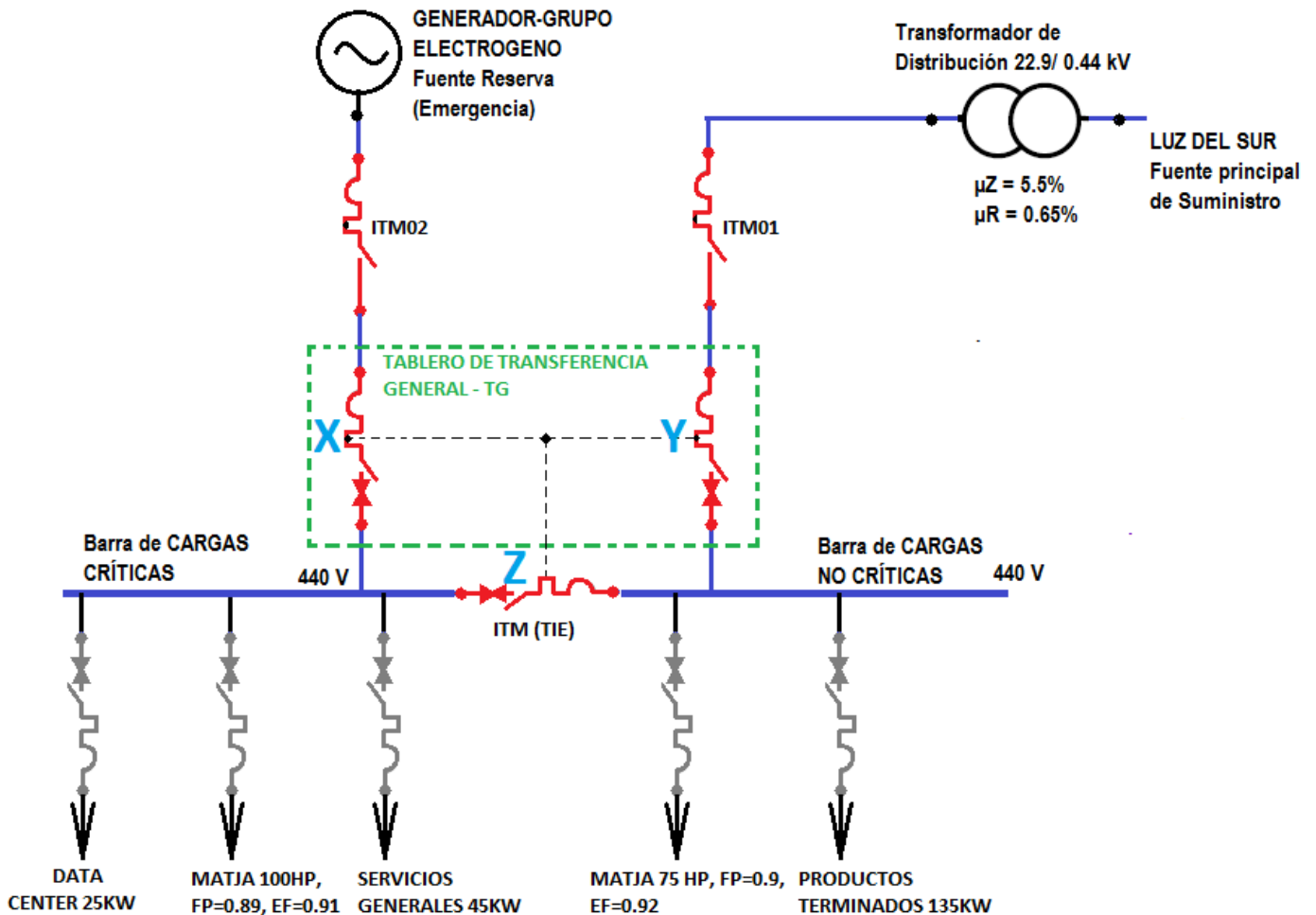
Nombre	Fecha	No. Plano :
Diseñado : FAA.	20-10-14	UNAC-FIEE2014-PL-E-001
Dibujado : FAA.	20-10-14	
Revisado : MAMH.	20-10-14	
Aprobado : MAMH.	20-10-14	

Escuela : SIE

Revisión: 0

**6. Construya la lógica utilizando el sistema binario para construir el automatismo del tablero de transferencia del GE y concesionario.**

Según la gráfica del problema podemos analizar el sistema mediante un sistema binario, quiere decir que utilizaremos ceros (abiertos) y unos (cerrados), para ellos nombramos con **X** al ITM que llega del generador (Grupo Electrogeno), llamamos **Y** al ITM que llega del transformador de Distribución y finalmente llamamos **Z** al ITM que conecta a las barras de cargas críticas con las barras de cargas no críticas.



En análisis es el siguiente:

Realizamos una TABLA DE VERDAD.

Recordar:

Una tabla de verdad, o tabla de valores de verdad, es una tabla que muestra el valor de verdad de una proposición compuesta, para cada combinación de verdad que se pueda asignar

**REVISADO**

Por ALEJANDRO FLORES fecha 18:24 , 29/11/2014

Por lo tanto realizamos nuestra tabla de verdad se la siguiente manera:

X	Y	Z
0	0	0
0	0	1
0	1	0
0	1	1
1	0	0
1	0	1
1	1	0
1	1	1

De la tabla concluimos:

**Caso 1.-** Cuando  $X=Y=Z=0$  el circuito hacia las cargas están abiertas por lo tanto no hay energía para las cargas.

**Caso 2.-** Cuando  $X=Y=0$  y  $Z=0$  el circuito hacia las cargas también están sin energizarse por lo tanto las cargas críticas como no críticas están sin operar (apagados).

**Caso 3.-** Cuando  $X=0$ ,  $Y=1$  y  $Z=0$  el circuito hacia las cargas críticas está abierto por lo tanto las cargas no pueden operar, pero el ITM que conecta del transformador a la barra de cargas no críticas está cerrada por lo tanto solo están operando estas.

**Caso 4.-** Cuando  $X=0$ ,  $Y=1$  y  $Z=1$  en esta situación todo el sistema está operando correctamente ya que el ITM que conecta trafo con barra de cargas no críticas está cerrada y también el ITM de interlace de barra de cargas no críticas a barra de cargas críticas está cerrada por lo tanto todo el sistema se energiza, la alimentación viene directa de la concesionario en nuestro caso podría ser LUZ DEL SUR.

**Caso 5.-** Cuando  $X=1$ ,  $Y=0$  y  $Z=0$  en este caso solo la barra de cargas críticas esta energizada ya que el ITM que conecta generador con barra de cargas críticas está cerrada, el ITM de interlace hacia las cargas no críticas está abierta por tanto no pasa energía.

**Caso 6.-** Cuando  $X=1$ ,  $Y=0$  y  $Z=1$  este sistema es energizado las dos barras tanto barras de cargas críticas como no críticas por el generador eléctrico (grupo electrógeno). Al igual que en el caso

**Caso 7.-** Cuando  $X=1$ ,  $Y=1$  y  $Z=0$  cuando se da esta situación tanto la barra de cargas críticas como no críticas están trabajando independientemente ya que para una barra se le alimenta por Generación con grupo electrógeno y para la otra por medio de la red de distribución (Luz del Sur).

**Caso 8.-** Cuando  $X=Y=Z=1$  todo los ITM están cerrados por lo tanto todo el sistema esta energizado pero este caso se da siempre en cuando hay mucha demanda por las cargas críticas como no críticas y falta la necesidad de ponerlo en paralelo los dos sistemas de generación para que puedan operar y así el sistema pueda equilibrarse.