

15  
29



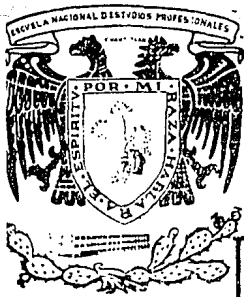
# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
"CUAUTITLAN"

PROYECTO: ESTUDIO, CALCULO Y SUGERENCIAS  
PARA CAMBIOS EN LA INSTALACION ELECTRICA  
DE LA UNIDAD CUAUTITLAN DE FERTIMEX, S. A.

**T E S I S**  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA  
P R E S E N T A N :  
MARIO ALBERTO GOMEZ GUEVARA  
BERNARDO GARCIA ANDRADE

ASESOR DE TESIS: ING. CASILDO RODRIGUEZ ARCINIEGA



**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

1988



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

# I N D I C E

	PAGINA
INDICE	1
OBJETIVOS E INTRODUCCION	1
<b>CAPITULO No. I <u>LEVANTAMIENTO DE LA CARGA INSTALADA</u></b>	
1.1.- DISTRIBUCION DE ESPACIO	4
1.2.- LEVANTAMIENTO DE LA CARGA INSTALADA POR SECCIONES	10
1.2.a.- UTILIZACION DE LOS SISTEMAS DE DISTRIBUCION	12
1.2.b.- DEMOSTRACION DE LAS RELACIONES MATEMATICAS PARA EL CALCULO DE CONDUCTORES POR CAIDA DE TENSION.	14
1.2.1.- SECCION 2000 DIRECCION DE OPERACION INDUSTRIAL	17
1.2.2.- SECCION 3000 SUBGERENCIA DE MANTENIMIENTO	25
1.2.3.- SECCION 4000 SUBGERENCIA DE INGENIERIA DE PLANTAS	29
1.2.4.- SECCION 5000 ALMACEN CENTRAL. DISTRIBUIDOR	33
1.2.5.- SECCION 6000 LABORATORIO DE INVESTIGACION	65
1.2.6.- SECCION 7000 DIRECCION DE PLANEACION	95
1.2.7.- SECCION 8000 LABORATORIO DE EDAFOLOGIA	115
1.2.8.- SECCION 9000 FRONTON	123
1.2.9.- SECCION 10000 ARCHIVO GENERAL	125
1.2.10.- SECCION 11000 VIGILANCIA	131
1.2.11.- SECCION 13000 INTENDENCIA	131
1.2.12.- CARGA INDUCTIVA INSTALADA (MOTORES)	135
1.2.13.- VALOR DE LA CARGA INSTALADA QUE COMPRENDE EL PROYECTO	136
1.3.- DETERMINACION DEL FACTOR DE DEMANDA DE LA U.CUAUTITLAN	136
1.4.- FACTOR DE POTENCIA	149
1.4.1.- FACTOR DE POTENCIA EN LUMINARIOS	150
1.4.2.- FACTOR DE POTENCIA EN MOTORES DE INDUCCION	151
1.4.3.- INSTALACION DE CAPACITORES PARA LA CORRECCION DEL FAC- TOR DE POTENCIA EN INSTALACIONES DE FUERZA	152
1.4.4.- FACTOR DE POTENCIA ACTUAL DE LA PLANTA	155
1.5.- DESBALANCE ENTRE FASES	157
<b>CAPITULO No. II <u>ARREGLO ELECTRICO</u></b>	
2.1.- SISTEMAS DE DISTRIBUCION ELECTRICA TIPICOS	165
2.2.- CARACTERISTICAS DE LOS PRINCIPALES SISTEMA DE DISTRI- BUCION ELECTRICA	169
2.3.- SISTEMA DE DISTRIBUCION ELECTRICA ACTUAL DE U.CUAUTITLAN.	171
2.4.- LOCALIZACION DE EQUIPO	171
2.5.- NIVELES DE TENSION UTILIZADOS ACTUALMENTE EN LA UNIDAD	173

2.6.-	COMPANIA SUMINISTRADORA	174
2.7.-	SUBESTACION ELECTRICA PRINCIPAL	174
2.7.1.-	DEFINICION DE SUBESTACION ELECTRICA	174
2.7.2.-	CLASIFICACION DE LAS SUBESTACIONES ELECTRICAS	175
2.7.3.-	ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DE LA SUBESTACION ELECTRICA PRINCIPAL	175
2.7.4.-	CARACTERISTICAS QUE DEBE REUNIR UN LOCAL PARA UNA SUBESTACION ELECTRICA COMPACTA	181
2.7.5.-	CONDICIONES ACTUALES DEL LOCAL DE LA SUBESTACION ELECTRICA PRINCIPAL	182
2.8.-	TIPOS DE ENFRIAMIENTO MAS EMPLEADOS EN TRANSFORMADORES	183
2.9.-	SUGERENCIAS	

CAPITULO No. III DIAGRAMA UNIFILAR

3.1.-	DEFINICION DE DIAGRAMA UNIFILAR	187
3.2.-	OBJETO DE UN DIAGRAMA UNIFILAR	187
3.3.-	CONTENIDO DE UN DIAGRAMA UNIFILAR	188
3.4.-	DIAGRAMA UNIFILAR DE LA PLANTA DE FERTIMEX, CUAUTITLAN	188

CAPITULO No. IV ANALISIS DE CORTO CIRCUITO

4.1.-	DESCRIPCION DE UNA FALLA	199
4.2.-	NECESIDADES DE CALCULAR LAS CONDICIONES DE FALLA	200
4.3.-	FUENTES DE CORRIENTE DE FALLA	202
4.4.-	REACTANCIA DE MAQUINAS ROTATORIAS	203
4.5.-	TIPOS DE FALLAS	203
4.6.-	ESTUDIO DE COORDINACION DE PROTECCIONES	210
4.6.1.-	OBJETO DE UN ESTUDIO DE COORDINACION	210
4.6.2.-	NECESIDADES DE UN ESTUDIO DE COORDINACION	210
4.6.3.-	ETAPAS DE UN ESTUDIO DE COORDINACION	211

CONCLUSIONES 213

APENDICE 217

BIBLIOGRAFIA 281



INDICE DE APENDICE

	<u>PAGINA</u>
A.1.- TRANSFORMADOR IDEAL	219
A.2.- PROBLEMAS DE LOS TRANSFORMADORES	219
A.3.- REQUISITOS PARA LA AUTORIZACION DE UN PROYECTO Y CONSTRUCCION DE INSTALACIONES ELECTRICAS	224
A.4.- RESISTENCIA DE AISLAMIENTO	237
A.5.- PUESTA A TIERRA	238
A.6.- CARACTERISTICAS DEL SISTEMA DE TIERRAS	240
A.7.- SISTEMAS DE TIERRAS	242
A.8.- ELECTRODOS DE PUESTA A TIERRA	243
A.9.- TABLA No. 1 CAPACIDAD DE CORRIENTE DE CONDUCTORES DE COBRE AISLADOS (AMPERES)	246
A.10.- TABLA No. 1 CONTINUACION	247
A.11.- TABLA No. 1 CONTINUACION	248
A.12.- TABLA No. 1 CONTINUACION	249
A.13.- NOTAS DE LA TABLA No. 1	250
A.14.- TABLA No. 2 AREA PROMEDIO DE LOS CONDUCTORES ELECTRI- COS DE COBRE SUAVE O RECODIDO, CON AISLAMIENTO TIPO - TW, THW, VINANEL 900	252
A.15.- TABLA No. 3 DIAMETRO Y AREAS INTERIORES DE TUBOS CON- DUIT Y DUCTOS CUADRADOS	253
A.16.- TABLA No. 4 CORRECCION DE FACTOR DE POTENCIA	254
A.17.- ¿PORQUE LA POTENCIA NOMINAL DE LOS TRANSFORMADORES SE DA EN KVA?	256
A.18.- CARACTERISTICAS ELECTRICAS PRINCIPALES DE LAS SUBESTA- CIONES NORMALES.	258
A.19.- INSPECCION Y PRUEBAS DE UNA SUBESTACION	260
A.20.- SOBRETENSIONES EN SUBESTACIONES ELECTRICAS	262
A.21.- PROTECCION DE SUBESTACIONES ELECTRICAS	266
A.22.- PRECAUCIONES PARA EL CASO DE AVERIAS EN LAS SUBESTA- CIONES.	272
A.23.- DISPOSICIONES PARA ASEGURAR EL SUMINISTRO ELECTRICO	272
A.24.- INSTALACION DE UN CAPACITOR INDUSTRIAL TRIFASICO EN LAS TERMINALES DE UN MOTOR PARA LA CORRECCION DE SU FACTOR DE POTENCIA.	274
A.25.- TABLA No. 5 APLICACION DE CONDUCTORES AISLADOS	275
A.26.- TIPOS DE CONEXIONES DE CAPACITORES INDUSTRIALES	279

- OBJETIVOS: a) ESTUDIO DE LA CARGA ACTUALMENTE INSTALADA EN LA UNIDAD.  
 b) ELABORACION Y ACTUALIZACION DE PLANOS  
 c) ACTUALIZACION DE LA CARGA CONTRATADA CON LA COMPAÑIA DE LUZ Y FUERZA DEL CENTRO, S.A.

### INTRODUCCION

Los fertilizantes son un elemento importante en el crecimiento de las siembras, frutas, legumbres, granos; éstos se han utilizado desde que el hombre dejó de ser errante y se volvió sedentario. Desde aquellas épocas el hombre se dió cuenta que sus sembradíos se desarrollaban mejor en lugares donde había guano, así que decidió utilizar este elemento orgánico para abonar sus cosechas. Hasta hace unos 300 años, se utilizaban los abonos orgánicos sin saber si les darían buenos resultados o no; fué cuando se iniciaron investigaciones para mejorar el fertilizantes, lográndose obtener nuevos elementos en su elaboración, como eran; huesos de animales (inclusive humanos) reducidos a polvo que se mezclaban con ácido sulfúrico, con lo que se obtenía fosfato, que dió buenos resultados en las siembras, siendo estos los primeros pasos en la obtención del fertilizantes químico. Años después se descubrió que -- combinando ácido sulfúrico y fosfato mineral (en lugar de huesos) se obtenía un mejor fertilizante: El superfosfato.

México, no quedo exento de este desarrollo del fertilizante y en 1949 ya contaba con dos pequeñas empresas que producían fertilizantes, una de las cuales producía superfosfato. En 1943 y a sugerencia de un grupo de agrónomos, el Presidente Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos, el General Manuel Avila Camacho, decreto la Fundación de Guanos y Fertilizantes de México, S.A., (hoy Fertilizantes Mexicanos, S.A.), que se encargaría de la venta y distribución de fertilizantes, además se ocuparía del cuidado y la recolección del guano.

Para cubrir las necesidades del campo, se construyeron zonas experimentales, Laboratorios, que además de mejorar el fertilizante se dedicarían a la orientación sobre el uso adecuado de este importante nutriente. Para la empresa Guanomex, surgieron proble--

mas en la recolección del guano, ya que debía ser extraído de las islas del Golfo de Baja California que eran abruptas y distantes, además de que el nutriente no era lo suficientemente rico y se opto por añadirle fósforo, lográndose desarrollar un fertilizante - orgánico y mineral que era; el superfosfato simple de calcio de - cuya producción se encargó una planta de Guanomex, instalada en - Guadalajara, pero al fertilizante se le encontró una nueva deficiencia, que era la poca cantidad que contenía de nitrógeno; para obtener el nitrógeno, Guanomex requería de la elaboración de sulfato de amonio, que inicialmente era adquirido de los Estados Unidos de Norteamérica, pero se logró construir Plantas Industriales para la elaboración del sulfato de amonio; como es el caso de la -- Unidad Industrial Cuautitlán, que fué construida en el año de -- 1949, la cual además elaboraba; amoníaco anhidro, ácido sulfúrico superfosfato simple y mezclas fertilizantes.

La Unidad Cuautitlán, contaba para su alimentación eléctrica con dos turbogeneradores con una capacidad individual de 2500 KW, tensión de generación de 4150 volts, 435 amperes, 50 Hz, factor de potencia de 0.8, trifásico.

Estos turbogeneradores alimentaban 10 subestaciones, cuyos transformadores tenían una relación de transformación de 4160/480-277 volts, frecuencia de 50 Hz.

Además, para asegurar la producción de la Unidad, se contrataron 440 KW a la Compañía de Luz y Fuerza del Centro, S.A., a través - de una subestación eléctrica que serviría de emergencia en el caso de que uno o ambos turbogeneradores salieran de servicio por alguna falla, o en el caso de que algún turbogenerador requiriese mantenimiento. Esta subestación estaba compuesta de tres transformadores trifásicos de 150 KVA de capacidad cada uno, con una relación de transformación de 6000/440-254 volts a 50 Hz. estos transformadores se encontraban conectados en paralelo, dando una potencia total y disponible de 450 KVA. La subestación se encontraba conectada de tal forma que alimentaba en forma constante a los edificios: De Solteros, Administrativo, Laboratorio, vestidores y alimentaba cuando ocurriera alguna falla en la Planta de --

Fuerza, el resto de la Planta Industrial.

