

“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: PROYECTO INDUSTRIAL (TERCER TRABAJO DOMICILIARIO-TRABAJO DE INVESTIGACION).

PROFESOR: Ing. HUBER MURILLO MANRIQUE

INTEGRANTES

- Alejandro Flores Álvarez

CÓDIGO

1023120103

FECHA DE REALIZACION: 20/10/2014 AL 10/11/2014

FECHA DE ENTREGA: 10 DE NOVIEMBRE



**REVISADO**

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

BELLAVISTA, 10 DE NOVIEMBRE DE 2014



## **PRESENTACIÓN**

El desarrollo de este Trabajo Domiciliario "TRABAJO INDUSTRIAL" ,tiene como finalidad que el alumno investigue más a fondo sobre temas de como desarrollar un proyecto industrial, esto trae consigo revisar catálogos, folletos y proyecto de investigación que le ayuden a mejorar su constante aprendizaje, otro tema es concientizar un mejor aprendizaje para el alumno ya que le ayuda a complementar más sus conocimientos y tener un amplio panorama de los que son estos temas, describiremos los pasos que nos ayuden a desarrollar un proyecto y cuáles son los cálculos y criterios que debemos tener cuando queremos desarrollar mencionado proyecto (industrial), aprenderemos como se dimensiona y se escoge un generador eléctrico, un transformador de distribución de media tensión, revisaremos los catálogos de los motores asíncronos para poder ver a que factor de potencia y con que eficiencia trabajan estos, y mencionaremos también la selección de cables de media tensión y analizaremos que cumplen los requisitos como caída de tensión y analizaremos que cumplan las corrientes de corto circuito.

Aprenderemos que normas internacionales se aplican en estos temas.

Un estudiante universitario debe estar en permanente búsqueda del perfeccionamiento en su formación académica, profesional y social; ser un apasionado por el conocimiento, buscar constantemente la excelencia y su independencia intelectual. El estudiante entonces será el principal responsable de su aprendizaje.

El Trabajo Domiciliario está dirigido en especial a los alumnos de la UNAC y a todas las personas que tienen el deseo de aprender y superarse cada día más nutriéndose de conocimiento, aquí le mostraremos el desarrollo del último trabajo domiciliario del curso de MAQUINAS ELECTRICAS II del ciclo 2014-B que lleva como título PROYECTO INDUSTRIAL.

### Dedicatoria

*Este trabajo se lo dedico a todas las generaciones de nuestra facultad de ingeniería eléctrica y electrónica, que pasaron por los laureles de la misma, en especial por los maestros quienes nos imparten sus conocimientos; que gracias a ellos, hoy en día nos forjamos un porvenir benidero de grandes éxitos, son ellos el pilar fundamental en nuestra formación como profesionales que de aquí a unos pasos lo seremos. Solo esperamos que estas acciones se sigan practicando para nuestro propio bienestar y el de futuras generaciones.*

**REVISADO**

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



<b>INDICE</b>	<b>PAG.</b>
1.- DIAGRAMA UNIFILAR INTEGRAL DEL SISTEMA ELECTRICO	6
2.- CUADRO DE CARGAS GENERAL	7
3.- DIMENSIONAMIENTO Y SELECCIÓN DEL TRANSFORMADOR	8-9
4.- DIMENSIONAMIENTO DEL GENERADOR ELECTRICO	9-12
5.- SELECCIÓN DEL CABLE DE MEDIA TENSION Y AVR PARA LA REGULACION DEL GE	12-19
6.- SELECCIÓN DE LOS BANCOS DE CONDENSADORES	
7.- DIMENSIONAMIENTO Y SELECCIÓN DE LOS CABLES DE BT	
8.- SELECCIÓN Y DIMENSIONAMIENTO DE LOS ITM	
9.- EQUIPOS PARA LA MEDICION DE PARAMETROS ELECTRICOS	20
10.- RECOMENDACIÓN DE LA PROTECCION DEL GE	23
11.- COORDINACION AMPERIMETRICA Y CRONOMETRICA	25
12.- ESQUEMAS EN EL DIGSILENT	26
13.- METRADO Y PRESUPUESTO	28
14.- CONCLUSION	29
15.- RECOMENDACIÓN	30
16.- BIBLIOGRAFIA	31

**REVISADO**

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



### PROYECTO INDUSTRIAL

En un centro INDUSTRIAL (plantas de procesamiento y producción), ubicado en la Provincia Constitucional del Callao. La energía será suministrada por el concesionario EDELNOR y las cargas de emergencia (barra de emergencia y servicios auxiliares) será abastecida por un grupo electrógeno (el mismo que consumen gas natural ubicado dentro del predio), el PMI de Edelnor se halla ubicada 1 850 m del centro industrial. Los detalles del sistema son:

Las características del PMI son: 20 kV,  $S_{cc}=675$  MVA,  $t = 0.25$  seg. El G.E trabaja a 1800 RPM, 60 Hz, 460 Voltios, Y, 04 polos, el grupo alimenta únicamente a la barra de emergencia. En estas condiciones se le solicita:

	CUADRO DE CARGAS GENERAL		P	L	V
	ITEM	DESCRIPCION GENERAL	KW	m	VOLT
BARRA PRINCIPAL	1	CCM1 PROCESO DE LIXIVIACION	550	58	460
	2	CCM2 PROCESO DE CLARIFICACION	480	125	460
	3	CCM3 PROCESO DE ACABADO	396	179	460
	4	MTJA 300 HP 4 POLOS MOLINO 1	415	79	460
	5	MTJA 500 HP 4 POLOS MOLINO 2		65	460
	6	MTJA 250 HP 6 POLOS MEZCLADORA 1		85	460
	7	MTJA 210 HP 8 POLOS MEZCLADORA 2		69	460
BARRA EMERGENCIA	8	CCM4 SISTEMA DE VENTILACION INDUSTRIAL	258	112	460
	9	MATJA 185 HP 2 POLOS AGUA POTABLE		95	460
	10	CENTRO DE COMPUTO	65	45	380
	11	SERV. AUXILIARES	395	68	380
	12	EDIFICIO ADMINISTRATIVO	195	135	380

1. Un diagrama unifilar integral del sistema eléctrico propuesto.
2. El cuadro de cargas general y hallar la MD, con factor de demanda normado 0.85 para todas las cargas ubicadas en la tabla.
3. El dimensionamiento y selección de los transformadores de potencia y distribución necesarios para lo cual deberá utilizar el F.C = 0.7 (factor de carga) y el F.A = 1.15, considerar factor de potencia del trafo=0.8 para cálculos.
4. Para la barra de emergencia hacer el dimensionamiento y selección del G.E adecuado.
5. Acompañe: cuadro de cargas, cálculos justificativos de la selección, curvas de capacidad del GE, AVR y RAS. El diseño, dimensionamiento y selección de los cables de baja de todas las cargas críticas.
6. La selección de dos bancos de condensadores que corrija en forma automática el factor de potencia en la barra de emergencia y principal. Incluya su protección y alimentadores.
7. El diseño óptimo, dimensionamiento y selección de los cables de media tensión.
8. La selección y dimensionamiento de los ITM, e interruptor de potencia motorizado e incluya protección homopolar.
9. La coordinación amperimétrica y cronométrica del sistema eléctrico.



10. Desarrolle en forma adecuada el sistema de tensión estabilizada y tensión ininterrumpida Acompañe: transformador aislamiento, UPS(servidores de computo) de 45 KW y estabilizador(tensión estabilizada) 35 KW.
11. Incluir los equipos necesarios para realizar la medición de parámetros para facturación y protección en: PMI, barras industrial y emergencia.
12. Incluir el metrado y presupuesto.

### **NOTAS:**

Acompañar las hojas técnicas de: Los transformadores utilizados, GS y MS (compensador dinámico). Detalles de los: S.S, V.V, ciclo conversor, arranques directo, Y-D, part winding y autotransformador.

El unifilar debe presentar: En emergencia solo funcionará el grupo electrógeno y las cargas de la barra de emergencia. El cambio de normal a emergencia y viceversa debe hacerse en automático.

La tensión de la barra industrial y emergencia es de 460 voltios, 60 Hz.

Utilice toda la tecnología punta, que esté en su alcance, para el desarrollo de vuestro trabajo.

Para desarrollar el corto circuito utilice la norma VDE 102 -1 -2.

Para el desarrollo de los servicios auxiliares utilice la norma VDE 530 - 5 HILOS.

El presente trabajo debe ser desarrollado en: Planos normados CNE – Autocad, cálculos – hoja Excel (mínimo), texto letra Arial N° 11, los símbolos utilizados según norma IEC, motores eléctricos IEC-34. Cables marca INDECO, contactores, relés y ITM marca GE (mínimo), tableros y CCMs marca CEMAR (mínimo).

**REVISADO**

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

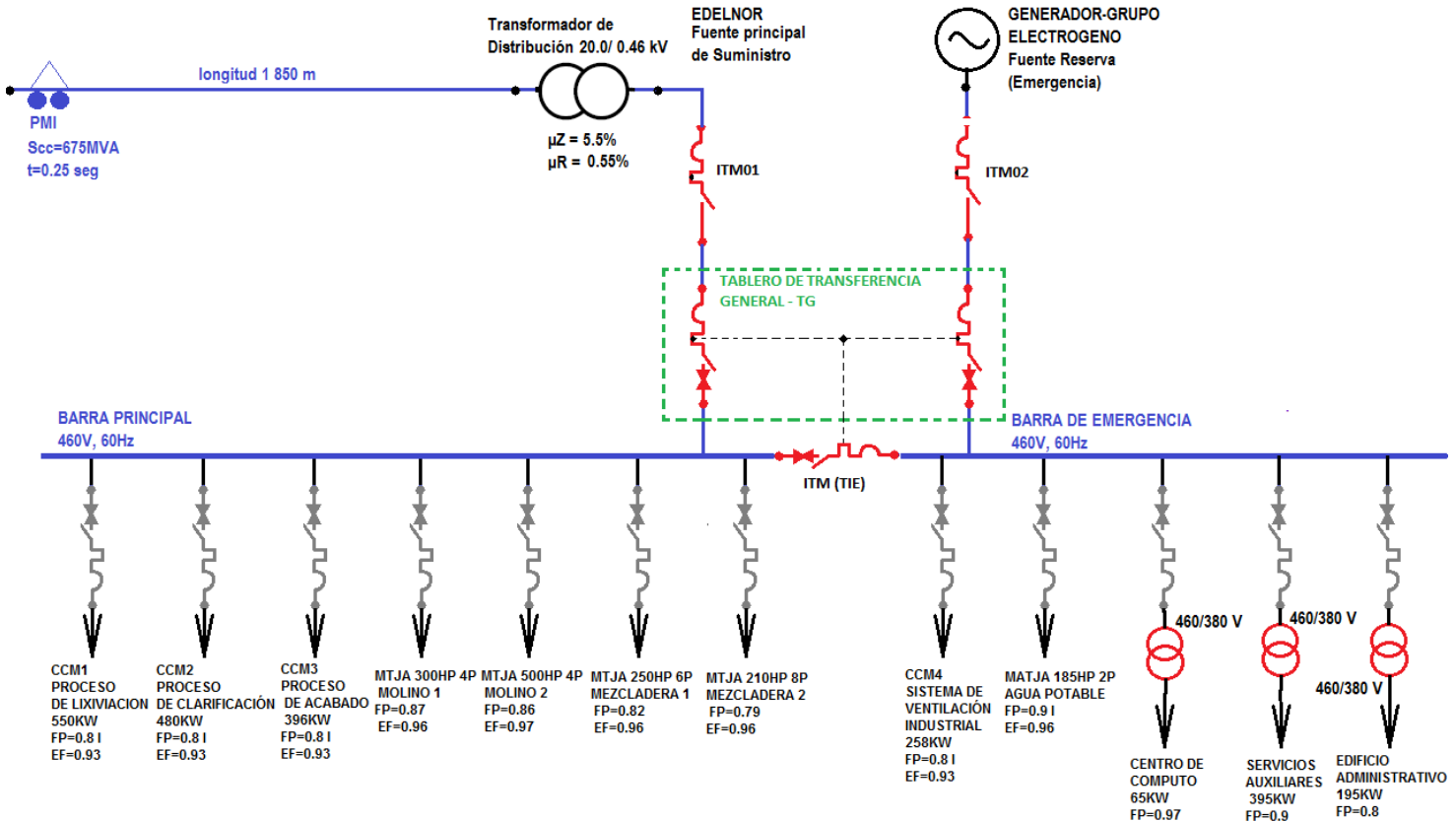
### **SOLUCIÓN**

Para el desarrollo de este trabajo de investigación tuve que revisar catálogos de generadores eléctricos de fabricantes como ABB, SCHNEIDER, WEG, SIEMENS, FG WILSON y entre otros. De igual forma para transformadores de distribución de media tensión revisé catálogos de ABB, SIEMENS, SCHNEIDER, VOLTRAN, EPLI, WEG entre otros, para la selección de interruptores de igual manera recurrí a catálogos de marcas como ABB, SCHNEIDER, GENERAL ELECTRIC, SIEMENS entre otros.

De igual forma para la selección de cables revisé catálogo de marcas como INDECO, CEPER CABLES, PHELPS DODGE, NEXANS, TOP CABLE.

## 1.- UN DIAGRAMA UNIFILAR INTEGRAL DEL SISTEMA ELÉCTRICO PROPUESTO.

Para realizar el diagrama unifilar general del sistema primero hacemos uno a mano alzada y luego esto lo llevamos al autocad para una mejor presentación, el sistema general será de la siguiente manera.



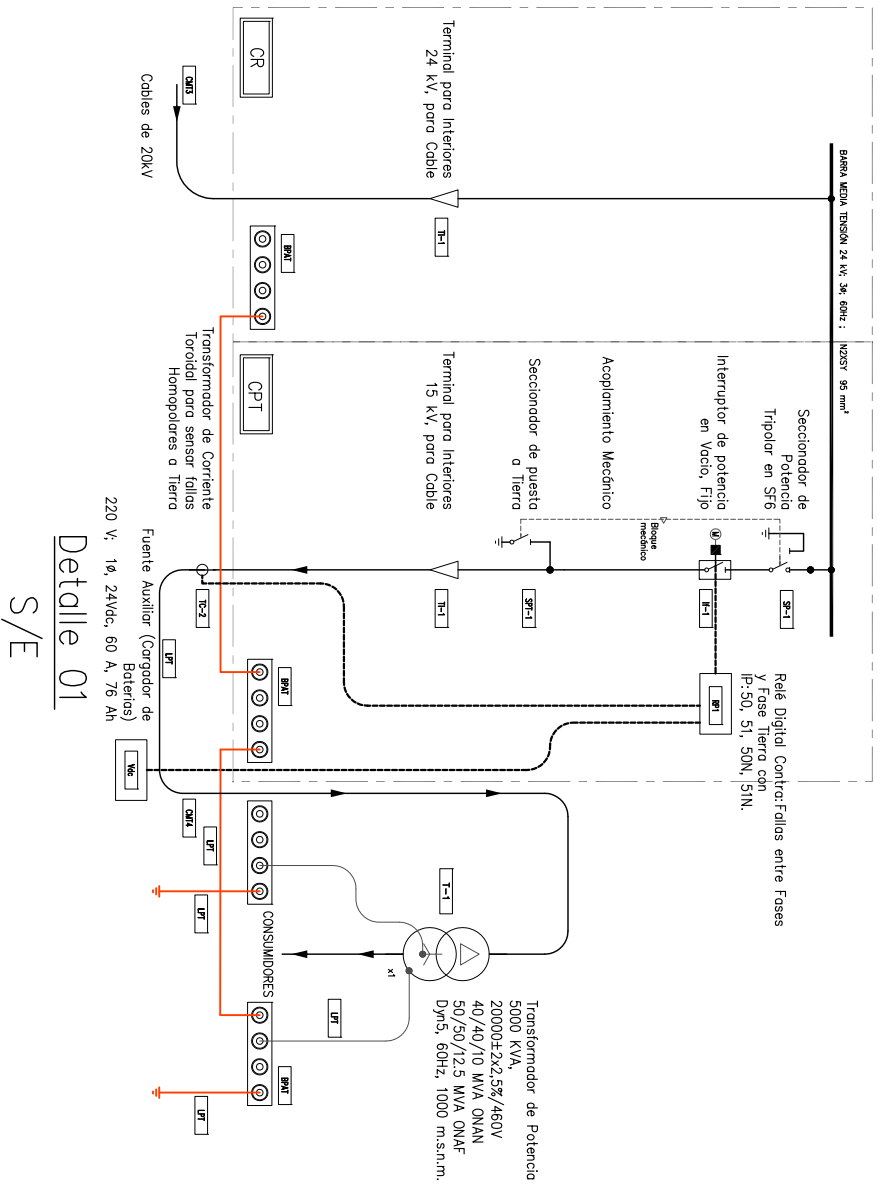
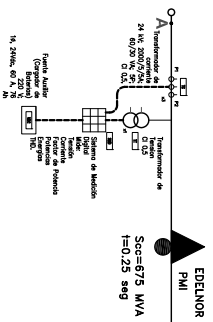
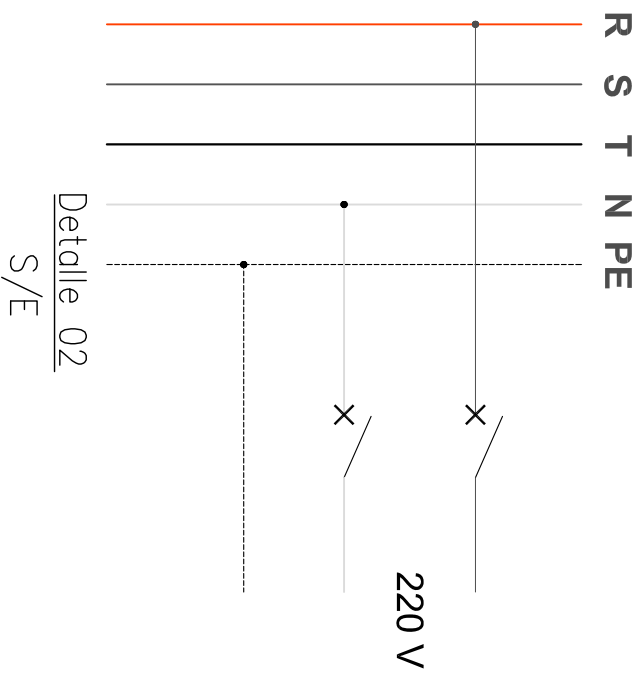
Las características mejor detalladas lo realice en el CAD.

**REVISADO**

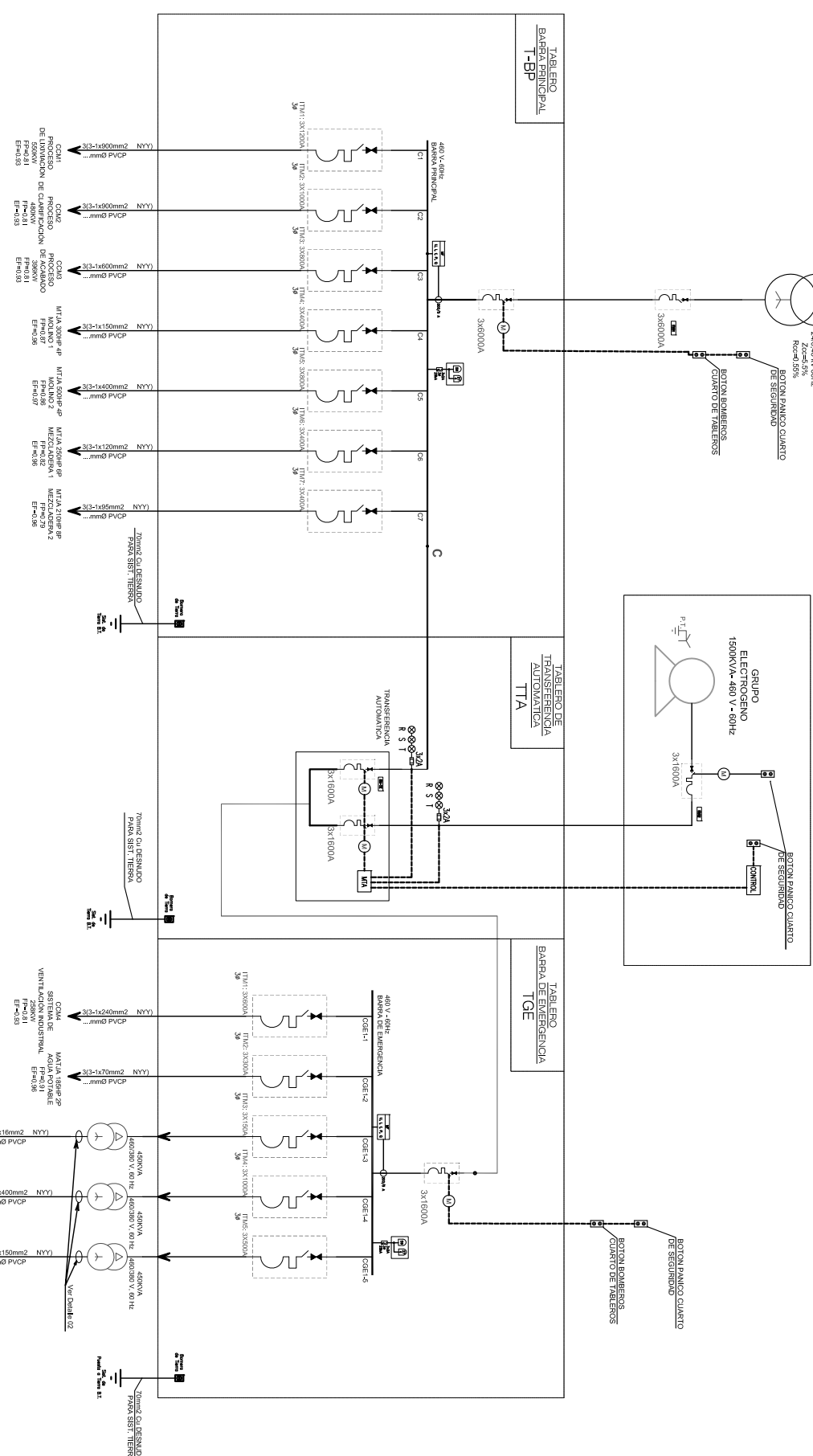
Por ALEJANDRO FLORES fecha 18:29 , 29/11/2014



We reserve all rights in this document and the information therein Reproductions, use or disclosure to third parties without express authority is strictly forbidden. © F.A.A.



Simbolo	Código	Descripción	Marca	Tipo	Com.
	I-1	Transformador de Potencia 5000 KVA, 24/0,46 kV Ucc=5% Dyn5, 60Hz, 1000 m.s.n.m.	GE-INDIA PROMESA	-	1
	G-1	Generador Eléctrico (Grupo Centrifuga 1500KVA 450 V, 60 Hz, X=0,..... p.u.	WEG	-	1
	INT-01	Interruptor Termomagnético 3x6000A, 1000V, 60Hz, RM=(6-13)kIn	GE	-	1
	INT-02	Interruptor Termomagnético 3x1600A, 480V, 60Hz, RT=(0.4-1)kIn RM=(6-13)kIn Isc=10kA	GE	TR-LA36	1
	INT-1E	Interruptor Termomagnético RT=(0.4-1)kIn RM=(6-13)kIn Isc=65kA	GE	TR-LA36	1
	RMP	Relé con funciones de protección: - 59 Sobre tensión - 27 Mínima tensión - Interruptor de 3x2A y 16 kA			2
	U, I, f, P, Q	Medidor multifunción			2



**MAQUINAS ELECTRICAS III**

**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.
  - Se han respetado las Normas Internacionales como la IEC, ANSI y IEEE para la selección de los Equipos.

Rev.	Descripción	Fecha	Por
0	Emitted para revisión del profesor	10-11-14	FAA.

REVISIONES

CENTRO INDUSTRIAL S.A.	
PROYECTO INDUSTRIAL	
MÁQUINAS ELÉCTRICAS III 2014-B	

Título: Selección de ITM, Diseño y Selección del Transformador

Descripción: Diagrama Unifilar

Nombre	Fecha	No. Plano :
FAA.	10-11-14	UNAC-FIEE2014-PL-E-1
FAA.	10-11-14	
MAH.	10-11-14	Escala : : SE
MAH.	10-11-14	Formato : : A1
Aprobado :		Revisión: 0

DIAGRAMA UNIFILAR GENERAL

S/E



**2.- EL CUADRO DE CARGAS GENERAL Y HALLAR LA MD, CON FACTOR DE DEMANDA NORMADO 0.85 PARA TODAS LAS CARGAS UBICADAS EN LA TABLA.**

De la tabla que nos dan como dato.

	CUADRO DE CARGAS GENERAL		P	L	V
	ITEM	DESCRIPCION GENERAL	KW	m	VOLT
BARRA PRINCIPAL	1	CCM1 PROCESO DE LIXIVIACION	550	58	460
	2	CCM2 PROCESO DE CLARIFICACION	480	125	460
	3	CCM3 PROCESO DE ACABADO	396	179	460
	4	MTJA 300 HP 4 POLOS MOLINO 1	415	79	460
	5	MTJA 500 HP 4 POLOS MOLINO 2		65	460
	6	MTJA 250 HP 6 POLOS MEZCLADORA 1		85	460
	7	MTJA 210 HP 8 POLOS MEZCLADORA 2		69	460
BARRA EMERGENCIA	8	CCM4 SISTEMA DE VENTILACION INDUSTRIAL	258	112	460
	9	MATJA 185 HP 2 POLOS AGUA POTABLE		95	460
	10	CENTRO DE COMPUTO	65	45	380
	11	SERV. AUXILIARES	395	68	380
	12	EDIFICIO ADMINISTRATIVO	195	135	380

Como observamos no nos dan la eficiencia y peor aún el factor de potencia, para realizar los cálculos, como por ejemplo la potencia instalada vamos a necesitar de la eficiencia por lo tanto con los ejemplos antes desarrollados en clase y, mejor aún voy a catálogos de motores asíncronos y encuentro la eficiencia y el f.d.p para cada motor y con estos datos extraídos, prosigo con los cálculos, para especificar el catalogo que revisé es de la marca WEG, y los cálculos son los siguientes.