La Unidad Cuautitlán, realizó sus operaciones normalmente durante más de 30 años, el día 18 de Noviembre de 1985, fué clausurada por la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, debido a la excesiva contaminación que producía en el agua, tierra y aire, así como causar daños a la salud de los habitantes circunvecinos a la Planta.

Al cerrar a la producción la Unidad Industrial Cuautitlán, la Empresa paracastatal Fertimex, contaba con una extensión de terreno ociosa, para aprovechar esta área y para cumplir con el programa de descentralización del Distrito Federal, las autoridades de Fertimex, decidieron concentrar en ella; sus Oficinas Generales, Gerencias, Subgerencias, Archivos Generales, etc., para realizar este Proyecto, primeramente se procederá a desmontar la totalidad del equipo, maquinaria y estructuras que conforman este Centro Industrial.

Se reacondicionan edificios existentes para albergar oficinas y - Laboratorios. En esta rehabilitación de edificios, se realizó un estudio de la carga instalada y se encontró que la carga contratada inicialmente para la Planta, se rebasó y es necesario contratar una carga mayor. Cabe hacer notar que la Compañía de Luz y - Fuerza del Centro, S.A., continúa suministrando energía eléctrica a través de la subestación principal, la cual se le sustituyó su banco de transformadores de tres por 150 KVA trifásicos por un transformador trifásico de 1000 KVA de capacidad y una relación de transformación de 23,000 / 440-254 volts, debido a que al transcurrir el tiempo la carga de la planta cuando trabajaba a toda su capacidad, sobrepasó la capacidad de la subestación principal.

Se prevee la adquisición de un nuevo transformador con una capacidad entre 500 y 1000 KVA con una relación de transformación de - 23,000/440-254 volts, 60 Hz, para que sirva de reserva o ser instalado y disminuir la carga demandada al transformador principal.

El presente trabajo esta encaminado a realizar un estudio de las necesidades actuales de carga de la Unidad, así como, un recálculo

lo de la capacidad de los alimentadores derivados, transformadores centros de carga, protecciones contra sobrecorriente, sobrecargas acondicionamiento del sistema de distribución, protección de circuitos derivados acordes con las normas de instalaciones eléctricas de 1982 de la Dirección General de Normas de la SECOFIN, con la finalidad de servir como una Asesoría a la empresa Fertimex, - en el reacondicionamiento de edificios a corto plazo.

## CAPITULO No. I

### LEVANTAMIENTO DE LA CARGA INSTALADA

#### 1.1.- DISTRIBUCION DE ESPACIO

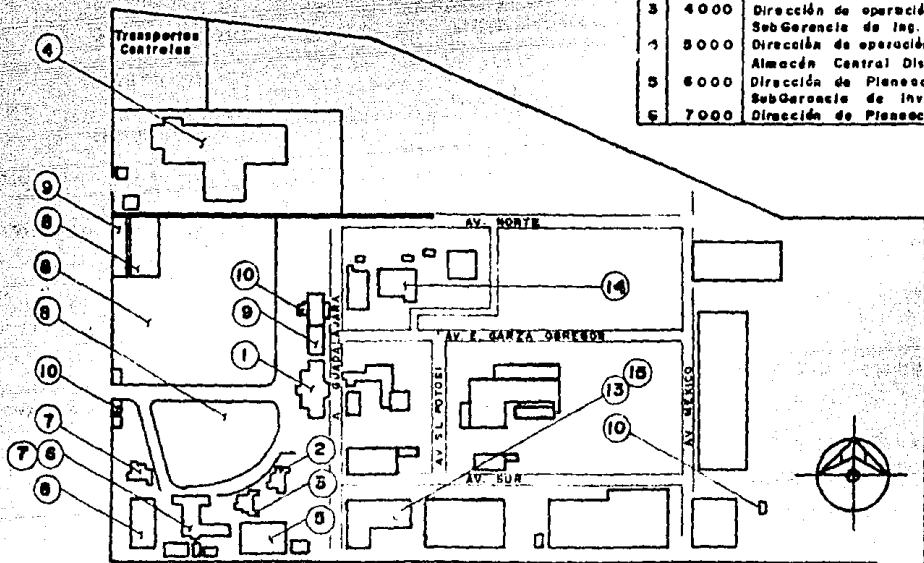
La Unidad Cuautitlán de Fertilizantes Mexicanos, está dividida en dos secciones, la primera que era la parte industrial constituida por varias plantas, siendo de ácido sulfúrico, amoníaco, Planta - de Fuerza (formada por dos turbogeneradores de 2500 KW cada uno) cristalizadores (lugar donde se secaba el fertilizante), área de compresores, bodega de fertilizante, zonas de descarga y de carga además de taller de mantenimiento, taller de maquinado, almacén, etc.

La segunda sección está formada por los edificios donde se localizan las Gerencias, Subgerencias, Direcciones, Laboratorios (Edafología y de Investigación), Almacén Central Distribuidor, etc., toda esta información se encuentra en un plano de conjunto. Actualmente el área industrial se encuentra cerrada a la producción del fertilizante y demás productos, sin embargo, el área administrativa continúa utilizándose.

En el Plano CUA-1200-AQ-01, se indican las secciones donde se desarrolla este Proyecto, cada una de ellas cuenta con su clave de identificación, el resto de las secciones que conforman esta Unidad, no se indican debido a que toda el área industrial se desmontará, quedando esta zona a disposición de poder realizar en ella nuevas construcciones.

Uno de los objetivos principales de este Proyecto, es la actuali-

No	Sección	Descripción
1	2000	Dirección de operación Industrial
2	3000	Dirección de operación Industrial SubGerencia de Mantenimiento
3	4000	Dirección de operación Industrial SubGerencia de Ing. de Plantas
4	5000	Dirección de operación Industrial Almacén Central Distribuidor
5	6000	Dirección de Planeación
6	7000	SubGerencia de Investigación Dirección de Planeación



No	Sección	Descripción
7	8000	Dirección Comercial Gerencia de Campo Laboratorio de Edafología
8	9000	Dirección de Administración Inst. deportivas y áreas verdes
9	10000	Dirección de Administración Unid. de Serv. Administrativos Archivo

No	Sección	Descripción
10	11000	Dirección de Administración Vigilancia
13	14000	Dirección de Op. Industrial Departamento desmontaje
14	15000	Dirección de Op. Industrial Área III
15	16000	Ofic. de Rel. públicos Ferias y exposiciones

**DIRECCION DE ADMINISTRACION**  
**UNIDAD CUAUTITLAN**  
**DISTRIBUCION DE ESPACIO**  
**SECCION 1000**  
**Plano CUA-1200-AQ-01**  
**Marzo '87** **Rev 0**

**ARRANCADORES.**

**A**

**ARRANCADOR**



**A TENSION  
COMPLETA**

**INTERRUPTORES.**

**T**

**TERMOMAGNETICO  
EN GABINETE**



**TERMOMAGNETICO  
1 POLO**



**TERMOMAGNETICO  
2 POLOS**



**TERMOMAGNETICO  
3 POLOS**

**A  
B  
C**

**TERMOMAGNETICO  
GENERAL DE  
TABLERO**



**DE CUCHILLAS**



**DE CUCHILLAS  
3 POLOS  
CON FUSIBLES**



**CUCHILLA OPERACION  
SIN CARGA PARA  
SUBESTACION**

**EQUIPO ELECTRICO.**

**S<sub>2</sub>**

**SOLDADORA 220V**

**S<sub>4</sub>**

**SOLDADORA 440V**

**E**

**ESMERIL**

**C**

**COMPRESOR**

**R**

**SECADOR DE MANOS**

**T**

**TORNO**

**HP**

**MOTOR TRIFASICO C.A.**

**○**

**MOTOR  
MONOFASICO C.A.**

**W**

**HORNO DE RESISTENCIAS**

**M**

**EQUIPO DE MEDICION  
EN ALTA TENSION**

**○**

**ESTACION DE BOTONES**

**C.B.**

**CARGADOR DE BATERIAS**

**A**

**AMPERIMETRO**

**V**

**VOLTIMETRO**

**KWH**

**MEDIDOR DE KWH EN  
BAJA TENSION**

**C.A.**

**CONMUTADOR AMPERIMETRO**

**C.V.**

**CONMUTADOR VOLTIMETRO**



**APARTARRAYOS**



**CUCHILLA SECCIONADORA**

**SALIDAS**



**PARA TELEFONO**










**PARA SOLDADORA**







**F-MODELO**








**FOTOCOPIADORA**

<b>UNIDAD CUAUTITLAN</b>	
<b>SECCION 1000</b>	
<b>Plano CUA-1200-EL-A</b>	
<b>Abril 07</b>	<b>Rev 0</b>



**LUMINARIOS.**

	FLUORESCENTE	2 x 75 W
	FLUORESCENTE	4 x 40 W
	FLUORESCENTE	3 x 40 W
	FLUORESCENTE	2 x 40 W
	FLUORESCENTE	40 W
	FLUORESCENTE TUBOS EN "U"	2 x 40 W
	FLUORESCENTE TUBO EN "O"	32 W




	INCANDESCENTE	400 W
	INCANDESCENTE	400 W MONTAJE EN POSTE
	INCANDESCENTE	250 W MONTAJE EN PARED
	REFLECTOR INCANDESCENTE	400 W MONTAJE EN PISO
	REFLECTOR INCANDESCENTE	400 W MONTAJE EN PARED O TECHO
	REFLECTOR INCANDESCENTE	400 W MONTAJE EN POSTE

	INCANDESCENTE	200 W
	INCANDESCENTE	150 W
	INCANDESCENTE	100 W
	INCANDESCENTE	75 W
	INCANDESCENTE	60 W
	INCANDESCENTE MONTAJE EN PARED	
	FLUORESCENTE MONTAJE EN PARED	

**APAGADORES**

	SENCILLO
	DE TRES VIAS

**CONTACTOS**

	MONOFASICO
	TRIFASICO
	DOS FASES ESPECIAL

UNIDAD CUAUTITLAN	
SECCION 1000	
Plano CCA-1000-EL-0	
07/11	87
	Rev 0



### TABLEROS



DE ALUMBRADO



CENTRO TELEFONICO



CENTRO DE CONTROL  
DE MOTORES

### CONEXIONES



CAJA PARA CONEXIONES



A TIERRA



CAJA PARA CONEXIONES

### TUBERIAS



POR PARED O TECHO



POR PISO



PARA TELEFONO



CRUCE, NO CONECTADAS



CRUCE, CONECTADAS



ACOMETIDA



CABLE USO RUDO

### TRANSFORMADORES



DE CORRIENTE



DE POTENCIAL

A.T.



DE DISTRIBUCION

B.T.



DE DISTRIBUCION

### IDENTIFICACION DE FASES

L<sub>0</sub> - NEUTRO

L<sub>1</sub> - FASE "A"

L<sub>2</sub> - FASE "B"

L<sub>3</sub> - FASE "C"

( ) No. CIRCUITO

UNIDAD CUAUTITLAN	
SECCION 1000	
Plano CUA-1200-EL-C	
Abril 87	Rev 0

### LUMINARIOS

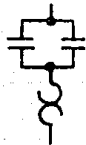
 **FLUORESCENTE 2x20 W**

 **FLUORESCENTE 20 W**

 **INCANDESCENTE  
MONTAJE EN POSTE**

### ARRANCADOR

 **MANUAL**

 **A TENSION REDUCIDA**

### INTERRUPTORES

 **DE TAMBOR**

 **EN AIRE**



**ELECTRODO PARA  
PUESTA A TIERRA**



**CABLE DESNUDO  
CONEXION A TIERRA**



**CAPACITOR INDUSTRIAL  
TRIFASICO**



**REGULADOR DE VOLTAJE**

UNIDAD CUAUTITLAN	
SECCION 1000	
Plano CUA-1200-EL-D	
Abril 87	Rev 0

zación de planos de planta de las instalaciones eléctricas de los edificios utilizados, así como, de algunas zonas de la Unidad. -

En el punto referente al levantamiento de la carga instalada por secciones, se pueden consultar los planos actualizados de cada una de ellas.

Para todo tipo de instalaciones sea de agua, gas, drenaje, vapor, eléctrica, al realizar sus respectivos planos, es costumbre representar el equipo, líneas, tuberías, accesorios, etc., por medio de símbolos normalizados ya que de otra manera sería muy difícil concentrar toda la información de la instalación y poderla interpretar.