	IT	DESCRIPCIÓN GENERAL	POT. UTIL (KW)	EF	POT. INSTAL (kW)	FD	MAX. DEMAN. (kW)
BARRA PRINCIPAL	1	CCM1 PROCESO DE LIXIVIACION	550	0.93	591.40	0.85	502.69
	2	CCM2 PROCESO DE CLARIFICACIÓN	480	0.93	516.13	0.85	438.71
	3	CCM3 PROCESO DE ACABADO	396	0.93	425.81	0.85	361.94
	4	MTJA 300HP 4 POLOS MOLINO 1	<b>223.8</b>	0.96	233.13	0.85	198.16
	5	MTJA 500HP 4 POLOS MOLINO 2	373	0.97	384.54	0.85	326.86
	6	MTJA 250HP 6 POLOS MEZCLADORA 1	186.5	0.96	194.27	0.85	165.13
	7	MTJA 210HP 8 POLOS MEZCLADORA 2	156.66	0.96	163.19	0.85	138.71
BARRA DE EMERGENCIA	8	CCM4 SISTEMA DE VENTILACIÓN INDUSTRIAL	258	0.93	277.42	0.85	235.81
	9	MTJA 185HP 2 POLOS AGUA POTABLE	138.01	0.96	143.76	0.85	122.20
	10	CENTRO DE COMPUTO	65	1.00	65.00	0.85	55.25
	11	SERV. AUXILIARES	395	1.00	395.00	0.85	335.75
	12	EDIFICIO ADMINISTRATIVO	195	1.00	195.00	0.85	165.75
<b>TOTAL KW</b>					<b>3584.63</b>	<b>0.85</b>	<b>3046.94</b>
<b>FACTOR DE AMPLIACIÓN 15%</b>							<b>0.15</b>
<b>FACTOR DE POTENCIA</b>							<b>0.80</b>
<b>POTENCIA DEL TRANSFORMADOR CALCULADO KVA</b>							<b>4379.97</b>
<b>POTENCIA DE TRANSFORMADOR COMERCIAL KVA</b>							<b>5000.00</b>



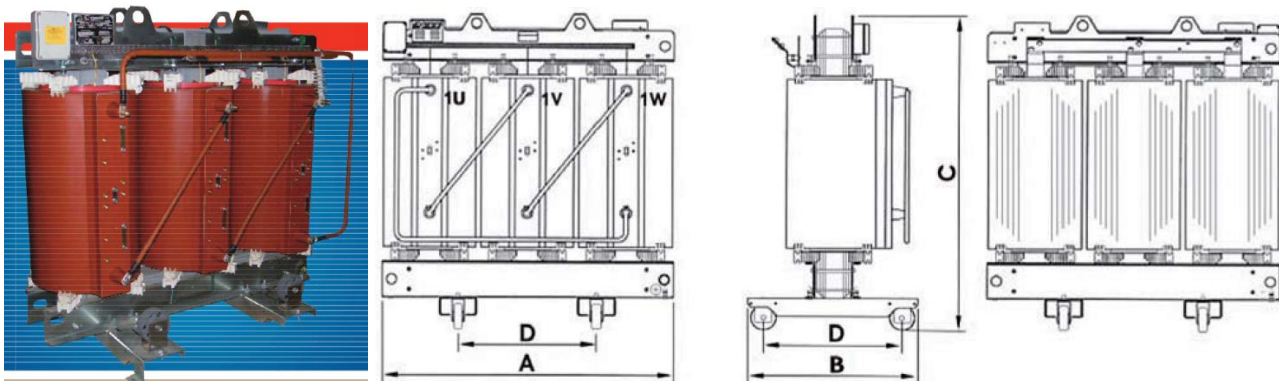
**3.- EL DIMENSIONAMIENTO Y SELECCIÓN DE LOS TRASFORMADORES DE POTENCIA Y/O DISTRIBUCIÓN NECESARIOS PARA LO CUAL DEBERÁ UTILIZAR EL F.C = 0.7 (FACTOR DE CARGA) Y EL F.A = 1.15, considerar FACTOR DE POTENCIA DEL TRAF0=0.8 PARA CÁLCULOS**

Una vez calculado la potencia máxima de las cargas en general (barra principal y barra de emergencia) el resultado fue **4379.97KVA**, considerando los datos que me dan un 15% para el factor de ampliación y 0.8 como factor de potencia para el transformador. Una vez hallado la potencia máxima, el trafo que elegí es de **5000KVA** (Transformador comercial standard) de la marca GBE – ITALIA y que es distribuido por PROMELSA.

Las características principales son:

CARACTERISTICAS DE FUNCIONAMIENTO DEL TRANSFORMADOR		
Ítem	Descripción	Datos
1	Potencia Nominal	<b>5000 KVA</b>
2	Norma de Fabricación	IEC 60076, EN 60289, EN 61378, ISO 9001:2000
3	Frecuencia de trabajo	60 Hz
4	Tensión nominal Primario	24 kV
5	Nivel de Aislamiento Asignado	-
6	Tensión nominal Secundario	460 V
7	Corriente Primaria	144.33 A
8	Corriente Secundaria	6275.54 A
9	Tensión de Cortocircuito (%)	8
10	Corriente de Vacío (%)	0.36
11	Ruido Potencia acústica Lwa	83
12	dB (A) Presión acústica Lpa 1 metro	60
13	Numero de Fases	03 (Trifásico)
14	Factor de Potencia	0.8 Inductivo
15	Grupo de Conexión	Dyn5

A continuación las dimensiones y el modelo del transformador de 5000KVA.





Potencia (KVA)	Clase (kV)	Pfe (W)	Pcu (W)	Vcc	Io %	Lwa (dB)	A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	Peso (kg)
5000	24	8100	30000	8	0.36	83	2380	1500	2680	1250	10100

Con el dato que nos da, Factor de carga (F.C=0.7) podemos hallar la potencia contratada lo cual es el producto de factor de carga con la potencia total instalada.

CALCULO DE POTENCIA CONTRATADA	
POTENCIAS INSTALADAS Barra Principal + Barra de Emergencia (KW)	3584.63
FACTOR DE CARGA – Industrial Pesado ya que f.d.p. varia (0.60 - 0.80)	0.7
POTENCIA CONTRATADA (KW)	2509.24

#### 4.- PARA LA BARRA DE EMERGENCIA HACER EL DIMENSIONAMIENTO Y SELECCIÓN DEL G.E ADECUADO.

De igual forma para seleccionar el grupo electrógeno que instalaremos en el proyecto se tuvo que realizar los cálculos, en dichos cálculos la potencia de la barra de emergencia fue de **1429.30KVA** por lo tanto escogimos un GE (Grupo Electrónico) de **1500KVA**.

	IT	DESCRIPCIÓN GENERAL	POT. UTIL ó EJE (KW)	EF	POT. INSTAL (KW)	FD	MAX. DEMAN. (KW)	
BARRA DE EMERGENCIA	8	CCM4 SISTEMA DE VENTILACIÓN INDUSTRIAL	258	0.93	277.42	0.85	235.81	
	9	MTJA 185HP 2 POLOS AGUA POTABLE	138.01	0.96	143.76	0.85	122.20	
	10	CENTRO DE COMPUTO	65	1.00	65.00	0.85	55.25	
	11	SERV. AUXILIARES	395	1.00	395.00	0.85	335.75	
	12	EDIFICIO ADMINISTRATIVO	195	1.00	195.00	0.85	165.75	
		<b>TOTAL</b>			<b>1076.18</b>	<b>0.85</b>	<b>914.75</b>	
		<b>EL GRUPO DEBE ESTAR DISEÑADO PARA QUE TRABAJE AL 80%</b>						1143.44
		<b>FACTOR DE POTENCIA DEL GRUPO = 0.8</b>						0.80
		<b>POTENCIA DEL GRUPO EN KVA</b>						1429.30
		<b>POTENCIA DEL GRUPO COMERCIAL EN KVA (stand by)</b>						<b>1500.00</b>

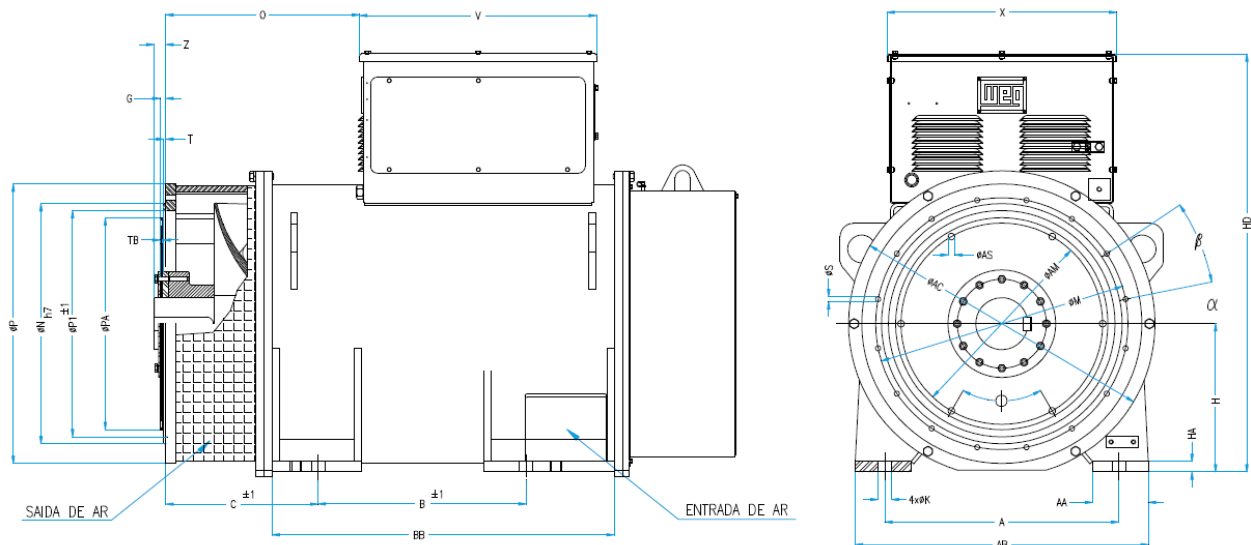
Las características más importantes del Generador eléctrico se dan a continuación.

CARACTERISTICAS DE FUNCIONAMIENTO DEL GRUPO ELECTROGENO		
Ítem	Descripción	Características
1	Potencia Nominal	<b>1500 KVA</b>
2	Norma de Fabricación	NBR5117, VDE0530 – parte 1, IEC 60034.1. - IEC 60034-1 - NBR 5117 - NEMA: MG1 VDE530 - ISO8528 - CSA, Limite Temp NBR7094.

3	Frecuencia de trabajo	60 Hz
4	Tensión nominal Trabajo	480 V
5	Tipo de Conexión	Estrella
6	Tensión nominal	460 V
7	Numero de polos	04 polos, 6 terminales
8	Velocidad rotacional	1800 rpm
9	Tipo de enfriamiento	Auto-ventilado abierto (por defecto)
10	Clase de Aislamiento	Clase de aislamiento: 180 ° C (H) de baja tensión
11	Grado de protección	IP23, IP21W, IP23W, IP44, IP44W, IP54, IP54W, IP55 e IP55W
12	Altura máxima de instalación	1000 m.s.n.m.
13	Numero de Fases	03 (Trifásico)
14	Factor de Potencia	0.8 Inductivo
15	Grupo de Conexión	Dyn11
16	Aplicación	Industrial

Las dimensiones del grupo electrógenos son las siguientes

**Carcasa**



Dimensiones del GE en milímetros.

CARCAÇA	DIMENSÕES (mm)																
	A	B	AB	BB	AA	HA	ØK	H	HD	ØAC	X	V	C	Z	O	L	
401		560		921											521	304*	1580
402	630	630	789	1026	150	28	36	400	1135	825	618	638	855*	410	626	409*	1685
403		710		1206											801	584*	1865

FLANGE								
SAE	ØP	ØN	ØP1	ØM	T	ØS	α	β
1/2	754	584.2	540	619.1	6	14	15°	30°
0		647.7	610	679.5			11°15'	22°30'
00		883	787.4	760			851	

DISCO DE ACOPLAMENTO							
SAE	ØPA	ØAM	G	TB	ØAS	φ	Furos
14	466.6	438.2	25.4	7.8	14	45°	8
16	517.5	489	15.7				
18	571.4	542.9					
21	673.1	641.4	0.0				

\* Sólo para alta tensión

NOTA: Precios sujetos a cambio sin previo aviso.