En los planos CUA-1200-EL-A, B, C, D, se encuentra la simbología de luminarios, motores, arrancadores, interruptores, contactos, etc., utilizada en todos los planos de instalación eléctrica, diagramas unifilares, cuadros de cargas de este Proyecto.

En cada una de las secciones para conocer el origen de las acometidas, se debe consultar el Plano CUA-1200-EL-01 (Punto 2.4 Capítulo II).

## 1.2.- LEVANTAMIENTO DE LA CARGA INSTALADA

El levantamiento de la carga instalada consiste en sumar las potencias de luminarios, motores, equipo eléctrico diverso. Este valor de carga instalada se da generalmente en KVA o KW.

Después de contar con los planos de las instalaciones eléctricas de todas las secciones, se procedió a formar cuadros de carga de cada uno de los tableros de alumbrado, fuerza, centros de control de motores, donde se concentra toda la información necesaria, como son: Número de circuitos del tablero, tipo de carga que soporta cada circuito, protecciones termomagnéticas, voltajes, corrientes, potencias por fase, calibre de los conductores, así como la potencia total instalada que contiene cada centro de carga.

Ahora se describe la forma en que se consideraron las potencias de carga.

### A) ALUMBRADO

Lámparas incandescentes de filamento, se tomó el valor de la potencia indicada en ella, por ejemplo, si en la lámpara se indica un valor de 100 Watts ese valor fué el utilizado.

Luminarios fluorescentes, en éste caso se sumo la potencia de las lámparas del luminario aumentándole el 25% de esa potencia, que es el valor que consume aproximadamente la balastra, por ejemplo: Un luminario con 4 tubos de 40 watts por cada uno, demandará la siguiente potencia:  $P = (4) (40) (1.25) = 200$  watts.

Luminarios de vapor de mercurio incandescentes, se procedió en forma similar a los luminarios fluorescentes, ya que éste tipo de luminarios cuenta con reactores (reactancias) para el encendido de las lámparas, ejemplo: Un luminario cuya lámpara consume 400 W. demandará 500 W.

Concluyendo; todo luminario que utilice equipo auxiliar para el encendido de las lámparas se agregará el 25% de la potencia de las lámparas, para obtener el consumo total del luminario.

### B) CONTACTOS

Para contactos monofásicos las normas para instalaciones eléctricas nos recomienda utilizar una potencia mínima de 180 watts por contacto para efectos de cálculo. En este Proyecto se emplearon varios niveles de potencia con la finalidad de poder concentrar en su mayor parte todos los valores de cargas, en los cuadros de carga de cada una de las secciones, se puede observar este detalle.

En el caso de los contactos trifásicos es necesario conocer la potencia que se conectará o en su caso suponer aproximadamente el valor de la potencia que se instalará.

### C) MOTORES

Para éste caso, la carga instalada del motor son los caballos de potencia indicados en la placa de datos. El valor de la potencia

en caballos no es una unidad para efectos de cálculos eléctricos útil, por tanto se transforman a kilowatts, multiplicando los -- C.P. por 0.746 KW.

### 1.2.a.- UTILIZACION DE LOS SISTEMAS DE DISTRIBUCION.

#### 1.- Sistema monofásico a dos hilos (1 fase, 1 neutro)

El sistema monofásico a dos hilos se emplean para alimentar cargas monofásicas y alumbrado que sumada su carga instalada, no sea mayor de 4000 watts.

$$W = E_n I \cos \phi$$

#### 2.- Sistema monofásico a 3 hilos (2 fases, 1 neutro)

El sistema monofásico a tres hilos se emplea para alimentar alumbrado y cargas monofásicas cuya suma de la carga instalada sea ma yor de 4000 watts y menor de 8000 watts.

$$W = 2 E_n I \cos \phi$$

#### 3.- Sistema bifásico a 2 hilos (2 fases)

Este sistema se emplea para alumbrado de vapor de mercurio a una tensión de 220 volts y cargas que requieran de dos fases para su funcionamiento.

$$W = E_f I \cos \phi$$

#### 4.- Sistema trifásico 3 hilos (3 fases)

Se utiliza cuando se tienen cargas trifásicas y es independiente del valor de la carga.

$$W = \sqrt{3} E_f I \cos \phi n$$

$$W = \sqrt{3} E_f I \cos \phi$$

EC. para motores

Para otro tipo de carga

#### 5.- Sistema trifásico 4 hilos (3 fases, 1 neutro)

El sistema a cuatro hilos presenta una operación flexible de cargas trifásicas y monofásicas.

Es posible alimentar cargas trifásicas entre hilos (con tensión entre fases) y alimentar cargas monofásicas a una tensión entre línea y neutro.

Debido a ésta ventaja, este sistema es el más empleado para la alimentación de cargas industriales.

#### SE UTILIZAN CUANDO:

a) Se tienen cargas monofásicas y la suma de ellas es mayor de 8000 watts.

$$W = 3 \text{ En I cos } \emptyset$$

b) Cuando se tienen tanto cargas monofásicas como trifásicas, independiente del valor de la carga.

$$W = \sqrt{3} \text{ Ef I cos } \emptyset$$

W - Carga (Watts)

I - Corriente (amperes)

En - Voltaje de fase a neutro (volts)

Ef - Voltaje entre fases (volts)

Cos  $\emptyset$  - Factor de potencia

n - Eficiencia del motor

Con las fórmulas de los sistemas de distribución podemos calcular la corriente que circulará por el conductor, con éste valor de amperaje se seleccionará el calibre del conductor y la protección del circuito, ésta es una forma de realizar ésta selección, otro método es el de caída de tensión.

Es importante emplear en la selección de conductores éstos dos métodos ya que es posible que por el método de caída de tensión, la sección del cable sea mayor que el escogido por medio de la corriente y viceversa.

Las normas para instalaciones eléctricas nos recomiendan considerar las caídas de tensión de la siguiente forma:

Para circuitos derivados un máximo de 3%

Para alimentadores un máximo de 3%, pero la suma de ambos no debe ser mayor del 5%.

LAS RELACIONES MATEMATICAS PARA REALIZAR ESTOS CALCULOS SON LAS SIGUIENTES:

Para sistema de 2 hilos (1 fase, 1 neutro)

$$S = \frac{4 l I}{e \% E_n}$$

S- Sección transversal del conductor (mm<sup>2</sup>).

Sistema de 3 hilos (2 fases, 1 neutro)

$$S = \frac{2 l I}{e \% E_n}$$

l- Longitud del conductor (mts.)

e% - Caída de tensión --- (por ciento)

Sistema de 3 hilos (3 fases)

$$S = \frac{2 \sqrt{3} l I}{e \% E_f}$$

E<sub>n</sub> - Voltaje de fase a -- neutro.

E<sub>f</sub> - Voltaje entre fases.

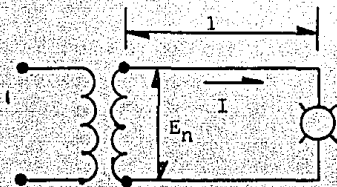
I - Corriente (amperes)

Sistema de 4 hilos (3 fases, 1 neutro)

$$S = \frac{2 \sqrt{3} l I}{e \% E_f}$$

1.2.b.- DEMOSTRACION DE LAS RELACIONES MATEMATICAS PARA EL CALCULO DE CONDUCTORES POR CAIDA DE TENSION.

Sistema monofásico (1 fase, 2 hilos)



La caída de tensión por resistencia en el conductor es:

$$e = 2 R I \quad \text{--- (1)}$$

La resistencia del conductor es:

$$R = \frac{\rho l}{S} \quad \text{--- (2)}$$

$$\text{Donde: } P = \frac{1}{50} \quad \text{--- (3)}$$

Sustituyendo (3) en (2)

$$R = \frac{1}{50} \frac{l}{S} \text{ --- (4)}$$

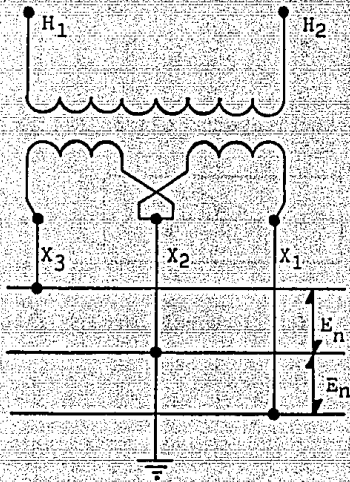
Sustituyendo (4) en (1)

$$e = 2 I \frac{1}{50} \frac{l}{S} = \frac{1}{25} \frac{lI}{S}$$

$$e\% = \frac{1}{25} \cdot \frac{lI}{S} \cdot \frac{100}{E_n}$$

$$e\% = \frac{4 l I}{S E_n}$$

Sistema monofásico (2 fases, 3 hilos)



La caída de tensión de fase a neutro es:

$$e = RI \text{ --- (1)}$$

$$R = \frac{l}{50 S} \text{ --- (2)}$$

Sustituyendo (2) en (1)

$$e = \frac{l I}{50 S} \text{ --- (3)}$$

$$e\% = \frac{e}{E_n} \times 100 \text{ --- (4)}$$

Sustituyendo (3) en (4)

$$e\% = \frac{100 l}{50 S E_n}$$

$$e\% = \frac{2 l I}{S E_n}$$



Sistema trifásico (3 fases, 3 hilos)

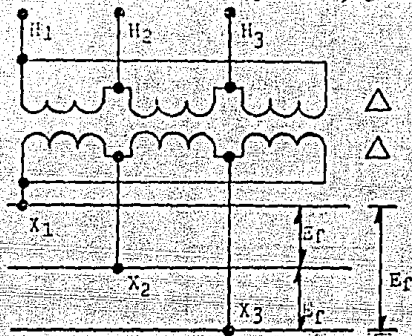


Fig. 1.2.3. Conexión Delta lado Secundario del transformador.

La caída de tensión entre fases es:

$$e_f = \sqrt{3} R I \text{ --- (1)}$$

$$R = \frac{L}{50 \cdot S} \text{ --- (2)}$$

Sustituyendo (2) en (1)

$$e_f = \frac{\sqrt{3}}{50} \frac{L I}{S} \text{ --- (3)}$$

El porciento de caída de tensión es:

$$e\% = \frac{e_f}{E_f} \times 100 \text{ --- (4)}$$

Sustituyendo (3) en (4) se obtiene:

$$e\% = \frac{2 \sqrt{3}}{S} \frac{L I}{E_f}$$

Sistema trifásico (3 fases, 4 hilos)

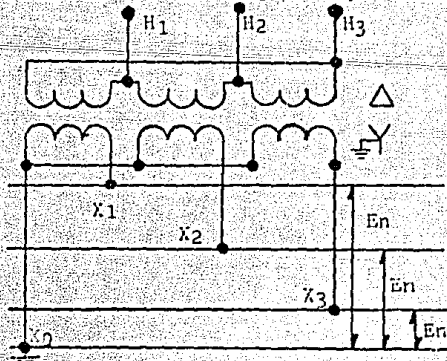


Fig. 1.2.4. Conexión estrella, lado secundario del transformador.

Caída de tensión entre fases es:

$$e_f = \frac{\sqrt{3} L I}{50 S} \text{ --- (1)}$$

$$e\% = \frac{e_f}{E_f} \times 100 \text{ --- (2)}$$

Sustituyendo (1) en (2) se obtiene:

$$e\% = \frac{2 \sqrt{3}}{S} \frac{L I}{E_f}$$

### 1.2.1.- SECCION 2000 DIRECCION DE OPERACION INDUSTRIAL

En el cuadro de cargas de ésta sección, podemos consultar corrientes por circuito, calibre de conductores, cantidad de carga que se encuentra instalada ahora se detallará la forma de calcular -- las corrientes de los circuitos, calibres de conductores, protección termomagnética, etc.

Cálculo de corriente por cada circuito derivado.

Todos los circuitos son monofásicos a dos hilos, por lo tanto se emplea la siguiente relación matemática:

$$I = \frac{W}{En \cos \phi}$$

#### NOTAS:

En los cálculos de corrientes el factor de potencia empleado se uniformizó en el valor de 0.85, esto con la finalidad de contar con un mayor rango de seguridad en la selección de conductores y protecciones, además, éste valor de factor de potencia se empleará en todas las secciones.

En la selección del calibre del conductor se utilizará únicamente el método de corriente, esto debido a que no se cuenta con las longitudes de los ductos donde se colocarán los cables.

#### Tablero "C"

Circuito No. 1 carga de alumbrado 1087.5W.

$$I = \frac{1087.5}{(127) (0.85)} = 10.07 \text{ Amps.}$$

Por este circuito circulará una corriente máxima de 10.07 Amps. - un conductor de calibre 14 puede soportar 15 amperes, pero tomamos el calibre 12 que soporta 20 Amps., dándonos una mayor seguridad.

Para la protección del circuito se consulta algún manual de cualquier fabricante de equipo eléctrico y seleccionamos un interruptor termomagnético de 15 Amps.

Circuito No. 2 alumbrado carga de 2325 W

$$I = \frac{2325}{(127)(0.85)} = 21.53 \text{ Amps.}$$

Se utilizará un conductor del calibre No. 10 (soporta una corriente máxima de 30 amperes) y una protección de 30 Amps.

Para el resto de los circuitos se realiza el mismo procedimiento obteniendo los siguientes resultados:

<u>CIRCUITO</u>	<u>AMPERES</u>	<u>CONDUCTOR</u>	<u>PROTECCION TERMOMAGNETICA</u>
3	10	12	15
4	22	10	30
5	8.5	12	15
6	11.1	12	15
7	7.3	12	15
8	60.0	6	70
9	46.6	8	50
10	35.0	8	40
11	51.6	6	50
12	20.0	12	20

(La actual instalación tiene cable del No. 12 y sus circuitos no tienen protecciones).

Como podemos observar hay una gran disparidad en el calibre de los conductores de cada circuito derivado así como las protecciones. Ahora se calculará el número de circuitos que debe contener el tablero al valor de carga instalada.

Escogemos un valor de 20 Amps. como protección para cada uno de los circuitos y aplicamos la siguiente fórmula:

$$\text{No. de circuitos derivados} = \frac{\text{carga instalada (watts)}}{\text{(Voltaje del circuito)} \text{ (Valor de la Protección)} \text{ (F.P.)}}$$

Sustituyendo valores:

$$\text{No. de circuitos derivados:} = \frac{32,830 \text{ W}}{(127) (20 \text{ A}) (0.85)} = 15.2$$

Consultando un manual de equipo eléctrico se selecciona un tablero para 20 circuitos y tensión de 1 fase 3 hilos, tipo de tablero es NQO-20-31. Se escogió este centro de carga a éste tipo de tensión ya que el transformador es monofásico (ver cálculo de la demanda - de esta Sección)

Cuando se remodeló éste edificio la instalación eléctrica no se modificó, ya que se ha utilizado por aproximadamente 30 años. Se sugiere realizar un nuevo Proyecto de la instalación eléctrica de éste edificio.

Como se había indicado anteriormente el calibre del conductor únicamente se determinaría por medio del método de corriente por desconocer las longitudes exactas de los conductores que se encuentran instalados.

Sin embargo, se puede calcular la longitud máxima de los cables -- utilizando los valores con que se cuenta.

Así, para el circuito No. 1 contamos con los siguientes datos:

Corriente que demanda el circuito (carga conectada a el) 10.07 -- Amps.

Tensión monofásica del circuito: 127 volts.

Calibre del conductor: No. 12

Sección del conductor (ver apéndice tabla No. 2): 4.23 mm<sup>2</sup>

Porcentaje de caída máxima estimado: 3%

Aplicando la fórmula para un sistema monofásico:  $3\% = \frac{4 \cdot l \cdot I}{En \cdot S}$

Despejando "l" y sustituyendo valores:

$$l = \frac{e \% En S}{4 I} = \frac{(3) (127) (4.23)}{(4) (10.07)} = 40 \text{ metros}$$

Con estos valores la longitud máxima del conductor que se debe --  
instalar para este circuito es de 40 metros.

Ahora para el circuito No. 2

Corriente: 21.53 Amps.

Tensión: 127 volts

Conductor: 10

Sección: 6.83 mm<sup>2</sup>

Caída de tensión: 3%

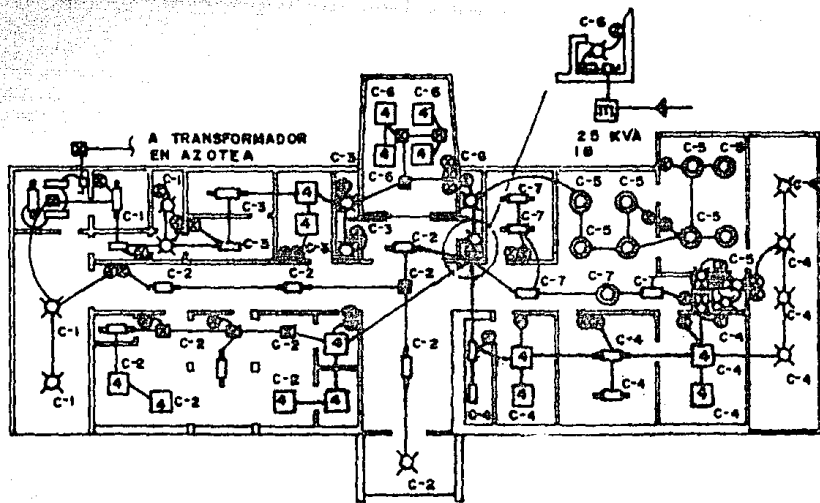
$$l = \frac{(3) (127) (6.83)}{(4) (21.53)} = 30.21 \text{ Mts.}$$

A este calibre de conductor y con esta carga debemos darle una lon-  
gitud de 30 metros para que el porcentaje de caída de tensión esti-  
mado se conserve.

Realizando en forma similar el cálculo de la longitud para el res-  
to de los circuitos.

<u>CIRCUITO No.</u>	<u>CORRIENTE (AMP.)</u>	<u>CONDUCTOR</u>	<u>(mm<sup>2</sup>)</u> <u>SECCION</u>	<u>(M)</u> <u>LONGITUD</u>
3	10	12	4.23	40.29
4	22	10	6.83	30.00
5	6.5	12	4.23	47.50
6	11.1	12	4.23	36.50
7	7.3	12	4.23	55.50
8	60.0	6	4.23	55.50
9	46.6	8	10.81	22.50
10	35.0	8	10.81	30.0
11	51.6	6	12.00	22.5
12	20.0	12	4.23	21.0

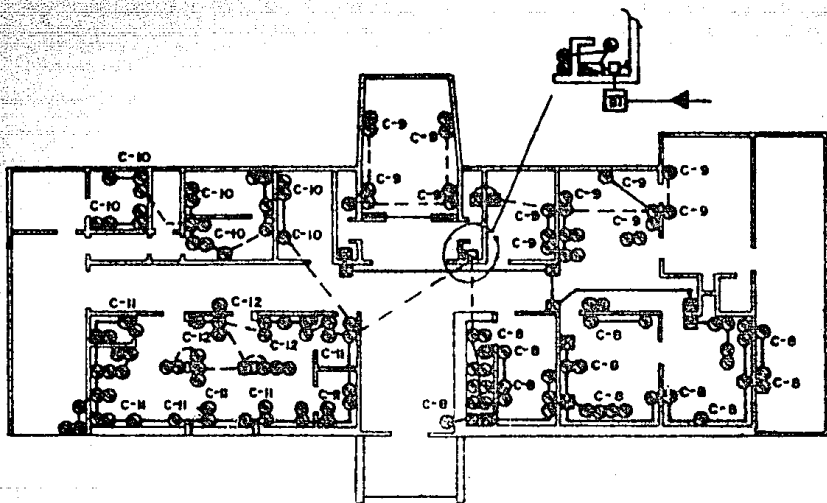
Este mismo procedimiento se puede realizar para cada uno de los --  
circuitos de todos los tableros de las secciones que conforman es-  
te Proyecto.



PLANTA



DIRECCION DE OP. INDUSTRIAL	
ALUMBRADO	
SECCION 2000	
Plano CUA-2200-EL-01	
Marzo 87	Rev 0



PLANTA

DIRECCION DE OP. INDUSTRIAL  
CONTACTOS

SECCION 2000

Plano CUA-2200-EL-02

Marzo 87

Rev 0

Diagrama de conexión Neutra		Circuit.	180 W	200 W	4 x 40 W	2 x 40 W	2 x 75 W	32 W	V	Watts a fase			Amp.	Calib. conduc.	Prof. termomagntica	
(1)	(2)									A	B	C			Polos	Amperes
(1)	(2)	1		4		1	1		127	1087.5			10.0	12	1	15
(3)	(4)	2		1	5		6			2325.0			21.5			25
(5)	(6)	3		2	2	1	1				1087.5		10.0			15
(7)	(8)	4		5	4	2	2				2375.0		22.0			25
(9)	(10)	5		3				8				920	8.5			15
(11)	(12)	6		2	4							1200	11.1			15
		7	1			2	2	1		795.0			7.3			15
		8	36							6480.0			60.0			60
		9	28								5040.0		46.6			50
		10	21								3780.0		35.0			40
		11	31									5580	51.6			55
		12	12						127			2160	20.0	12	1	25
Total		129	17	15	6	12	9			10687.5	12282.5	9860	Carga total			32830 W

**TABLERO "C"**

INTERRUPTOR				WATTS DE CARGA							WATTS
TIPO	No	Polos	Amp.	2 x 75 W	2 x 40 W	180 W	F-1045 1725 W	F-3107 1380 W	F-7000 4840 W		
Cuchillos	1	3	30	1	2	12	1	1		5653	
Cuchillas	2	3	30						1	4840	
Total	2			1	2	12	1	1	1	10493	

**TABLERO "B"**

DIRECCION DE OP. INDUSTRIAL

CUADRO DE CARGAS

SECCION 2000

Piano CUA-2200-EL-03

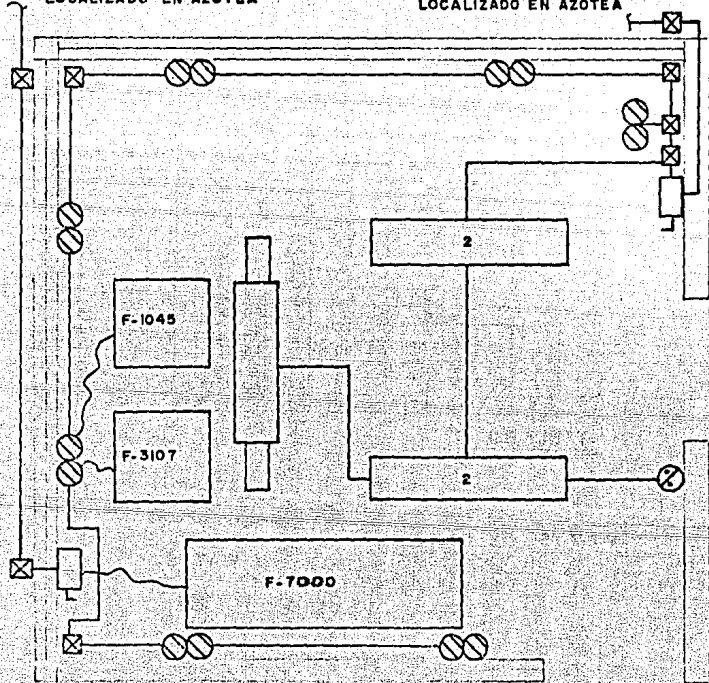
Marzo 87

Rev 0



AL TRANSFORMADOR  
LOCALIZADO EN AZOTEA

AL TRANSFORMADOR  
LOCALIZADO EN AZOTEA



PLANTA

DIRECCION DE OP. INDUSTRIAL  
SALA DE  
FOTOCOPIADO

SECCION 2000

Plano CUA-2200-EL-05

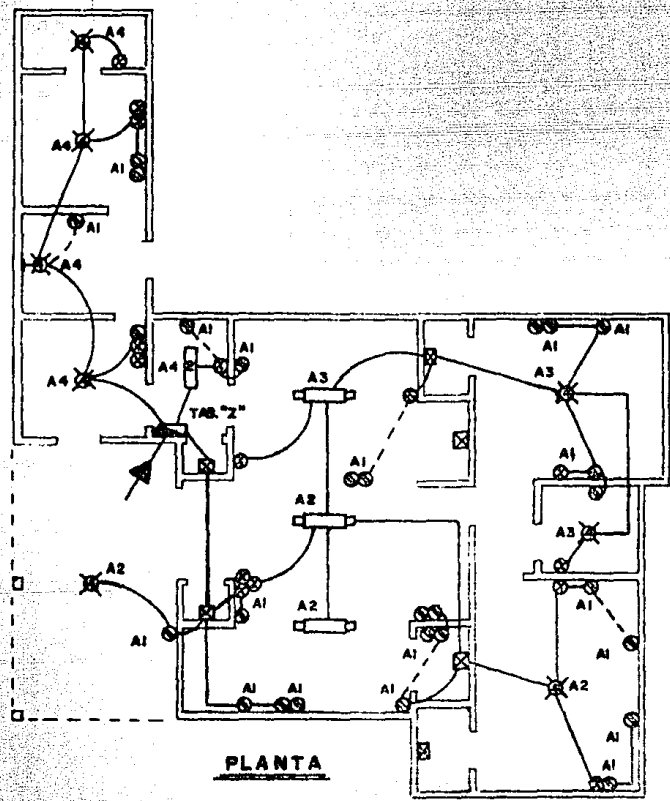
Abril 87

Rev 0

### 1.2.2.- SECCION 3000 SUBGERENCIA DE MANTENIMIENTO

Para el cálculo de conductores, corrientes y protecciones, se siguió el mismo procedimiento que en el caso de la sección anterior.