Una vez seleccionado el Generador eléctrico probamos si la carga de mayor potencia va afectar en la caída de tensión en la barra, para saber ello calculamos la caída de tensión de carga de máxima potencia y esta carga sería el MATJA de 185 HP, 02 polos, 3500PRM, para obtener la relación de corriente entre la nominal y la corriente de arranque (Corriente pico), nos vamos a catalogo y encontramos  $I_p/I_n=7.75$ ,  $EF=0.96$ ,  $FP=0.9$  con este dato hallamos la caída de tensión así:

Primero calculamos la corriente del generador:

$$I_g = \frac{S_{Generador}}{\sqrt{3} \times V_{nominal}} = \frac{1500 \text{ KVA}}{\sqrt{3} \times 460 \text{ V}} = 1882.66 \text{ Amp}$$

Luego realizamos los cálculos para el motor.

$$P_{nominal} = \frac{185 \times 746}{1000} = 138 \text{ kW}$$

Para hallar la potencia Instalada tenemos:

$$P_{instalada} = \frac{P_{nominal}}{EF} = \frac{138 \text{ kW}}{0.96} = 143.75 \text{ kW}$$

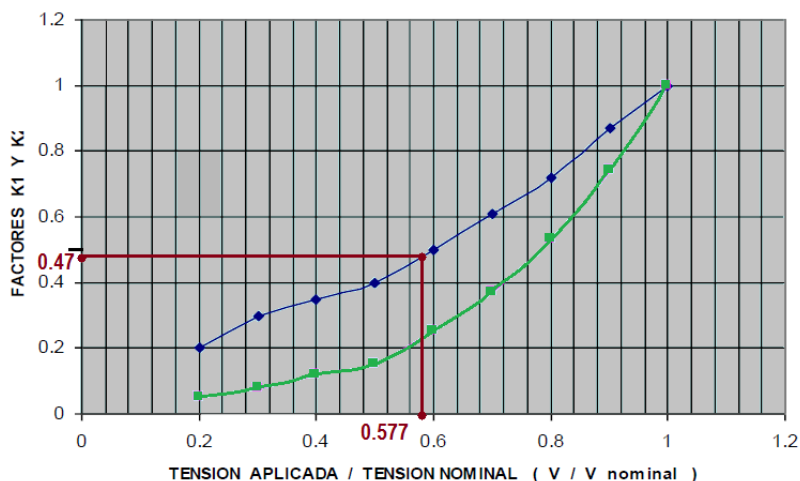
$$S_{motor} = \frac{P_{Instalada}}{FP} = \frac{143.75 \text{ kW}}{0.90} = 159.722 \text{ KVA}$$

$$I_{nom \text{ motor}} = \frac{S_{MOTOR}}{\sqrt{3} \times V_{nominal}} = \frac{159.722 \text{ KVA}}{\sqrt{3} \times 460} = 200.47 \text{ Amp}$$

La corriente pico de arranque de motor se calcula con la relación que nos dan  $I_p/I_n = 7.75$  así.

$$I_{pico \text{ motor}} = 7.75 \times I_{nominal \text{ motor}} = 7.75 \times 200.47 = 1553.64 \text{ Amp}$$

**Luego:** Suponiendo que el arranque sea 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



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

$$I'_P = K1 \times I_P = 0.47 \times 1553.64 = 730.21 \text{ Amp}$$

Luego:

$$\frac{I'_P}{I_g} = \frac{730.21}{1882.66} = 0.3878$$

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

Considerando  $X'_d$  (%) Saturada = 0.2684

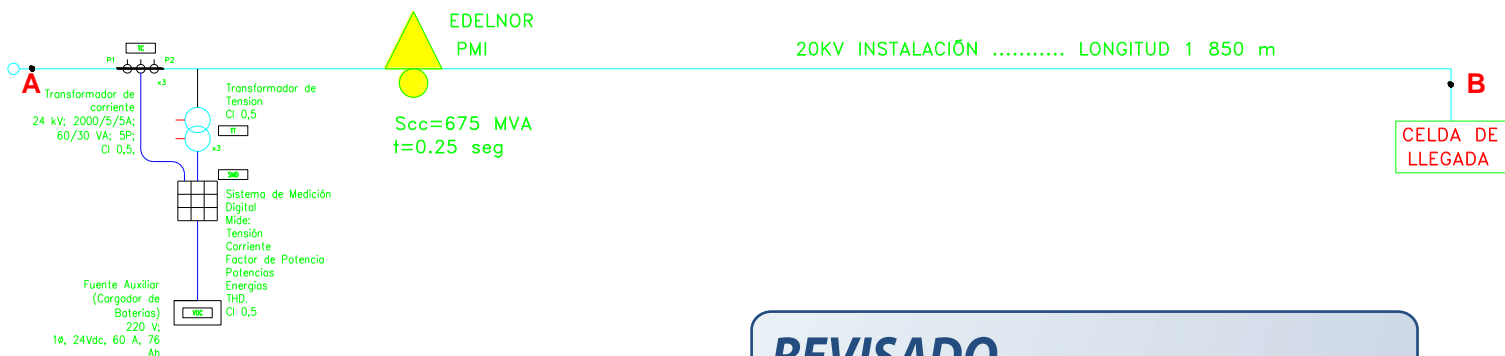
$$\Delta V(\%) = \frac{X'_d \times \frac{I'_P}{I_g}}{1 + X'_d \times \frac{I'_P}{I_g}} = \frac{0.2684 \times 0.3878}{1 + 0.2684 \times 0.3878} =$$

$$\Delta V(\%) = 9.4273 \% \quad (\text{Excelente resultado!}) < 20 \%$$

## 5.- ACOMPAÑE: CUADRO DE CARGAS, CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS DE LA SELECCIÓN, CURVAS DE CAPABILIDAD DEL GE, AVR Y RAS. EL DISEÑO, DIMENSIONAMIENTO Y SELECCIÓN DE LOS CABLES DE BAJA DE TODAS LAS CARGAS CRÍTICAS.

Una vez seleccionado nuestro transformador y nuestro generador eléctrico que trabaja a base de gas natural, lo que a continuación se hace es colocar y/o instalar equipos que ayuden en la protección del generador como son reguladores de tensión y velocidad. Veremos más adelante que equipos de estos implementaran en las instalaciones del proyecto.

Primero vamos a seleccionar los tipos de cables que utilizaremos para cada carga de la siguiente manera.



**REVISADO**

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



**EVALUACION DE LA CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO**

CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO EN EL PUNTO "A"		
POTENCIA DE CORTOCIRCUITO	675	MVA
TENSION EN MT	20	KV
TIEMPO DE CORTOCIRCUITO	0.25	seg.
<b>I<sub>CC</sub> en A</b>	<b>19.49</b>	kArms

Con este valor hallamos la sección del cable de media tensión así:  
CONDICION:

$$I_{CC \text{ cable}} \geq 1.2 \times I_{CCA}$$

Por lo tanto según mi criterio y los ejercicios desarrollados en clase estoy considerando 1.2 y no 1.5, ya que sería mucho gasto en cable y otro es que cumple los cálculos así que para este problema considero 1.2 como factor de correjimiento.

$$I_{CC \text{ cable}} = 1.2 \times 19.49 = \mathbf{23.388 \text{ kArms}}$$

$$I_{CC \text{ cable}} = \sqrt{I_{CC}^2 \times \frac{t}{k}} = \sqrt{23388^2 \times \frac{0.25}{20446}} = \mathbf{81.78 \text{ mm}^2}$$

Vamos al catálogo de INDECO y encontramos la sección del conductor que satisface los cálculos anteriores. Y mostramos en la siguiente tabla:

**CARACTERISTICAS CABLE N2XSJ UNIPOLAR 18/30 KV**

**PARAMETROS FISICOS**

Sección Nominal	Números de Hilos	Diámetro Conductor	Espesor		Diámetro Exterior	Peso
			Aislamiento	Cubierta		
mm <sup>2</sup>		mm	mm	mm	mm	Kg/km
95	19	12.3	8	2.2	35.9	1973

**PARAMETROS ELECTRICOS**

Sección Nominal	Resistencia DC a 20°C	Resistencia AC		Reactancia Inductiva		Ampacidad Enterrado		Ampacidad Aire	
		(A)	(B)	(A)	(B)	20°C		30°C	
						(A)	(A)	(A)	(A)
mm <sup>2</sup>	Ohm/km	Ohm/km	Ohm/km	Ohm/km	Ohm/km	A	A	A	A
95	0.193	0.247	0.247	0.2528	0.1539	<b>365</b>	330	425	365

**Nota:**

- (A) = 3 cables unipolares en formación tripolar, tendidos paralelos con una separación mayor o igual a 7 cm.
- (B) = 3 cables unipolares en formación tripolar, tendidos, agrupados en triángulo, en contacto.





**BAJO LAS SIGUIENTES CONDICIONES:**

- Temperatura del suelo = 20 °C
- Temperatura del aire = 30 °C
- Resistividad del suelo = 1 k°.m/W
- Profundidad de instalac. = 70 mm.

Hallamos la Corriente de cortocircuito en B.

CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO EN EL PUNTO "B"				
POTENCIA DE CORTOCIRCUITO		675	MVA	
TENSIÓN DE MT		20	kV	
IMPEDENACIA DEL PUNTO "Q"				
Z'' <sub>q</sub>	0.6519			
X'' <sub>q</sub>	0.6487			
R <sub>q</sub>	0.06487			
Z <sub>q</sub>	0.06487+0.6487i = 0.6519∠84.29°			
IMPEDANCIA DEL CONDUCTOR EN MT				
DATOS DEL CONDUCTOR				
L	1.85	Km		
R <sub>conduc.</sub>	0.247	Ω/Km	0.45695	Ω
X <sub>conduc.</sub>	0.2528	Ω/Km	0.46768	Ω
Z <sub>conduc</sub>	0.45695+0.46768i = 0.6539∠45.67°		Ω	0.6539 Ω

Finalmente tenemos:

$$Z_B = Z_{cable} + Z''_Q = (0.45695 + 0.46768i) + (0.06487 + 0.6487i)$$

$$Z_B = 0.5218 + 1.1164i = 1.2322∠64.95°$$

IMPEDANCIA EN EL PUNTO "B"				
Z <sub>B</sub>	1.2322	Ω		
I <sub>cc</sub> en B	9.3710	kArms	CUMPLE CON LA CONDICION!!	I <sub>cc</sub> del conductor >> I <sub>cc</sub> en B 23.38 kArms >> 9.3710 kArms

Prosiguiendo con los cálculos realizamos los cálculos de la corriente de cortocircuito en el punto C.

Para hallar la corriente de cortocircuito en el punto C, hallamos la impedancia subtransitoria del transformador.

Y los pasos importantes que seguimos son:

1. Calculamos la impedancia del trafo en el lado de MT.



2. Sumamos las impedancias  $Z_B$  que también está en MT.
3. Reflejamos esta impedancia al lado de BT de 460 Voltios.

$$Z_B = 0.5218 + 1.1164i = 1.2322 \angle 64.95^\circ$$

No tenemos como datos del transformador, la reactancia ni la resistencia en p.u. por lo tanto para mis cálculos considero  $\mu_Z=5.5\%$  y  $\mu_R=0.55\%$

$$\mu_X = \sqrt{\mu_Z - \mu_R} = \sqrt{5.5 - 0.55} = 5.4724\%$$

$$X_T = 0.054724 \text{ p.u} \quad y \quad R_T = 0.0055 \text{ p.u.}$$

$$Z_T = R_T + X_T = 0.0055 + j0.054724 \text{ p.u.}$$

Para hallar la impedancia del transformador en  $\Omega$ , hay que considerar la tensión a la que está trabajando y la potencia nominal y el cálculo se efectúa de la siguiente manera:

Considerando que el suministro es de EDELNOR de 20kV y el trafo que elegí es de 5000KVA.

$$Z_T = (0.0055 + j0.054724) \times \left( \frac{20kV^2}{5000KVA} \right) = 0.44 + j4.3779 \Omega$$

$$Z_T = Z_{Generador} + Z_{Linea} + Z_{Trafo} = 0.9618 + j5.4943 = 5.5778 \angle 80.07^\circ$$

Esta impedancia calculada es la impedancia del lado de AT del trafo lo cual debemos reflejarlo al lado de BT al de 460 Voltios.

$$Z_{Total C} = (5.5778) \times \left( \frac{0.46^2}{20^2} \right) = 0.002951$$

Finalmente tenemos en el punto C:

$$I_{cc C} = \frac{460}{\sqrt{3} \times 0.002951} = 89.99 \text{ kArms} \quad \text{en 460 Voltios}$$

Con el Programa Excel se resume en la siguiente tabla:

CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO EN EL PUNTO "C"					
DATOS DEL TRANSFERENCIA.					
Uz	0.055	p.u	TENSIÓN EN MT	20	KV
Ur	0.0055	p.u	TENSIÓN EN BT	0.46	KV
			POTENCIA	5	MVA
IMPEDANCIA DEL TRANSFERENCIA.					
Ux	0.05472	p.u			
Uz	0.0055+0.05472i	p.u	0.054996	p.u	
Z	4.3997	$\Omega$			
IMPEDANCIA TOTAL EN C.1					
Zc	=	5.7055			



REFLEJANDO AL LADO DE 460V		
Zc	=	0.00302
CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO EN C		
Icc en C	87.94	kArms

Comprobamos con los siguientes cálculos si realmente el cable de media tensión cumple con los cálculos por capacidad, por caída de tensión y por esfuerzo térmico.