Se sugiere cambiar el actual centro de carga por un QO -4F, con protección termomagnética cuya capacidad será la indicada en el cuadro de cargas, además de cambiar todo el cableado ya que al igual que la Sección 2000, no se efectuó este importante detalle.



**PLANTA**

DIRECCION DE OP. INDUSTRIAL	
SUBGERENCIA DE MANTENIMIENTO	
ALUMBRADO Y CONTACTOS	
SECCION 3000	
Plano GJA-3200-EL-01	
Marzo 87	Rev 0

DESDE EL INTERRUPTOR  
LOCALIZADO EN LA  
SUBESTACION SECUNDARIA  
PLANO CUA-1200-EL-01

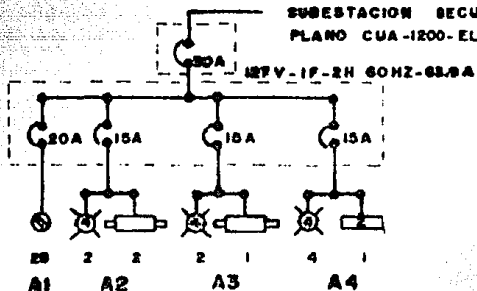


DIAGRAMA  
UNIFILAR

Diagrama de Condiciones	CTO	100 W	2x75 W	150 W	2x40 W	Volts	Watts a fase		Carga Cond.	Protección Termomagnética	
							A	Amp.		Poles	Amperes
(1)	20					127	5040.0	46.6	12	1	20
(2)		2		2		127	675.0	6.2	12	1	15
(3)			1	2		127	487.5	4.5	12	1	15
(4)				4	1	127	700.0	6.4	12	1	15
Tot.	20	3	3	6	1		6902.5				Carga total 6902.5 W

TABLERO Z

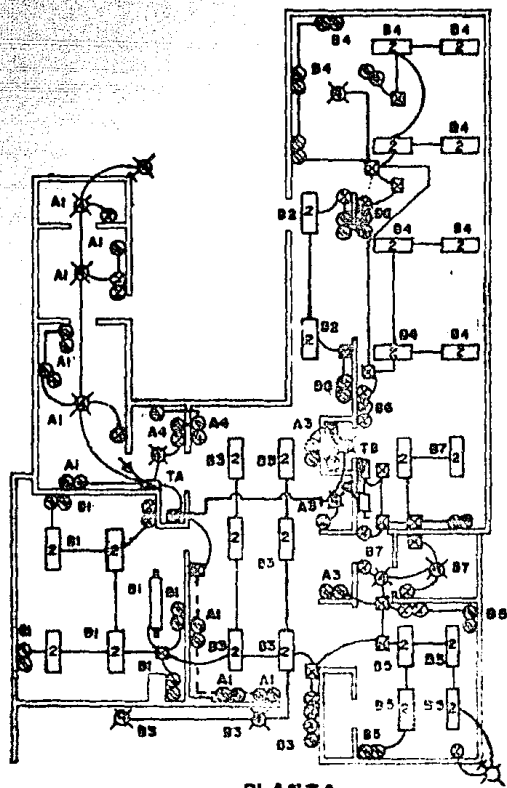
DIRECCION DE OP.INDUSTR  
SUBDIA. DE MANTENIMIENTO  
DIAGRAMA UNIFILAR Y  
CUADRO DE CARGAS

SECCION 3000  
Plano CUA-3200-EL-02  
Marzo 87 Rev 0

### 1.2.3.- SECCION 4000 SUBGERENCIA DE INGENIERIA DE PLANTAS.

Para la selección de conductores y protección de circuitos derivados se siguió el mismo procedimiento utilizado en las secciones anteriores.

Para esta Sección se sugiere cambiar el tablero "A" actual por un centro de carga QO - 4F - y protección termomagnética cuyos valores de capacidad serán los indicados en el cuadro de cargas "A".



**PLANTA**

DIRECCION DE OP. INDUSTRIAL	
SUBGERENCIA INGENIERIA	
DE PLANTAS	
ALUMBRADO Y CONTACTOS	
SECCION 4000	
Plano CUA - 4200 - EL - 01	
Marzo 87	Rev 0

Diagrama de conexión

CTO	150 W	150 W	2x75 W	2x40 W	Volts	Watts e fase			Amp.	Colib. Cond.	Protección Termomagnética	
						A	B	C			Polos	Amperios
1	8		1	4	127	2027,5			18,7	12	1	30
2	2			2	127	560,0			8,1	12	1	20
3	1	2		6	127		1080		10,0	12	1	30
4	8			8	127		2240		20,7	12	1	30
5	4			4	127			1120	10,8	12	1	30
6	4				127			720	8,6	12	1	30
7		2		2	127	600,0			4,8	12	1	30
8					127					12	1	30
Total	27	4	1	26		3087,5	3320	1840	Carga total 6247,5 W			

Desbalance 44.5% Tablero 3F-4H 20 Circuitos F.P.E. Alimentadores Calibre No 6

**TABLERO "B"**

Diagrama de conexión

CTO	150 W	150 W	Volts	Watts e fase	Amp.	Colib. Cond.	Protección Termomagnética	
							A	Polos
1	13	3	127	2790	25,8	14	1	30
2			127			14	1	30
3	4	2	127	1020	9,4	14	1	30
4	2	1	127	510	4,7	14	1	30
Total	19	6		4320	Carga total 4320 W			

Tablero 1F-2H

Alimentadores Calibre No 14

**TABLERO "A"**

DIRECCION DE OP. INDUSTRIAL  
SUBGERENCIA INGENIERIA  
DE PLANTAS  
CUADROS DE CARGA

SECCION 4000  
Plano CUA-4200-EL-02  
Marzo 87

Rev 0

#### 1.2.4.- SECCION 5000 ALMACEN CENTRAL DISTRIBUIDOR

Al continuar el estudio de el levantamiento de la carga instalada se llegó al Almacén Central Distribuidor. Aquí se inició con la realización de planos de planta donde se indicara toda la instalación eléctrica del Almacén (alumbrado, contactos y fuerza), éstos los podemos analizar de la siguiente forma:

Plano CUA-5200-EL-01, aquí se representa el alumbrado exterior e interior de todo el Almacén, ferretería y sus respectivas ampliaciones. En todos los luminarios se indica a que tablero y circuito corresponde; la iluminación de estas secciones es proporcionado por luminarios incandescentes de vapor de mercurio, montados en techo, pared, piso, postes, así como iluminación fluorescente para la bodega norte. En este plano se indica la totalidad de los luminarios que deben estar instalados, sin embargo, muchos no se encuentran instalados; tal es el caso de los que pertenecen a los circuitos S1-8, S1-9, S1-10. Otros se han desmontado por estar deteriorados (S-11), o simplemente por encontrarse fundidas sus lámparas.

Plano CUA-5200-EL-02, en este plano se indican los contactos monofásicos con sus respectivas líneas de tubo conduit de todo el Almacén Central, al igual que el plano anterior, todos los contactos tienen su respectiva numeración de circuito y tablero.

Plano CUA-5200-EL-03, para indicar la instalación de los motores, centros de control de motores, cargador de baterías, interruptores en gabinete que controlan cargas de algunas partes del Almacén, soldadoras, líneas que representan a los alimentadores se realizó este plano. También se indican algunos detalles de partes que no se pueden representar en los dibujos con claridad.

Este Almacén cuenta con oficinas para realizar los correspondientes trámites administrativos. En los planos CUA-5200-EL-04 y 05, se indica la instalación eléctrica tanto de la planta baja como de la planta alta respectivamente.



Por necesidades de guardar papelería y soldadura, se construyó -- una pequeña bodega, sin embargo no se contaba con un diagrama don de se representara esta instalación, se procedió a realizar este plano, siendo el CUA-5200-EL-06.

En algunas partes de los planos era imposible indicar con claridad todos sus componentes, así que, se realizaron dibujos de detalles en los cuales sí se puede indicar toda la información necesaria para que así los planos estuvieran completos. Estos detalles y su respectiva descripción, se pueden consultar en la serie -- CUA-5200-EL-07 al 12.

Plano CUA-5200-EL-13, aquí se muestran los detalles de los baños que se encuentran en la ferretería, este plano es actualizado ya que el anterior utilizado no representaba lo construido.

Plano CUA-5200-EL-14, la caseta de Vigilancia también fué tomada en cuenta y se dibujó su instalación eléctrica. La alimentación del alumbrado y de los contactos, se toma del circuito 17 tablero "B".

Contando con los planos de la instalación eléctrica (alumbrado, -- contactos, fuerza) del Almacén, ferretería y sus ampliaciones, -- así como ~~las~~ oficinas, baños, caseta de Vigilancia, se continuó -- el estudio con la formación y llenado de cuadros de cargas de cada uno de los tableros y los centros de control de motores, que -- se describen a continuación.

#### C.C.M.1. y C.C.M.2 (Plano CUA-5200-EL-15)

En estos cuadros se expresan los datos de placa de los motores como son: Caballos de potencia (C.P. ó H.P.), kilowatts, voltaje, -- corriente a plena carga (I<sub>p.c.</sub>), frecuencia a que pueden operar. -- Datos sobre los arrancadores (tipo, tamaño, clase, elemento térmico, el tipo de tensión del arrancador ya sea completa o reducida) Además, los datos de los interruptores (tipo, ya sea de cuchillas o termomagnético y el valor nominal de corriente en amperes). El primer cuadro corresponde a la cisterna y el segundo a los extrac

tores de aire.

TABLERO TS (Plano CUA-5200-EL-16)

Desde este centro de carga se controla el alumbrado y los contactos de la sección antigua del Almacén, también se alimenta a los tableros TR y TR1 que corresponden a las oficinas.

Análisis de los circuitos derivados:

Del circuito 1 al 12 se alimenta alumbrado de vapor de mercurio - a una tensión de 220 V, para calcular el valor de corriente que demandarán este tipo de luminarios, se emplea la siguiente ecuación:

$$W = Ef I \cos \theta$$

Por ejemplo para el circuito S1,  $I = \frac{2.000}{(220)(0.85)} = 13.369$  Amps.

Y así sucesivamente hasta el circuito S12. La corriente que absorberá cada circuito, será la siguiente:

No. CIRCUITO      CORRIENTE (AMPERES)

S1	13.369
S2	13.369
S3	13.369
S4	13.369
S5	13.369
S6	13.369
S7	13.369
S8	10.695
S9	13.369
S10	8.021
S11	16.711
S12	13.369

Aclaración: En el cuadro de carga correspondiente a este tablero y en todos donde se tengan luminarios con tensión de 220 V (2 fases) se indican valores de corriente inferiores a los aquí calculados, esto se debe a un error cometido en la selección de la fórmula adecuada, ya que se había utilizado la relación para la generación de energía bifásica ( $W = \sqrt{2} Ef I \cos \theta$ ).

Para los circuitos, del S13 al S16 se emplea un sistema monofásico, en este caso se realizarón los cálculos con la fórmula: - - -  
 $W = En I \cos \theta$ .

Ejemplo: Circuito S17 tiene una carga de 1,959 W así la corriente que absorberá es de:

$$I = \frac{1,950}{(130) (0.85)} = 17.647 \text{ amperes}$$

La misma operación se realiza para todo este intervalo de circuitos.

Al circuito S19 se encuentran conectados los tableros TR y TR1, pero a falta de un adecuado desbalance entre las fases la corriente que se calcule no será verdadera. Si suponemos que esta carga está balanceada obtendremos el valor de la corriente que supuesta mente debe circular por cada una de las fases, será la siguiente:

$$I = \frac{23,430}{(3) (130) (0.85)} = \frac{W}{3 \text{ En } \cos \theta} = 70.678 \text{ amperes}$$

Podemos concluir que únicamente la capacidad del interruptor del circuito 19 (10 Amp.) y su conductor (6 AWG) pueden ser rebasadas.

El desbalance general del tablero es muy elevado, 43.52% y el máximo permitido es del 5%, por lo tanto es necesario efectuar el correcto procedimiento para que se cuente con el valor máximo.

Cálculo de la capacidad del interruptor general de este tablero.

Primero, se calculará considerando que el desbalance entre fases es el permitido.

$$I = \frac{57,745}{(3) (130) (0.85)} = 174.193 \text{ amperes}$$

Con este valor de corriente se considera que la capacidad de este interruptor es suficiente (3 x 225 AMP.)