**Por capacidad:**

Corriente Nominal y Diseño en M.T.			
ITEM	CORRIENTE NOMINAL	CORRIENTE DE DISEÑO	TENSION NOMINAL
1	144.3375 A	180.422 A	20 KV

La capacidad que tiene el conductor en catálogos se ve afectada por algunos parámetros, por lo tanto es importante considerar estos y para ellos cada uno tiene un factor de corrección ya sea por temperatura del suelo, resistividad térmica del suelo, profundidad entre otros, realizamos la corrección de la siguiente manera:

$$I_{conductor} = I_{catalogo} \times F_{temp} \times F_{resist} \times F_{proxim} \times F_{prof ten} \times F_{tend duct}$$

Donde hay que considerar:

- ☞ Iconductor.- Corriente del catálogo del fabricante.
- ☞ Ftemp.- Factor de corrección relativo a la temperatura del suelo.  
Tabla 2 – XXXI = 1
- ☞ Fresist.- Factor de corrección relativo a la resistividad térmica del suelo.  
Tabla 2 – XXXII = 1
- ☞ Fproxim.- Factor de corrección relativo a la proximidad de otros cables tendidos bajo el suelo.  
Tabla 2 – XXXIV = 0.78
- ☞ Fprof ten.- Factor de corrección relativo a la profundidad del tendido.  
Tabla 2 – XXXV = 0.95
- ☞ Ftend duct.- Factor de corrección relativo a la tendido de ductos.  
Tabla 2 – XXXVI = 0.81

$$I_{conductor} = 365 \times 1 \times 1 \times 0.78 \times 0.95 \times 0.81 = 219.0767 \text{ Amperios}$$

$$I_{conductor} \gg I_{Diseño}$$

$$219.0767 \text{ A} \gg 180.422 \text{ A} \quad (\text{Cumple!})$$

**Por caída de Tensión:**

$$\Delta V = \sqrt{3} \times I_{nom} \times L \times (R \times \cos \phi + X \times \sin \phi)$$

Donde:

$I_{nom}$	Corriente nominal.
$L$	Longitud máxima de la última cola de la SE.
$\cos \emptyset$	Factor de Potencia.
$\Delta V$	Caida de Tensión.
$X$	Reactancia del conductor de Catalogo.
$R$	Resistencia del Conductor de Catalogo

$$\Delta V = \sqrt{3} \times 144.3375 \times 1850 \times (0.247 \times 0.85 + 0.2528 \times 0.53)$$

$$\Delta V = 159.069 \text{ Voltios} \quad \text{en} \quad 20 \text{ kV}$$

$$\Delta V(\%) = 0.7953\% \quad \Delta V_{\text{calculado}} \ll 5\% \quad (\text{Cumple!})$$

**Por esfuerzo térmico:**

$$I_{CC \text{ cable}} = \sqrt{95^2 \times \left(\frac{20446}{0.25}\right)} = 27.168 \text{ kA}$$

$$I_{CC \text{ cable}} = 27.168 \text{ kA} \quad I_{CC B} = 9.3710 \text{ kA}$$

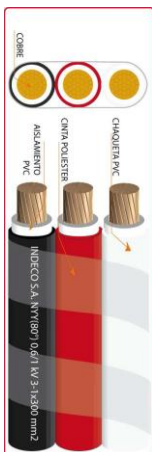
$$I_{CC \text{ cable}} \gg I_{CC B} \quad (\text{Cumple!})$$

Finalmente concluimos que el conductor de 95mm<sup>2</sup> está bien seleccionado. Ya que cumple con todo los cálculos requeridos. Nos quedamos con este cable de marca INDECO.

**CARACTERISTICAS CABLE N2XSY UNIPOLAR 18/30 KV**

Sección Nominal	Resistencia DC a 20°C	Resistencia AC		Reactancia Inductiva		Ampacidad Enterrado		Ampacidad Aire	
		(A)	(B)	(A)	(B)	20°C		30°C	
						(A)	(A)	(A)	(A)
mm <sup>2</sup>	Ohm/km	Ohm/km	Ohm/km	Ohm/km	Ohm/km	A	A	A	A
95	0.193	0.247	0.247	0.2528	0.1539	365	330	425	365

Para la selección de los cables de baja tensión de igual forma trabajamos pero esta vez los cálculos se efectuaran todos en Excel y el resultados son:



**REVISADO**  
 Por ALEJANDRO FLORES fecha 18:30 , 29/11/2014

**Norma(s) de Fabricación**  
 NTP-IEC 60502-1  
**Tensión de servicio**  
 0.6/1 kV  
**Temperatura de operación**  
 80 °C

## SELECCION DEL AVR Y RAS.

Para la selección de los reguladores automáticos de tensión y velocidad tenemos tener claro que funciones principales cumplen estos equipos de regulación, según mi criterio seleccione el siguiente AVR:

El **AVR JR-6510** está pensado para ser usado en grupos electrógenos con generadores brushless (sin escobillas) en el rango de 5 a 1500 KVA ya sean en equipos nuevos, como reemplazo de módulos importados o en aquellas aplicaciones donde sea necesario la utilización de generadores en paralelo controlados por PLC.



### Características generales:

- ☞ Tensión de excitación nominal: 100 VCC
- ☞ Corriente de excitación máxima: de 5 a 45 Amp, según el pedido.
- ☞ Puente de tiristores de onda completa semicontrolado.
- ☞ Diodo volante en circuito de CC.
- ☞ Generador de funciones para evitar sobrecitación en el arranque.
- ☞ Medición de tensión de sensado flotante.
- ☞ Tensión de alimentación 220 V/ 260VCA.
- ☞ seleccionable mediante puente
- ☞ frecuencia 50/60 Hz

### Estradas y habilitaciones

- ☞ Borneras de entrada y salida antivibratorias tipo FAST-ON.
- ☞ Entrada para potenciómetro de ajuste remoto de tensión de salida.
- ☞ Selección frecuencia 50/60 hz. Mediante puente.
- ☞ Habilidad mediante puente de la función de bloqueo de por sobre-excitación.
- ☞ Entrada de pulsos opto-aislada para ajuste de tensión mediante PWM
- ☞ Entrada para transformador de corriente en cuadratura para marcha en paralelo

## Ajustes mediante presets:

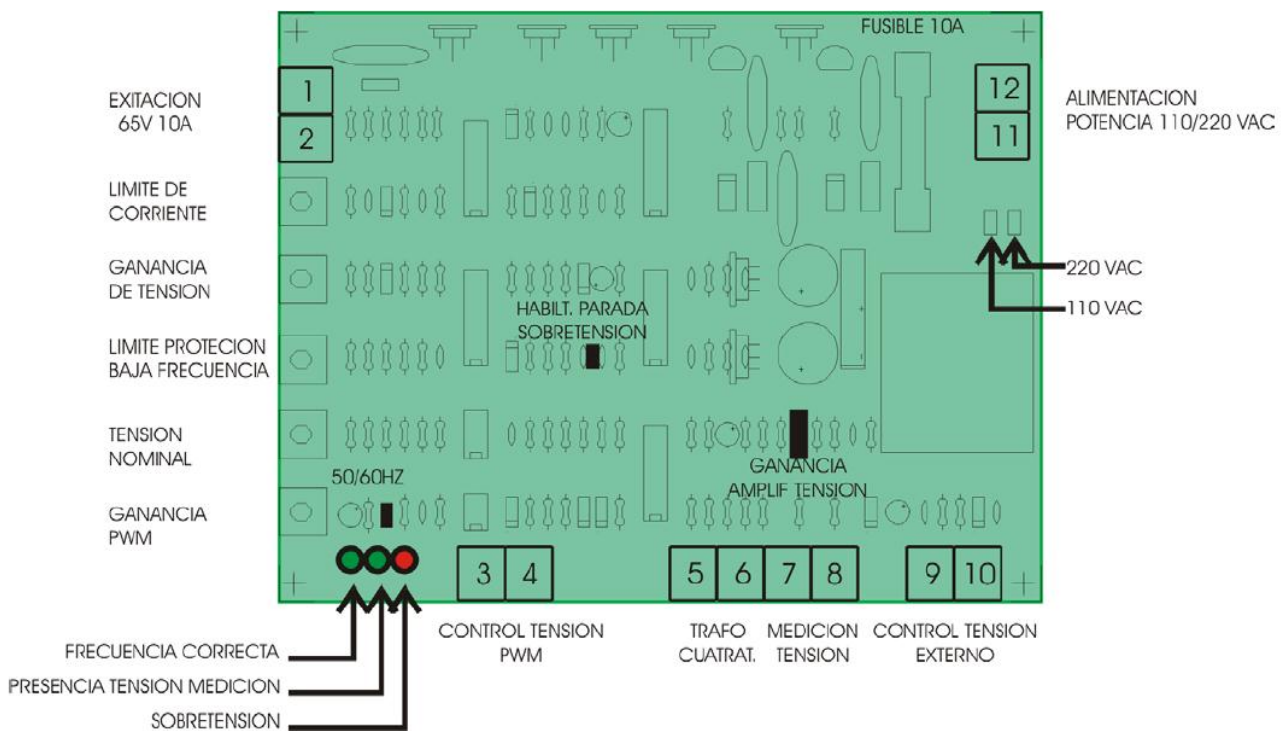
- ☞ Ajuste para Limite de corriente de excitación entre 2 y 10 Amp.
- ☞ Potenciómetro de ajuste de tensión nominal.
- ☞ Ajuste de ganancia amplificador de tensión (estabilidad).
- ☞ Potenciómetro de ajuste fino de mínima frecuencia.

## Indicadores luminosos:

- ☞ LED Verde de frecuencia mínima superada.
- ☞ LED Verde presencia de tensión de medición
- ☞ LED Rojo de condición de bloqueo (Shutdown)

## Protecciones

- ☞ Fusible de protección incorporado en el circuito impreso.
- ☞ Varistores de protección por sobre tensiones transitorias en AC y DC
- ☞ Bloqueo por sobre excitación tensión mayor de 95VCC temporizado.
- ☞ Protección por pérdida de la tensión de medición.



**REVISADO**

Por ALEJANDRO FLORES fecha 18:30 , 29/11/2014





## 6.- SELECCIÓN DE LOS BANCOS DE CONDENSADORES

Los cálculos para la selección de banco de condensadores para las cargas en general.