Ahora se calculará la corriente por fase ya que no se cuenta con el nivel adecuado.

Fase "A"  $I = 241.357$  Amps.; fase "B"  $I = 136.312$  Amps.; fase "C"  $I = 144.909$  Amps.

Como podemos ver, si en algún momento se llega a conectar toda la carga instalada indicada en el cuadro de cargas, ocurrirá que la fase "A" del interruptor general se abrirá ocasionando que el interruptor general se abra, quedando todo el equipo conectado a este tablero fuera de servicio. Este fenómeno se puede presentar - en todo tablero que no cuente con el desbalance entre fases adecuado, además de que el conductor de la fase mas cargada sufrirá un deterioro mayor en un tiempo menor que el resto de los conductores.

#### Tablero TT (Plano CUA-5200-EL-17)

Realizando el mismo procedimiento empleado en el tablero TS se obtuvieron los siguientes resultados:

<u>CIRCUITO No.</u>	<u>CORRIENTE (AMPS.)</u>	
T1	10.695	
T2	10.695	
T3	10.695	La capacidad tanto del conductor como del interruptor termomagnético de todos los circuitos es suficiente.
T4	10.695	
T5	10.695	
T6	10.695	
T7	10.695	
T8	8.021	
T9	5.347	
T10	2.673	
T12	16.674	

Cálculo de la capacidad del interruptor general.

- 1) Si las fases se encuentran equilibradas  $I = 58.051$  Amps.
- 2) Si las fases no se encuentran equilibradas:

Fase "A" I = 60.213 Amps.

Fase "B" I = 69.939 Amps.

Fase "C" I = 44.001 Amps.

Aún cuando las fases estén desequilibradas el interruptor no se abrirá por alguna sobrecarga en cualquier fase.

#### Tableros TR y TR1 (Plano CUA-5200-EL-18)

El tablero TR controla el alumbrado y los contactos de la Planta baja de las oficinas y el tablero TR1 se emplea para controlar la instalación eléctrica de la Planta alta de las oficinas.

#### Tablero B (Plano CUA-5200-EL-19)

Este centro de carga se encuentra en condiciones óptimas de desbalance entre fases así como la protección termomagnética de los circuitos derivados. Desde este tablero se controla el alumbrado de la bodega norte.

#### Tablero TDG (Plano CUA-5200-EL-20)

En este tablero se encuentran los interruptores generales de los tableros TS1 y TT1, además, un interruptor para el tablero "TA" - que se instalará a futuro. Por lo tanto toda la carga de estos centros de carga se acumula en este gabinete.

Análisis de la capacidad de los interruptores del TDG.

Circuito No. 1.- Interruptor del TS1 (3 x 70).

A).- Considerado un desbalance entre fases adecuado: I = 67.654 - Amps.

B).- Considerando el desbalance existente:

Fase "A" I = 72.95 amperes

Fase "B" I = 74.14 amperes

Fase "C" I = 55.87 amperes

De no realizarse el equilibrio correspondiente entre fases este -

interruptor puede abrirse por sobrecarga sin que la capacidad total del desconectador se rebase.

Circuito No. 2.- Interruptor del TT1 (3 x 50).

A) Si las fases se encuentran equilibradas entre sí:

$$I = 31.866 \text{ Amps.}$$

B) Tomando en cuenta el desbalance existente:

$$\text{Fase "A" } I = 36.127 \text{ Amperes}$$

$$\text{Fase "B" } I = 41.871 \text{ Amperes}$$

$$\text{Fase "C" } I = 17.600 \text{ Amperes}$$

En este caso aún cuando las fases no se encuentren equilibradas, la capacidad del interruptor no se rebasará.

Para el interruptor general del TDG, 3 x 150 Amps.

A) Fases equilibradas:  $I = 99.52 \text{ Amp.}$

b) Fases desbalanceadas: Fase "A",  $I = 109.078 \text{ Amps.}$

$$\text{Fase "B", } I = 116.014 \text{ Amps.}$$

$$\text{Fase "C", } I = 73.471 \text{ Amps.}$$

De las dos formas que se emplearon para calcular la corriente que circulará por este interruptor, se puede concluir que su capacidad es suficiente.

Tablero TS1 (Plano CUA-5200-EL-21)

Siguiendo el procedimiento utilizado en el cuadro de cargas del tablero TS para el cálculo de la corriente que circulará por los circuitos que controlan luminarios incandescentes de vapor de mercurio se obtuvieron los valores siguientes:

CIRCUITO No.      CORRIENTE (AMPS.)

TS1 - 1              10.695

TS1 - 2              10.695

TS1 - 3              10.695

TS1 - 4              10.695

TS1 - 5              10.695

TS1 - 6              10.695

Desde este tablero se controla el alumbrado y los contactos de la ampliación del Almacén.

<u>CIRCUITO No.</u>	<u>CORRIENTE (AMPS.)</u>
TS1 - 7	11.697
TS1 - 8	8.021
TS1 - 9	11.697
TS1 - 10	10.026
TS1 - 11	20.000

Se observa claramente que la capacidad de cada interruptor termomagnético no se rebasa, de los distintos circuitos de este tablero.

Tablero TT1 (Plano CUA-5200-EL-22)

Desde este centro de carga se controla el alumbrado y los contactos de la ampliación de la ferretería, así como los baños.

A continuación se dan los valores correctos de corriente de los primeros cuatro circuitos.

<u>CIRCUITO No.</u>	<u>CORRIENTE (AMPS.)</u>
TT1 - 1	13.368
TT1 - 2	8.021
TT1 - 3	8.021
TT1 - 4	8.021

La corriente que puede soportar el interruptor No. 6 es de 15 amperes y el valor que se calculó es de 20 Amps., por lo tanto es necesario considerar un cambio de capacidad al valor inmediato superior.

Cuadro TC (Plano CUA-5200-EL-23)

Este cuadro se realizó para almacenar la información sobre la carga conectada a los distintos interruptores en gabinete y que no se pueden relacionar en ningún tablero.

Así el interruptor No. 1 controla el alumbrado de la papelería, cuarto de soldadura, contactos independientes para la fotocopiadora en las oficinas.

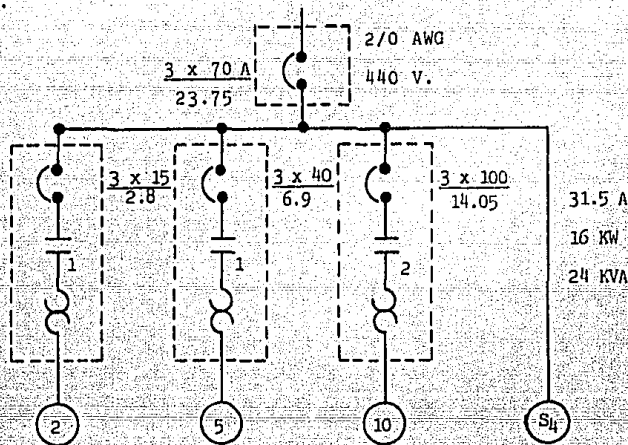
El interruptor No. 2, controla y protege al cargador de baterías.

El No. 3, acciona el equipo instalado en la caseta de herramientas (ver plano CUA-5200-EL-13)

También se encuentran instalados; un compresor, una sierra eléctrica, una soldadora eléctrica, la capacidad (potencia) de cada uno de estos equipos se pueden consultar en el plano del cuadro TC.

### ANALISIS DE LOS INTERRUPTORES DEL CC.M. No. 1

Este centro controla los motores de las bombas de la cisterna, en el siguiente diagrama unifilar se indican los datos sobre este centro.



Al interruptor general de este centro, se conectó una soldadora eléctrica trifásica (440 V, 31.5 A, 16 KW, 24 KVA), sin embargo la capacidad de este interruptor no se ha cambiado.

El valor de un nuevo interruptor a estas condiciones de carga, se calcula de la siguiente manera:



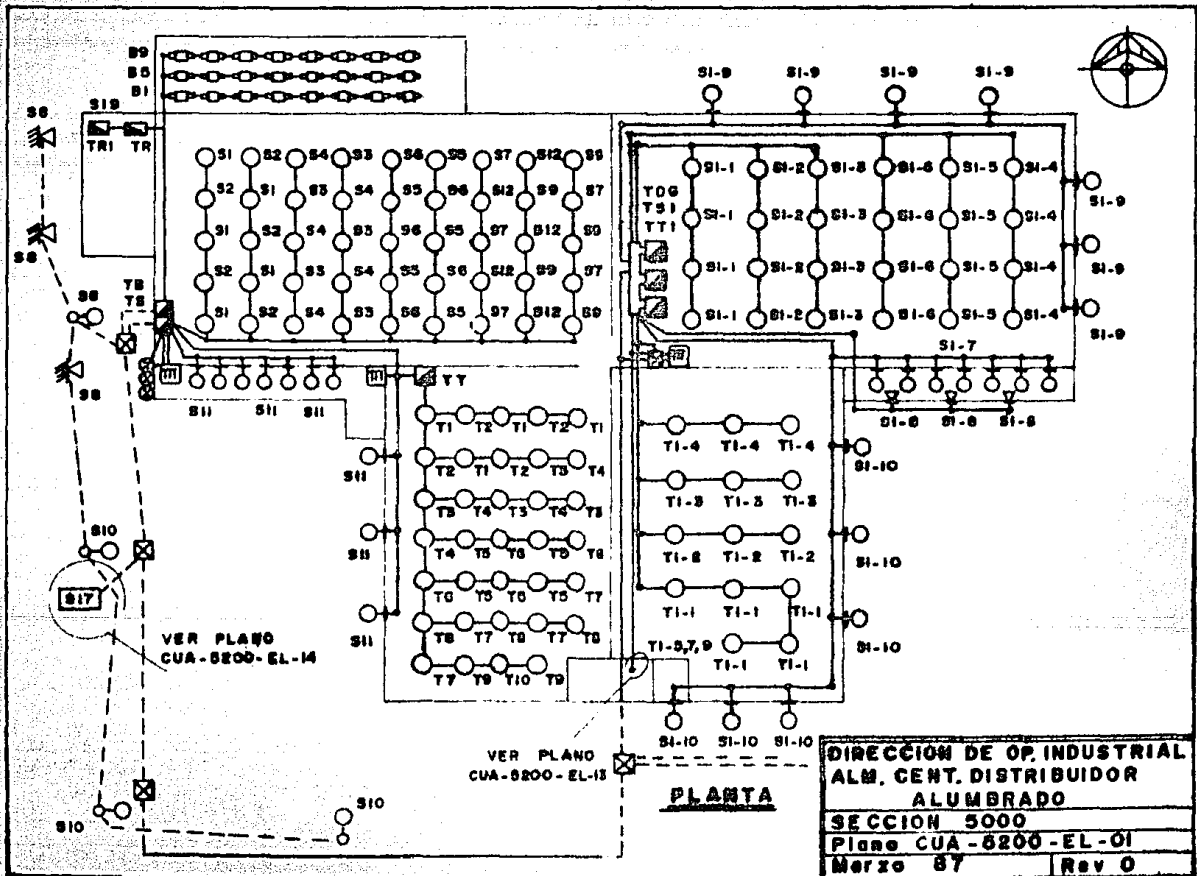
$$I = 400\% \text{ Ip.c. Motor mayor} + \text{Ip.c. Resto de motores}$$

<u>6</u>	<u>6</u>
Equipo	Equipo

$$I = (4) (31.5) + 14.05 + 6.9 + 2.8 = 149.75 \text{ Amps.}$$

Entonces el valor del interruptor será de 3 x 150 Amps.

La capacidad de los transformadores, protecciones de éstos y alimentadores se determinarán en el punto referente a la determinación del valor de la demanda correspondiente al Almacén Central - Distribuidor.