IT	DESCRIPCIÓN GENERAL	POT. INSTAL	F.Pi	F.Pf	Øi	Øf	Qc	CORRIENTE	CABLE	CABLE NYY		ITM		N° CABLES	I (A)	FC	I REAL (A)
		KW					KVAR	INOM (A)	IDIS (A)	Scu (mm2)	Cap (A)	ITM DIS (A)	ITM COMERC				
1	BARRA DE EMERGENCIA	1076.18	0.85	0.98	31.8	11.47	448.23	562.56	787.58	240	894.6	675.07	3x800A	3	426	0.7	89

PARAMETROS ELECTRICOS PARA LOS BANCOS							CABLE THW - 90		
PASOS	Q cat	Q real	IN	ITMt	ITMc	ID cable	S cable	Capac	
	KVAR	KVAR	A	A	A	A	mm"	A (ducto)	
1	40	36.74	46.11	59.94	63	64.55	3X16	75	
2	40	36.74	46.11	59.94	63	64.55	3X16	75	
3	40	36.74	46.11	59.94	63	64.55	3X16	75	
4	40	36.74	46.11	59.94	63	64.55	3X16	75	
5	40	36.74	46.11	59.94	63	64.55	3X16	75	
6	40	36.74	46.11	59.94	63	64.55	3X16	75	
7	40	36.74	46.11	59.94	63	64.55	3X16	75	
8	40	36.74	46.11	59.94	63	64.55	3X16	75	
9	60	55.10	69.16	89.91	100	96.82	3X25	95	
10	60	55.10	69.16	89.91	100	96.82	3X25	95	
11	60	55.10	69.16	89.91	100	96.82	3X25	95	
12	60	55.10	69.16	89.91	100	96.82	3X25	95	
TOTAL	560	514.31	645.49						



## 7.- DIMENSIONAMIENTO Y SELECCIÓN DE LOS CABLES DE BT

IT	DESCRIPCIÓN	PARAMETROS								CABLE NYY		CAIDA DE TENSION	
		POT. UTIL (KW)	EF	POT. INSTAL (kW)	FP	TENSIO N (V)	IN (A)	IDIS (A)	I arr (A)	Scu (mm2)	Cap (A)	In (%)	I arr (%)
1	CCM1 PROCESO DE LIXIVIACION	550	0.93	591.40	0.80	460	927.81	1159.76	5566.86	900	1008	0.32	1.93
2	CCM2 PROCESO DE CLARIFICACIÓN	480	0.93	516.13	0.80	460	809.72	1012.16	4858.35	900	1008	0.60	3.63
3	CCM3 PROCESO DE ACABADO	396	0.93	425.81	0.80	460	668.02	835.03	4008.14	600	960	1.07	6.43
4	MTJA 300HP 4 POLOS MOLINO 1	223.8	0.96	233.13	0.87	460	336.31	420.39	2017.86	150	428	1.04	6.21
5	MTJA 500HP 4 POLOS MOLINO 2	373	0.97	384.54	0.86	460	561.19	701.48	3367.12	400	730	0.53	3.16
6	MTJA 250HP 6 POLOS MEZCLADORA 1	186.5	0.96	194.27	0.82	460	297.35	371.68	1784.08	120	382	1.16	6.96
7	MTJA 210HP 8 POLOS MEZCLADORA 2	156.66	0.96	163.19	0.79	460	259.26	324.07	1555.54	95	336	1.00	6.00
8	CCM4 SISTEMA DE VENTILACIÓN INDUSTRIAL	258	0.93	277.42	0.80	460	435.23	544.03	2611.36	240	561	1.09	6.55
9	MTJA 185HP 2 POLOS AGUA POTABLE	138.01	0.96	143.76	0.90	460	200.48	250.60	1202.87	70	282	1.64	9.87
10	CENTRO DE COMPUTO	65	1.00	65.00	0.97	460	84.10	105.13	504.62	16	127	1.54	9.25
11	SERV. AUXILIARES	395	1.00	395.00	0.90	460	550.84	688.55	3305.03	400	730	0.57	3.40
12	EDIFICIO ADMINISTRATIVO	195	1.00	195.00	0.80	460	305.92	382.41	1835.55	150	428	1.48	8.88

### Usos

Aplicación general como cable de energía. En redes de distribución en baja tensión, instalaciones industriales, en edificios estaciones de maniobra. En instalaciones fijas, en ambientes interiores (en bandejas, canaletas, etc.), directamente enterrado en lugares secos y húmedos.



IT	DESCRIPCIÓN	Cable NYY
		Cable a Utilizar
1	CCM1 PROCESO DE LIXIVIACION	3(3_1x900mm <sup>2</sup> NYY) + 1x70mm <sup>2</sup> TW(T)
2	CCM2 PROCESO DE CLARIFICACIÓN	3(3_1x900mm <sup>2</sup> NYY) + 1x70mm <sup>2</sup> TW(T)
3	CCM3 PROCESO DE ACABADO	3(3_1x600mm <sup>2</sup> NYY) + 1x70mm <sup>2</sup> TW(T)
4	MTJA 300HP 4 POLOS MOLINO 1	3(3_1x150mm <sup>2</sup> ) + 1x50mm <sup>2</sup> TW(T)
5	MTJA 500HP 4 POLOS MOLINO 2	3(3_1x400mm <sup>2</sup> ) + 1x50mm <sup>2</sup> TW(T)
6	MTJA 250HP 6 POLOS MEZCLADORA 1	(3_1x120mm <sup>2</sup> ) + 1x50mm <sup>2</sup> TW(T)
7	MTJA 210HP 8 POLOS MEZCLADORA 2	(3_1x95mm <sup>2</sup> ) + 1x50mm <sup>2</sup> TW(T)
8	CCM4 SISTEMA DE VENTILACIÓN INDUSTRIAL	3(3_1x240mm <sup>2</sup> NYY) + 1x50mm <sup>2</sup> TW(T)
9	MTJA 185HP 2 POLOS AGUA POTABLE	(3_1x70mm <sup>2</sup> ) + 1x50mm <sup>2</sup> TW(T)
10	CENTRO DE COMPUTO	3(3_1x16mm <sup>2</sup> NYY) + 1x50mm <sup>2</sup> TW(T)
11	SERV. AUXILIARES	3(3_1x400mm <sup>2</sup> NYY) + 1x70mm <sup>2</sup> TW(T)
12	EDIFICIO ADMINISTRATIVO	3(3_1x150mm <sup>2</sup> NYY) + 1x50mm <sup>2</sup> TW(T)

### Descripción

Conductores de cobre electrolítico recocido, sólido o cableado (comprimido, compactado), aislamiento y cubierta individual de PVC. En la conformación duplex los dos conductores son trenzados entre sí. En la conformación triple, los tres conductores son ensamblados en forma paralela mediante una cinta de sujeción.

### Características

Buenas propiedades eléctricas y mecánicas. La cubierta exterior de PVC le otorga una adecuada resistencia a los ácidos, grasas, aceites y a la abrasión. Facilita empalmes, derivaciones y terminaciones. Menor peso que los cables NYY convencionales y mejor disipación de calor permitiendo obtener una mayor intensidad de corriente admisible. Retardante a la llama.



### 8.- SELECCIÓN Y DIMENSIONAMIENTO DE LOS ITM

Los Interruptores se seleccionaron con después de calcular la corriente de diseño para cada carga instalada en el proyecto industrial por lo tanto presento cuales son los ITM que se van instalar en el proyecto, la marca que usare es de GE.

	ITM	DESCRIPCIÓN GENERAL	POT. UTIL ó EJE (KW)	EF	POT. INSTAL (KW)	FD	MAX. DEMAN. (KW)	TENSIO N (V)	F.P	L (M)	I NOM. (A)	IDIS. ITM (A)	ITM COMERC
BARRA PRINCIPAL	1	CCM1 PROCESO DE LIXIVIACION	550	0.93	591.40	0.85	502.69	460	0.80	58.00	927.81	1113.37	3X1200A
	2	CCM2 PROCESO DE CLARIFICACIÓN	480	0.93	516.13	0.85	438.71	460	0.80	125.00	809.72	971.67	3X1000A
	3	CCM3 PROCESO DE ACABADO	396	0.93	425.81	0.85	361.94	460	0.80	179.00	668.02	801.63	3X800A
	4	MTJA 300HP 4 POLOS MOLINO 1	<b>223.8</b>	0.96	233.13	0.85	198.16	460	0.87	79.00	336.31	403.57	3X400A
	5	MTJA 500HP 4 POLOS MOLINO 2	373	0.97	384.54	0.85	326.86	460	0.86	65.00	561.19	673.42	3X800A
	6	MTJA 250HP 6 POLOS MEZCLADORA 1	186.5	0.96	194.27	0.85	165.13	460	0.82	85.00	297.35	356.82	3X400A
	7	MTJA 210HP 8 POLOS MEZCLADORA 2	156.66	0.96	163.19	0.85	138.71	460	0.79	69.00	259.26	311.11	3X400A
BARRA DE EMERGENCIA	8	CCM4 SISTEMA DE VENTILACIÓN INDUSTRIAL	258	0.93	277.42	0.85	235.81	460	0.80	112.00	435.23	522.27	3X600
	9	MTJA 185HP 2 POLOS AGUA POTABLE	138.01	0.96	143.76	0.85	122.20	460	0.90	95.00	200.48	240.57	3X300A
	10	CENTRO DE COMPUTO	65	1.00	65.00	0.85	55.25	380	0.97	45.00	101.81	122.17	3X150A
	11	SERV. AUXILIARES	395	1.00	395.00	0.85	335.75	380	0.90	68.00	666.80	800.16	3X1000A
	12	EDIFICIO ADMINISTRATIVO	195	1.00	195.00	0.85	165.75	380	0.80	135.00	370.33	444.40	3X500A
		<b>TOTAL</b>	<b>3416.97</b>		<b>3584.63</b>	<b>0.85</b>	<b>3046.94</b>		<b>0.84</b>		<b>4780.16</b>	<b>5736.20</b>	<b>3X6000</b>

**9.- INCLUIR LOS EQUIPOS NECESARIOS PARA REALIZAR LA MEDICIÓN DE PARÁMETROS PARA FACTURACIÓN Y PROTECCIÓN EN: PMI, BARRAS INDUSTRIAL Y EMERGENCIA.**

Para una adecuado manejo y buen monitoreo en todo el sistema es bueno contar con equipo de última tecnología que nos ayuden a desempeñar funciones más importantes como son mediciones de potencia, parámetros principales en el sistema eléctrico y lo más importante la energía total que se consume para una determinada carga, por lo tanto según mi criterio y de lo expuesto en clase del profesor los sistemas multifunción que elegí son los siguientes.

Para el sistema de medición para la barra principal y de emergencia utilizaremos:

**Power Meter PM500** (Medidor multifunción)



**Marca del equipo:** Schneider Electric.

<b>PM 500</b>	
Para sistemas de distribución BT y AT	
Presición en corriente y tensión	
Presición en potencia y energía (IEC 61036)	
Medición Verdadero RMS hasta	
Máximo n* de módulos	
Display	
Conección directa en tensión	
<b>Lecturas Instantaneas RMS</b>	
Corrientes	
Tensiones	
Frecuencias	
Potencia activa, reactiva y aparente	
PFactor de potencia	
<b>Lecturas de Energía</b>	
Activa, reactiva, aparente	
Modos de acumulación	
<b>Lecturas de Demanda</b>	
Correintes	
Potencia activa, reactiva y aparente	
Modo de cálculo	
Sincronización externa de ventana de medición	
<b>Lecturas de Calidad Energía</b>	
Distorsión armónica	

## Funciones

PM500 es el nuevo modelo de medidor de parámetros eléctricos de la familia Power Logic, con comunicación Modbus por medio de su módulo de comunicación adicional. Su facilidad de montaje en la puerta del gabinete y la posibilidad de lectura en su panel frontal hacen de éste equipo un complemento necesario en instalaciones en las cuales se desean visualizar los parámetros básicos de cualquier instalación a través de un compacto display retroiluminado azul de LCD.

## Descripción – Características generales

- ☞ Voltaje de entrada directa: hasta 400 VAC F-F o 350 VDC +/- 10%.
- ☞ =Frecuencia: 50/60 Hz.
- ☞ =Clase de precisión: 0,5% para Tensiones y corrientes; 1% para Potencias y energías, basado en un muestreo hasta el armónico 31avo.
- ☞ =Corriente primaria: Con TI salida 1 ó 5 A.

Y para el registro y la protección de la línea de llegada de media tensión se recomienda colocar un equipo que registra intensidad, tensión, potencia y energía que se podrán ver en una sola vista, en forma simultánea.

El equipo que seleccione es el siguiente:

**Power Meter serie 810** (Medidor multifunción)



Serie 810, clase 1.

## Aplicaciones

Instrumentación de panel, supervisión de circuitos.  
Remarcar y asignación de costos. Comprobación de consumos.  
Supervisión remota de una instalación eléctrica.  
Supervisión básica de calidad de la energía.  
Optimización del contrato y curvas de carga.

**Marca del equipo:** Schneider Electric.

## Características

**REVISADO**

Por ALEJANDRO FLORES fecha 18:30 , 29/11/2014





<b>NOMBRE</b>	<b>DATOS</b>
<b><i>Visualizador retro iluminado amplio y de fácil lectura.</i></b>	La serie PM810 incorpora una pantalla antirreflejos, resistente a las rayaduras y de fácil lectura incluso en condiciones de iluminación extrema.
<b><i>Visualización de múltiples parámetros simultáneamente</i></b>	Supervisa simultáneamente intensidad, tensión, potencia y energía en una sola vista.
<b><i>Navegación intuitiva en pantalla</i></b>	Con sus menús autoguiados, la serie PM810 es de uso sencillo y requiere una formación mínima.
<b><i>Alta precisión en 4 cuadrantes</i></b>	Precisión en energía CEI 60687 y ANSI C12.20 CEI 61036 Clase 1 (PM810). Mayor potencia de procesado - 128 muestras/ciclo, permitiendo una adquisición de datos sin puntos ciegos.
<b><i>Curvas de tendencia y predicciones a corto plazo (sólo PM810)</i></b>	Cálculo rápido de tendencias y predicciones de valores futuros para una mejor toma de decisiones.
<b><i>Extensa memoria interna (PM820 y PM850)</i></b>	Mantiene múltiples registros internos pre configurados con información crítica, incluyendo registros de consumo, personalización de alarmas y mantenimiento.
<b><i>Modular y expansible</i></b>	Las prestaciones de la serie PM810 pueden ser ampliadas mediante los módulos de E/S y la pantalla remota. Una sola central puede incorporar varios módulos para aumentar sus capacidades cuando sea necesario. Se le pueden añadir hasta 4 salidas de relé, 12 entradas digitales y 4 E/S analógicas, además del módulo PM8LOG para la PM810.
<b><i>Comunicación</i></b>	La central PM810 incorpora de serie un puerto de comunicación RS 485, 1 entrada digital, 1 salida de impulsos, cálculo del THD y configuración y registro de alarmas en la unidad base. Además de estas utilidades, las centrales PM820 y PM850 permiten el registro personalizable de parámetros en su memoria y el espectro de armónicos en tensión e intensidad. Asimismo, la central

**REVISADO**

Por ALEJANDRO FLORES fecha 18:30 , 29/11/2014





❖ ***Protecciones conectadas a transformador de corriente del neutro del alternador:***

- ☞ 32P: relé direccional de potencia activa,
- ☞ 32Q: relé direccional de potencia reactiva
- ☞ para la pérdida de excitación (grupos > 1 MVA),
- ☞ 46: componente inversa (grupos > 1 MVA),
- ☞ 49: imagen térmica,
- ☞ 51: corriente máxima,
- ☞ 51G: defecto a tierra,
- ☞ 51V: corriente máx. manteniendo la tensión,
- ☞ 87G: protección diferencial del alternador (para grupos > 2 MVA).

Nota: 46, 49, 32P y 32Q pueden también estar conectados a los transformadores de corriente de las fases).

❖ ***Protecciones conectadas a los transformadores de tensión:***

- ☞ 25: «synchro-check» (únicamente para
- ☞ funcionamiento en paralelo),
- ☞ 27: falta de tensión,
- ☞ 59: sobretensión,
- ☞ 81: frecuencia fuera de límites (máxima y mínima).

❖ ***protecciones conectadas a los transformadores de corriente al lado de la línea (solamente para funcionamiento en paralelo):***

- ☞ 67: corriente máxima direccional (no es necesario si se utiliza el 87G),
- ☞ 67N: corriente máxima direccional homopolar (sobre TI toroidal, para una mejor sensibilidad).

❖ ***protecciones mecánicas generales de grupo, conectadas a los detectores:***

- ☞ 49T: temperatura del estator (recomendada para alternadores de más de 2 MVA),
- ☞ 49T: temperatura de los cojinetes (recomendada para alternadores de más de 8 MVA),
- ☞ 64F: protección de tierra del rotor.

## 11.- COORDINACION AMPERIMETRICA Y CRONOMETRICA DEL SISTEMA ELECTRICO.

La coordinación amperimétrica y cronométrica dentro de un sistema consiste en la automatización de todo el sistema eléctrico, quiero decir que todos los equipos tienen que estar conectados entre sí por medio de un interface hombre – máquina para la apertura y el cierre de las cargas. Para ello es importante automatizar el circuito de la mejor manera posible para ello utilizaremos equipos de última tecnología. Con el siguiente esquema podremos entender mejor como se va comportar el sistema en coordinación por parte de la intensidad y el tiempo.

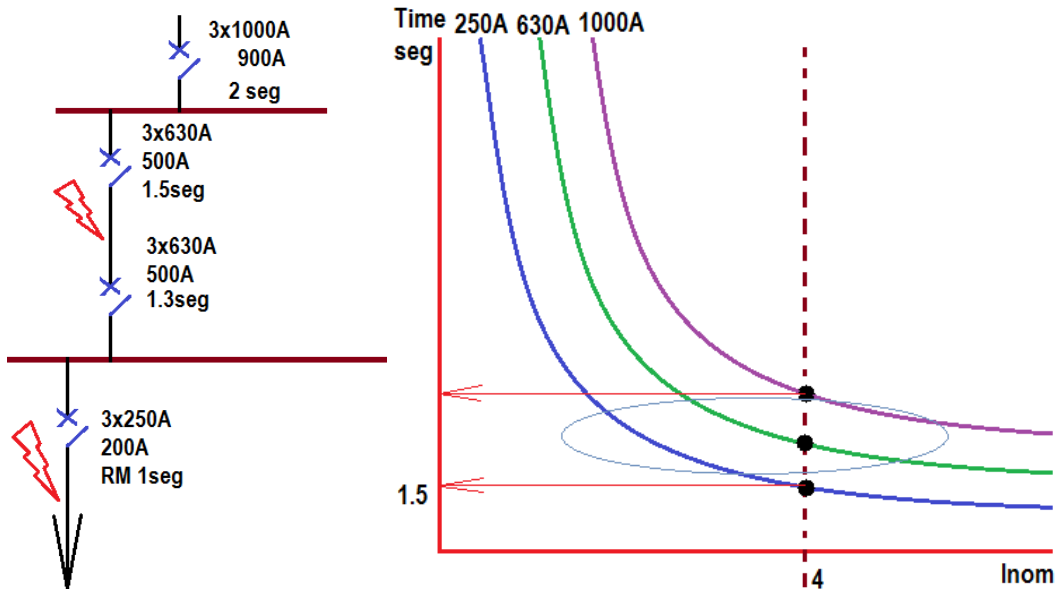
La coordinación de un sistema eléctrico consiste básicamente en 4 tipos:

La coordinación amperimétrica.

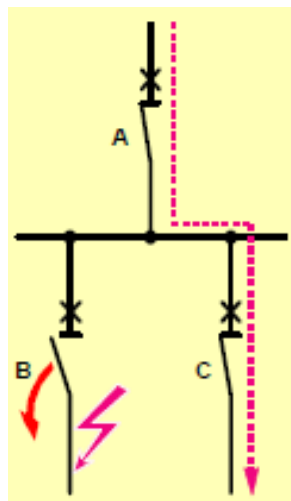
La coordinación cronométrica.

La coordinación energética.

La coordinación de lógica.



La explicación breve de que consiste esto es la siguiente, con la siguiente figura podremos entender muchos mejor.



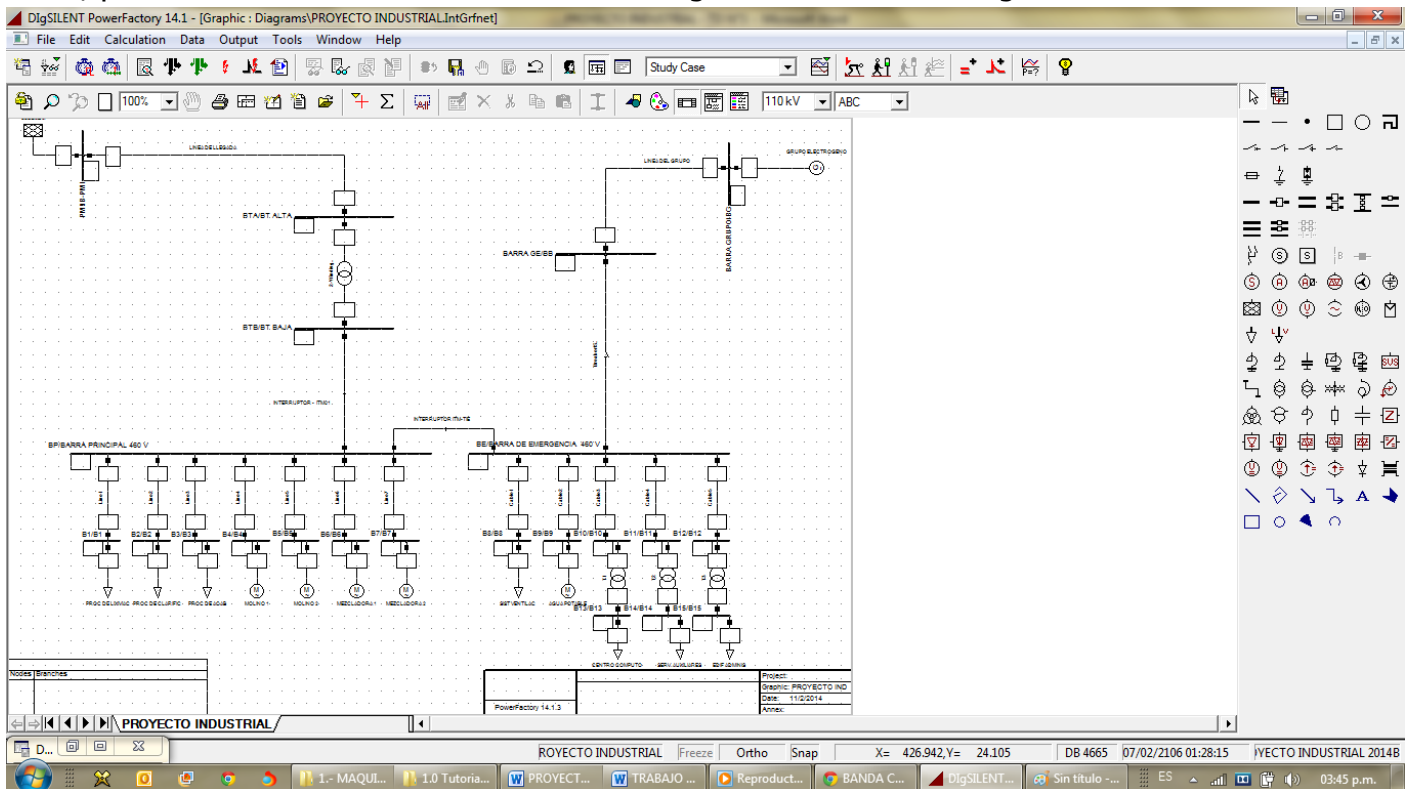
- ❖ La selectividad se consigue por medio de dispositivos de protección automáticos si ocurre una condición de defecto en cualquier punto de la instalación y es eliminada por el dispositivo de protección situado inmediatamente aguas arriba del defecto, de forma que no se vean afectados todos los demás dispositivos de protección.
- ❖ La selectividad entre los interruptores automáticos A y B es total si el valor máximo de la corriente de cortocircuito en el circuito B no supera el ajuste de disparo por cortocircuito del interruptor automático A. En esta condición sólo disparará el interruptor automático B.
- ❖ La selectividad es parcial si la máxima corriente de cortocircuito posible en el circuito B es superior al ajuste de la corriente de disparo por cortocircuito del interruptor automático A. En esta condición dispararán los interruptores automáticos A y B.