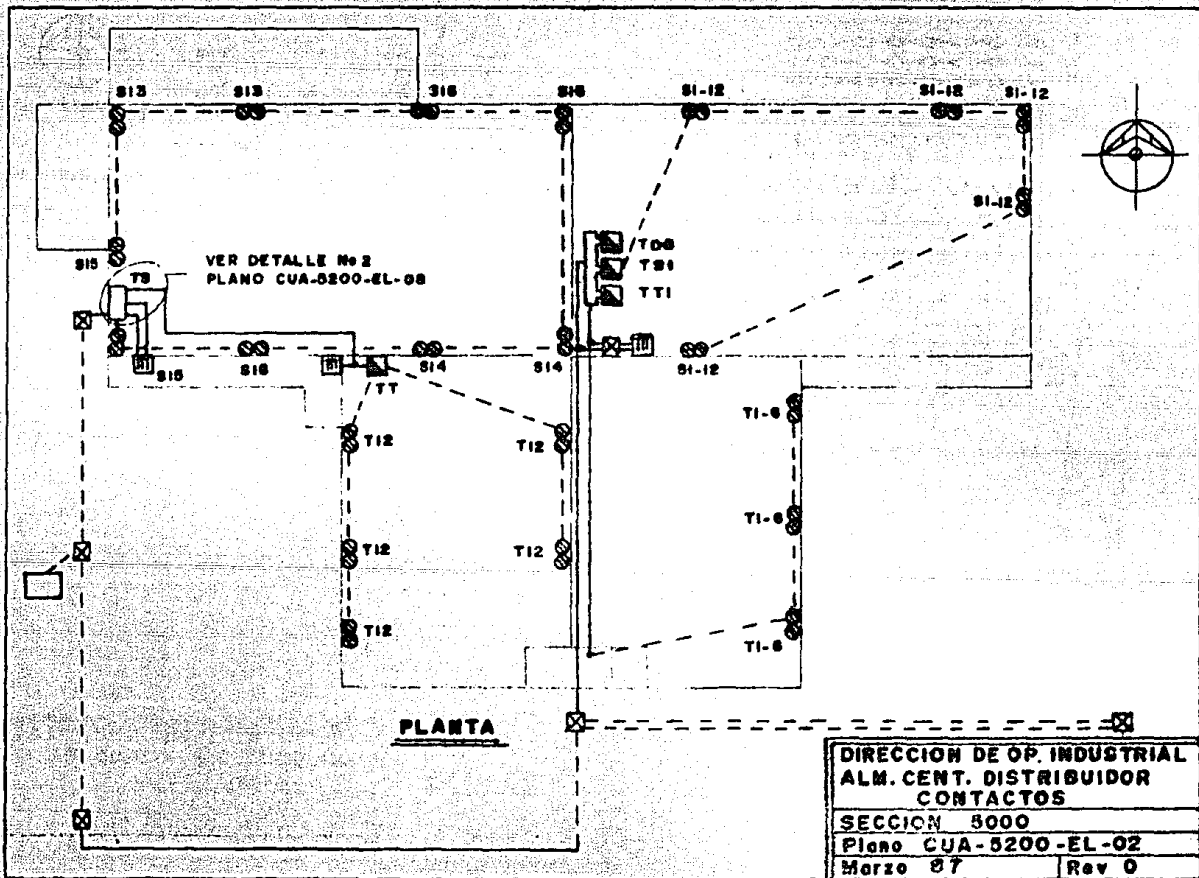


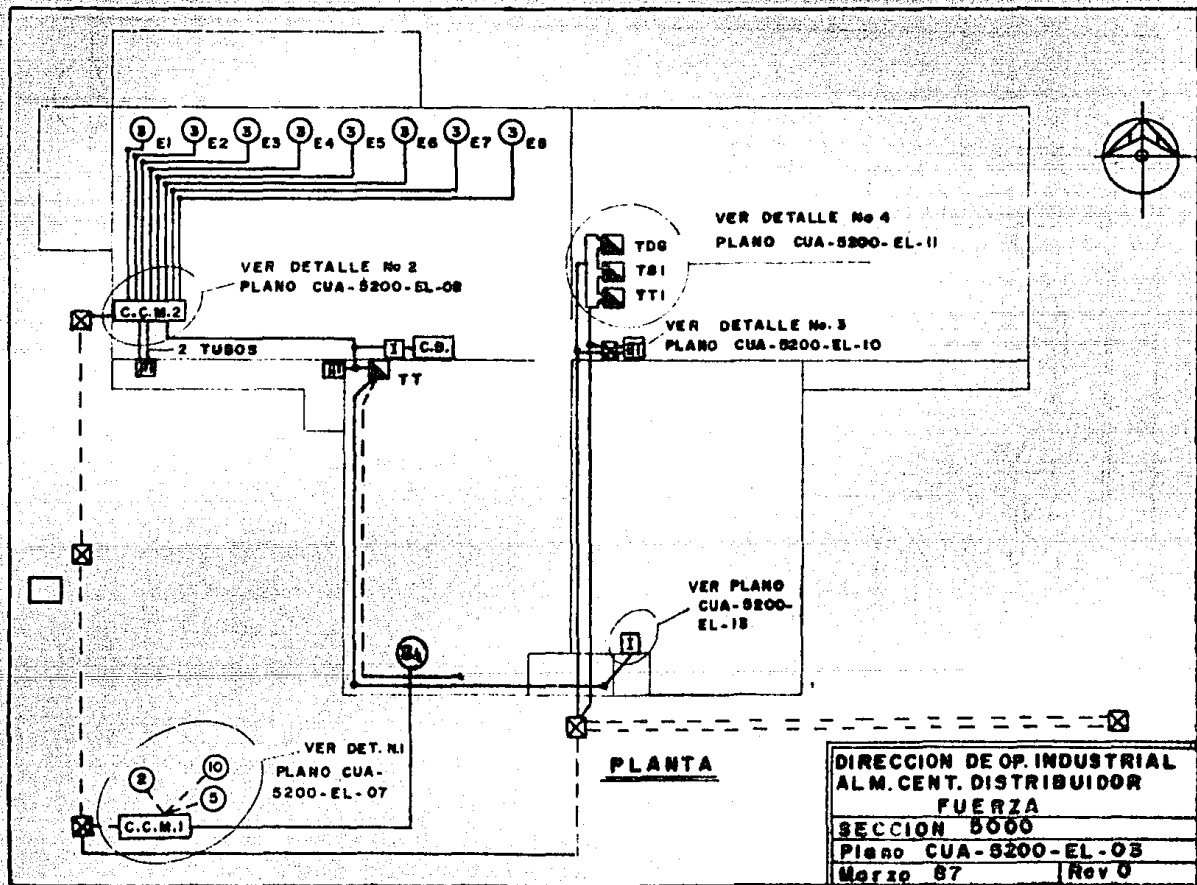
VER PLANO  
CUA-5200-EL-14

VER PLANO  
CUA-5200-EL-13

**PLANTA**

DIRECCION DE OP. INDUSTRIAL	
ALM. CENT. DISTRIBUIDOR	
ALUMBRADO	
SECCION 5000	
Plano CUA-5200-EL-01	
Marzo 57	Rev 0

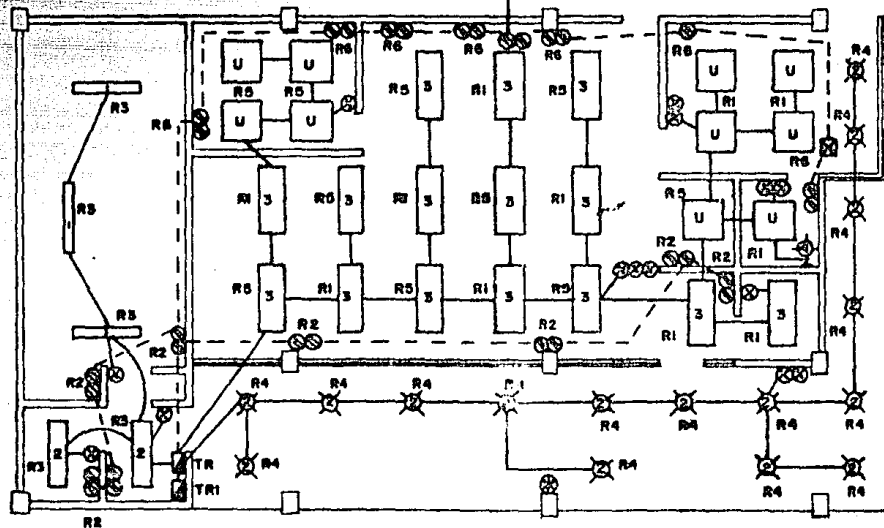
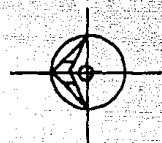




**PLANTA**

DIRECCION DE OP. INDUSTRIAL  
 ALM. CENT. DISTRIBUIDOR  
 FUERZA  
 SECCION 5000  
 Plano CUA-5200-EL-03  
 Marzo 87 Rev 0

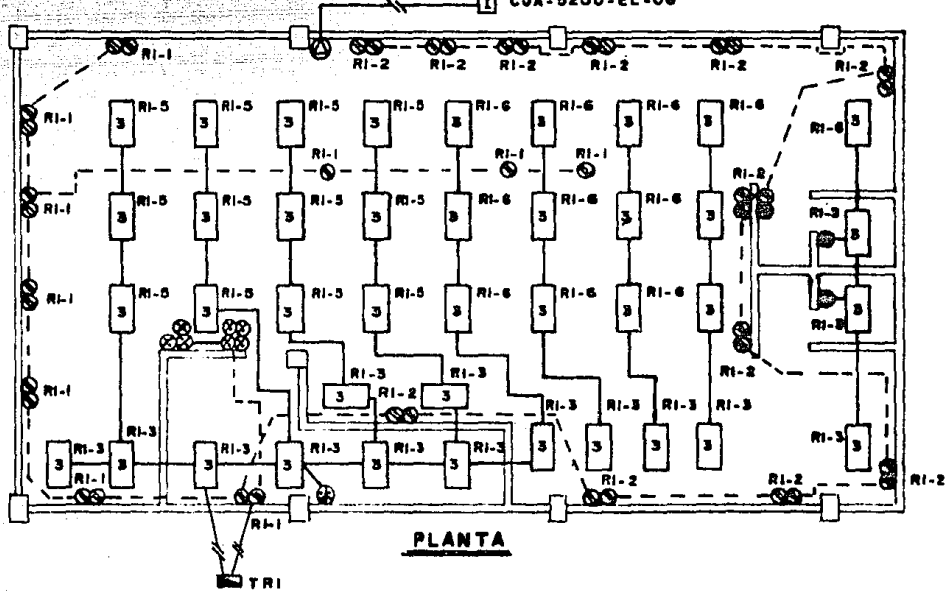
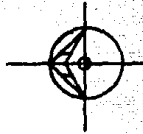
VER PLANO  
CUA-5200-EL-06



PLANTA

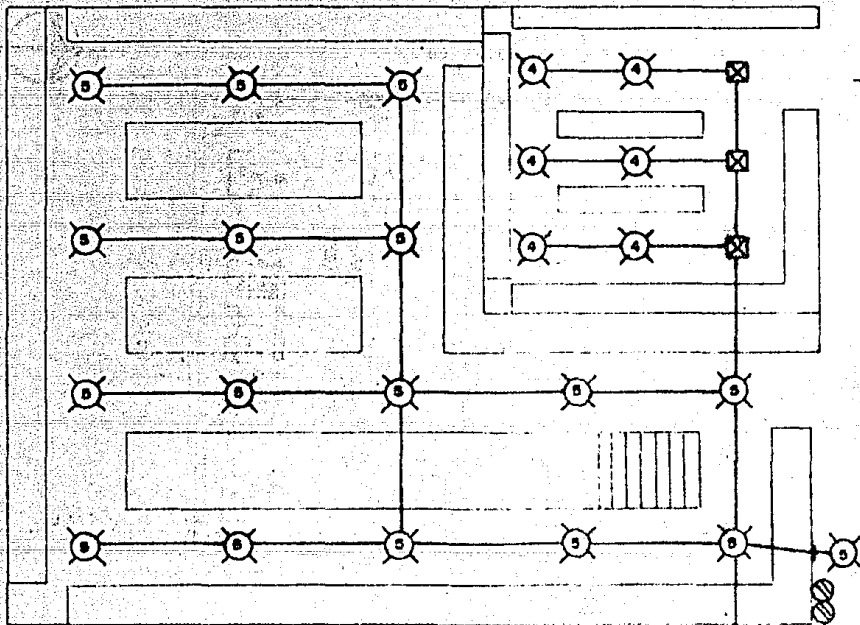
DIRECCION DE OP. INDUSTRIAL	
ALM. CENT. DISTRIBUIDOR	
OFICINAS PLANTA BAJA	
ALUMBRADO Y CONTACTOS	
SECCION 5000	
Plano CUA-5200-EL-04	
Marzo 87	Rev 0

VER PLANO  
CUA-5200-EL-06



**PLANTA**

DIRECCION DE OP. INDUSTRIAL	
ALM. CENT. DISTRIBUIDOR	
OFICINAS PLANTA ALTA	
ALUMBRADO Y CONTACTOS	
SECCION 5000	
Plano CUA-5200-EL-06	
Marzo 67	Rev 0



VER INCISO 32  
PLANO CUA-5200-EL-09

PLANTA

A TABLERO "B"