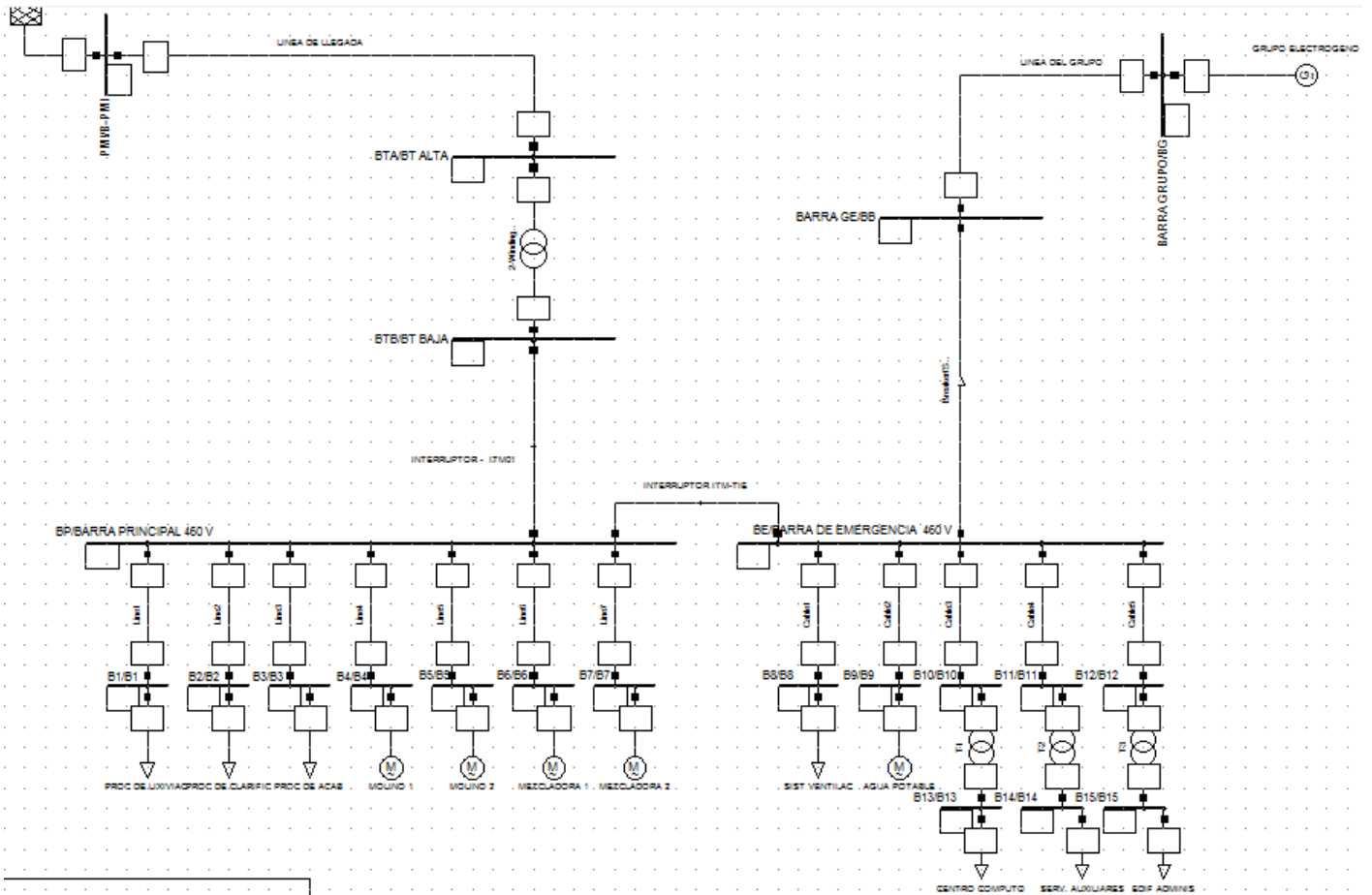
**REVISADO**

Por ALEJANDRO FLORES fecha 18:30 , 29/11/2014

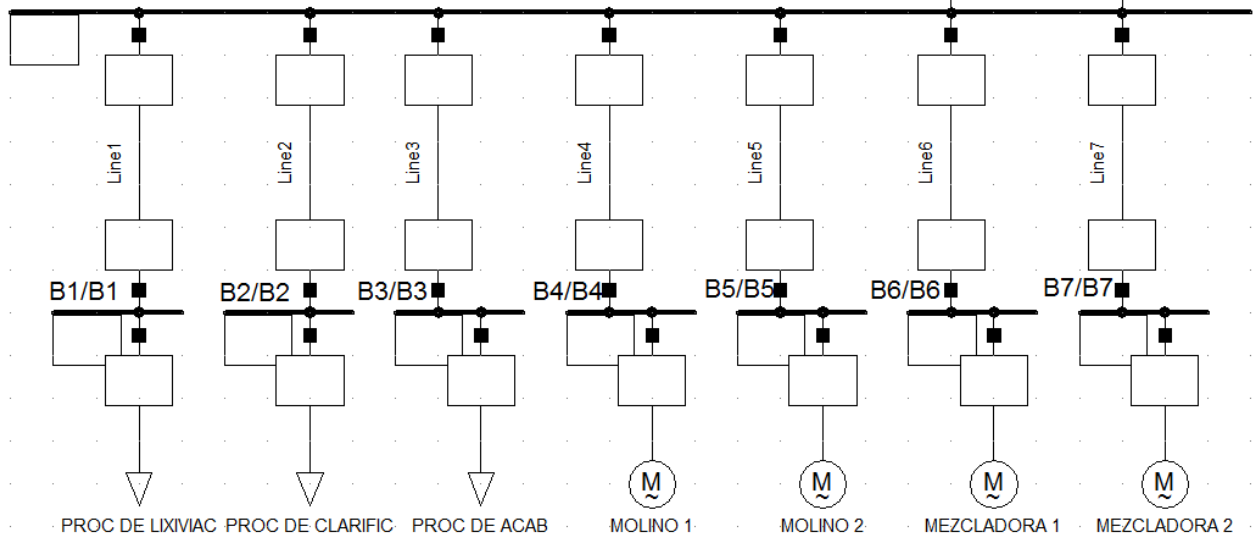
## 12.- ESQUEMAS DEL CIRCUITO EN EL DIGSILENT.

El trabajo de investigación (Proyecto Industrial) para un mejor análisis lo tuvimos que simular en el digSILENT para el flujo de carga y la corriente de cortocircuito en cada barra, para ello mostramos a continuación el diagrama unifilar en el digSILENT .

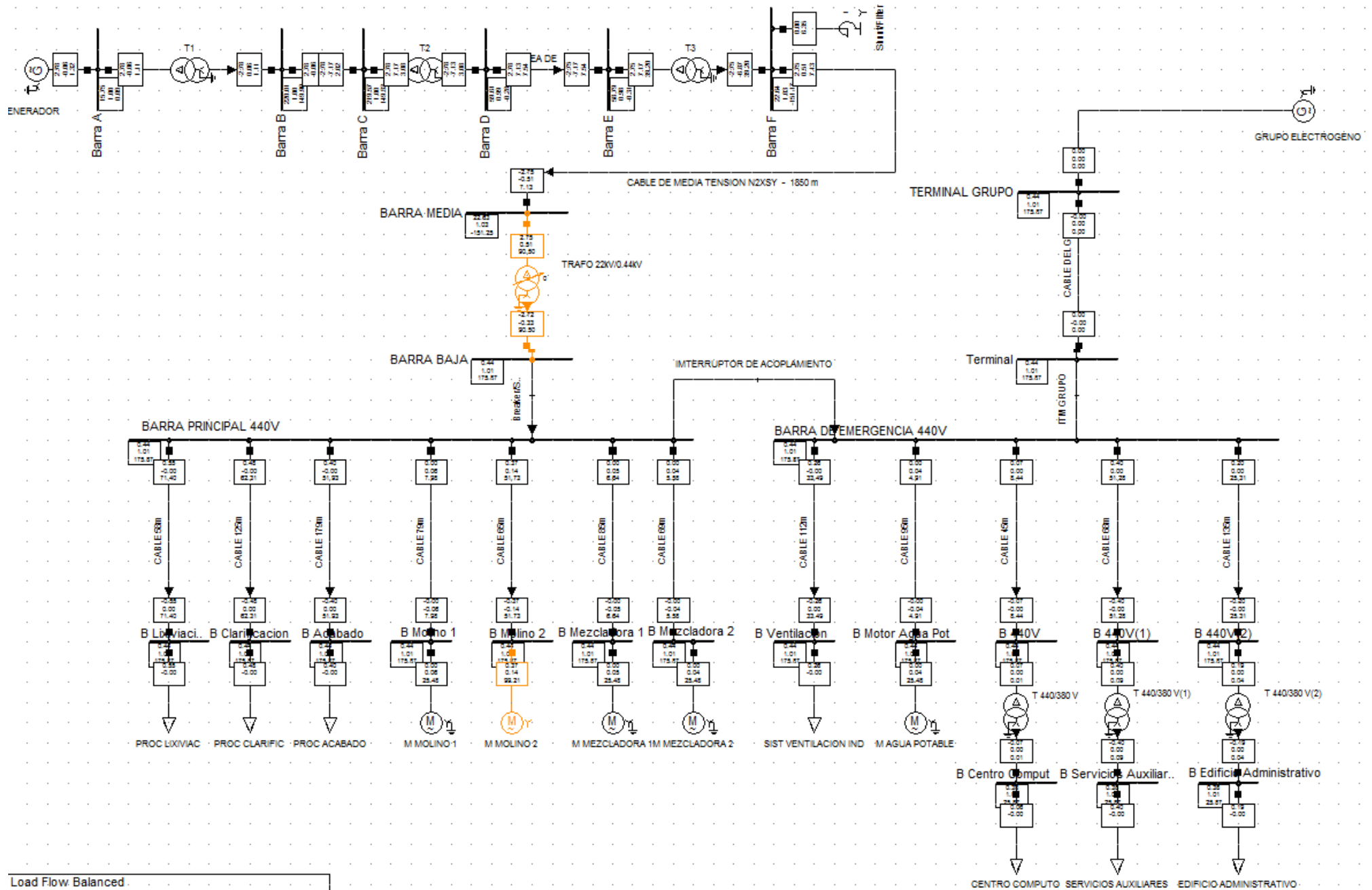




BP/BARRA PRINCIPAL 460 V



**REVISADO**  
 Por ALEJANDRO FLORES fecha 18:30 , 29/11/2014



Load Flow Balanced	
Nodes	Branches
UI Line-Line Voltage, Magnitude [kV]	P Active Power [MW]
U Voltage, Magnitude [p.u.]	Q Reactive Power [MVar]
phi Voltage, Angle [deg]	loading Loading [%]

PowerFactory 14.1.3

FLORES ALVAREZ ALEJANDRO - 1023120103	Project: PROY INDUS
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO ESCUELA PROFESIONAL DE ING. ELECTRICA MAQUINAS ELECTRICAS III	Graphic: 2014B
	Date: 11/9/2014
	Annex:





### **13.- INCLUIR EL METRADO Y PRESUPUESTO.**

Incluido en el Excel que adjunto COSTOS Y METRADOS.

**REVISADO**

Por **ALEJANDRO FLORES** fecha 18:30 , 29/11/2014



## 14.- CONCLUSION

- ☞ Los grupos electrógenos son importantes ya que estos proporcionan la energía necesaria cuando la red de energía eléctrica sale fuera de servicio, ya que es importante a veces mantener cargas de gran importancia en servicio continuo sin ninguna interrupción del fluido ya que son estas cargas críticas como por ejemplo, la alimentación de equipo en un aeropuerto.
- ☞ Es importante entender perfectamente las características eléctricas y mecánicas de los grupos electrógenos y conocer las normas que les afectan a fin de escoger correctamente el equipo.
- ☞ Los sistemas de protección eléctrica de la instalación deben tener en cuenta las características peculiares de los grupos electrógenos para asegurar una protección correcta de las personas y de los bienes y para evitar los disparos intempestivos que provocan cortes inadecuados de la energía eléctrica. El sistema de mando y control debe de permitir diversas configuraciones de las conexiones de la red y de los grupos para asegurar una alimentación eléctrica fiable.
- ☞ El ingeniero responsable del diseño del sistema global de distribución eléctrica debe resolver numerosos problemas. Un primer paso para asegurar que la red diseñada cumplirá con las exigencias necesarias es ser consciente de los problemas que se pueden presentar y de las soluciones que se les pueden aplicar.
- ☞ Para la selección del transformador de distribución, la selección del cable de llegada de media tensión, la selección del generador eléctrico, la selección de los cables de las cargas (EN Baja tensión), selección de ITM, selección de Medidores Multifunción (PMs) se tuvieron que realizar cálculos con un criterio bien definido, y con ayuda de catálogos de Diferente empresas como ABB, SCHNEIDER, WEG, SIEMENS, FG, VOLTRAN, EPLI, WEG, INDECO, CEPER CABLES, PHELPS DODGE, NEXANS, TOP CABLE, GENERAL ELECTRIC, entre otros, se realizaron el diseño y el seleccionado de los equipos.

**REVISADO**

Por ALEJANDRO FLORES fecha 18:30 , 29/11/2014



## 15.- RECOMENDACIÓN

- ☞ Se recomienda estudiar los temas de diseño y selección de cables, ITM, transformadores y generadores ya que estos temas son necesarios para el diseño y para efectuar cálculos que nos ayuden a resolver problemas de este tipo.
- ☞ Se recomienda revisar catálogos de fabricantes en caso de que no te den algunos datos para la solución del problema.
- ☞ Poner mayor énfasis en estos tipos de problemas ya que en un futuro no muy lejano estaremos en el campo y tendremos que dar soluciones efectivas en proyectos de mediana y gran envergadura.
- ☞ Una vez terminado los cálculos en Excel y haber seleccionado correctamente los equipos que se van a instalar en el proyecto industrial, recomiendo llevarlo todo este sistema al poderoso programa DigDILENT, esto para corroborar si nuestro sistema va estar funcionando en condiciones normales sin ninguna sobretensión, y también podemos calcular en este programa el flujo de carga y la corriente de corto circuito para cada punto que deseamos, por ello es importante conocer un poco de este programa, ya que esté es una herramienta muy valiosa para realizar estos tipos de cálculos.

**REVISADO**

Por ALEJANDRO FLORES fecha 18:30 , 29/11/2014



## 16.- BIBLIOGRAFÍAS

- Análisis de cortocircuito/Huber Murillo Manrique/2014.
- Selección de máquinas Síncronas/ Huber Murillo Manrique/2014.
- Compensación Reactiva/ Huber Murillo Manrique/2014.
- Protección de Generadores Uso de la tecnología digital" (Protegiendo Grupos Generadores)/Mozina, CJ/ de noviembre 1997.
- Armónicos: convertidores y compensadores activos./ E. BETTEGA, J-N. FIORINA./ Cuaderno Técnico nº 183.
- Selección de Transformador de distribución encapsulado seco Media Tensión/Schneider Electric/2008.
- Transformadores tipo Subestación/Voltran/2010.
- Transformador tipo encapsulado/WEG/2008.
- Motores Síncronos/ABB/2010.
- Transformador tipo encapsulado/ABB/2008.
- Motores Síncronos/WEG/2008.
- MANUAL DE INSTRUCCIONES TRANSFORMADORES SECOS/WEG/2008.
- Información técnica Concepto Transparent Ready PM500 PM800/ Schneider Electric/2010.
- La protección de los circuitos/Manual/ Schneider Electric/2010.
- Catálogo de motores en español/Manual/WEG/2012
- Catálogo de Indeco.

**REVISADO**

Por ALEJANDRO FLORES fecha 18:30 , 29/11/2014