OFICINAS  
PLANTA ALTA

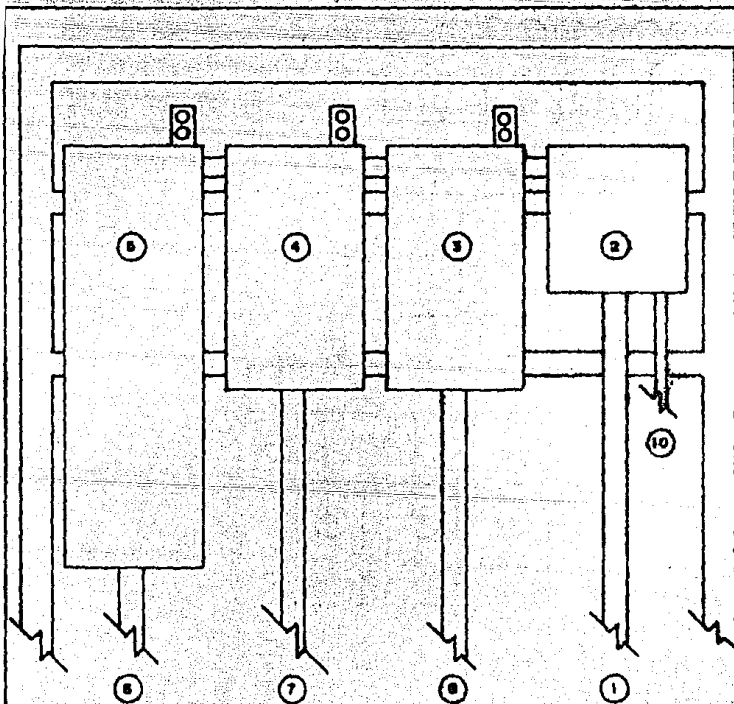


F-1039

OFICINAS  
PLANTA BAJA



DIRECCION DE OP. INDUSTRIAL	
ALM. CENT. DISTRIBUIDOR	
PAPLRIA Y CTO. SOLDADURA	
ALUMERADO	
SECCION 5000	
Plano CUA-5200-EL-08	
Marzo 87	Rev 0



### DESCRIPCION

- 1.- ALIM. AL C.C.M. 1 (440 V).
- 2.- GABINETE. INTERIOR GENERAL.
- 3.- GABINETE. INTERR. Y ARRANCA-DOR PARA MOTOR DE 2 H.P.
- 4.- IDEM MOTOR 5 H.P.
- 5.- IDEM MOTOR 10 H.P.
- 6.- TUBERIA HACIA MOTOR 10 H.P.
- 7.- " " " 5 H.P.
- 8.- " " " 2 H.P.
- 9.- CAJA DE CONEXIONES
- 10.- CABLE USO RUDO PARA SOLDADORA 16 KW

### DETALLE No 1

CENTRO DE CONTROL DE MOTORES No 1

DIRECCION DE OP. INDUSTRIAL  
ALMACEN CENTRAL  
DISTRIBUIDOR

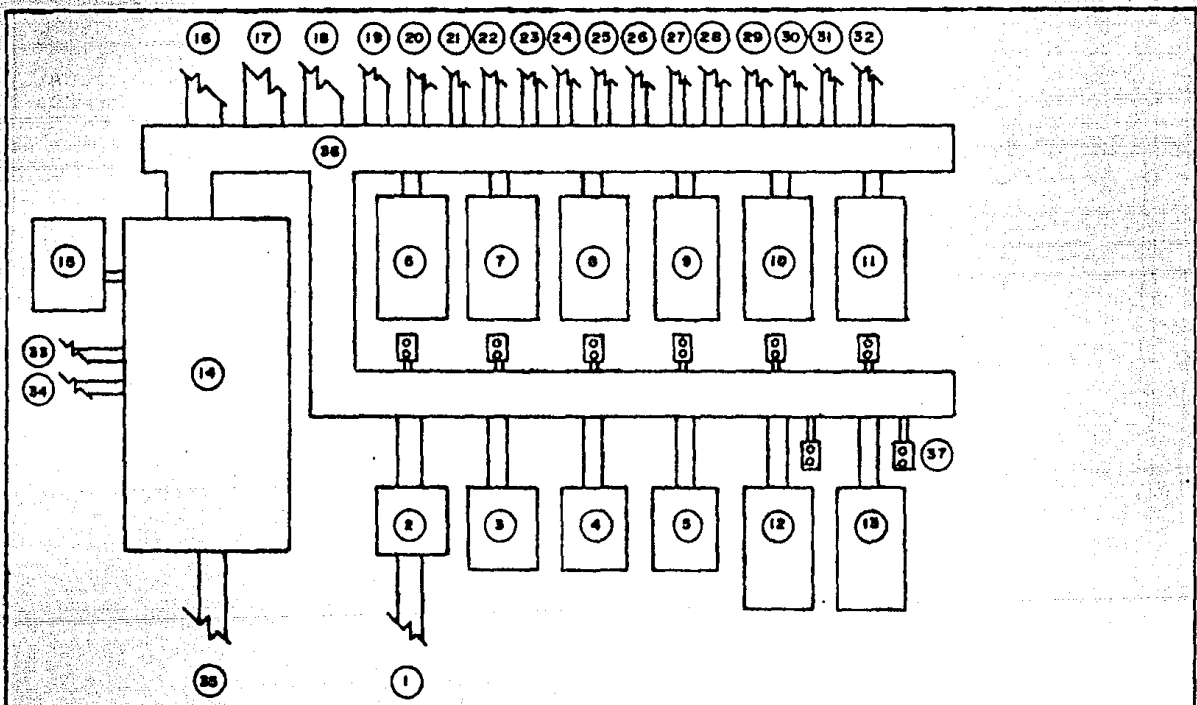
SECCION 5000

Plano CUA-5200-EL-07

Marzo 87

Rev 0





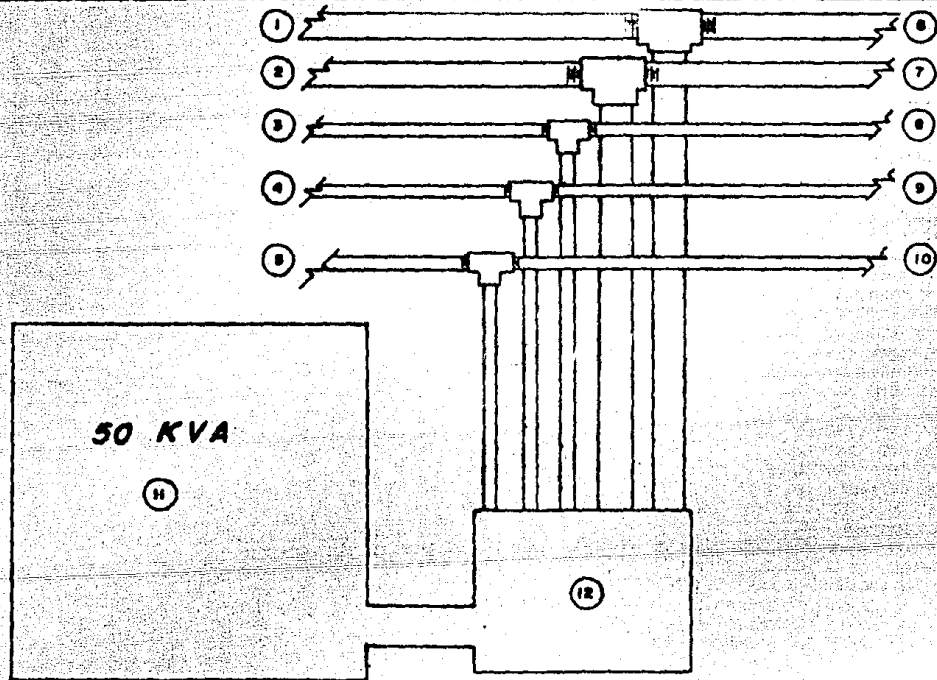
**DETALLE No 2.**

**CENTRO DE CONTROL DE MOTORES No 2**

<b>DIRECCION DE OP. INDUSTRIAL</b>	
<b>ALMACEN CENTRAL</b>	
<b>DISTRIBUIDOR</b>	
<b>SECCION 5000</b>	
<b>Plano CUA-5200-EL-08</b>	
<b>Marzo 87</b>	<b>Rev 0</b>

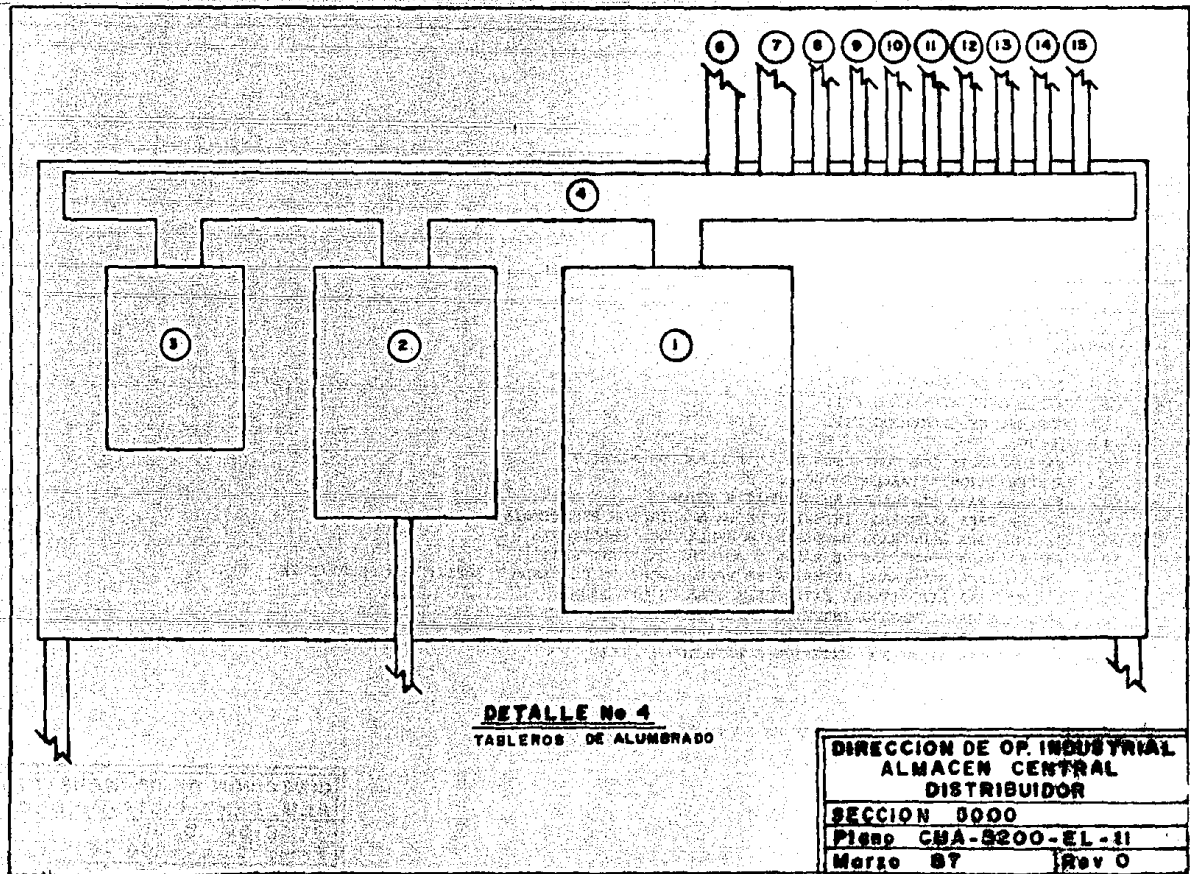
- 1.- ACOMETIDA. ALIMENTACION DE 440 V.
- 2.- CAJA DE CONEXIONES.
- 3.- GABINETE. INTERRUPTOR GENERAL DE TRANSFORMADOR DE 50 KVA.
- 4.- GABINETE. INTERRUPTOR GENERAL DE TRANSFORMADOR DE 30 KVA.
- 5.- GABINETE. INTERRUPTOR DISPONIBLE.
- 6.- GABINETE. ARRANCADOR EXTRACTOR No. 1
- 7.- GABINETE. ARRANCADOR EXTRACTOR No. 2
- 8.- GABINETE. ARRANCADOR EXTRACTOR No. 3
- 9.- GABINETE. ARRANCADOR EXTRACTOR No. 4
- 10.- GABINETE. ARRANCADOR EXTRACTOR No. 5
- 11.- GABINETE. ARRANCADOR EXTRACTOR No. 6
- 12.- GABINETE. ARRANCADOR EXTRACTOR No. 7
- 13.- GABINETE. ARRANCADOR EXTRACTOR No. 8
- 14.- TABLERO DE ALUMBRADO TS.
- 15.- TABLERO DE ALUMBRADO TB.
- 16.- ALIMENTACION AL TRANSFORMADOR DE 50 KVA. LADO PRIMARIO
- 17.- ALIMENTACION DEL ALUMBRADO INTERIOR DEL ALMACEN
- 18.- TUBO SALIDA DEL TRANSFORMADOR DE 50 KVA. LADO SECUNDARIO
- 19.- ALIMENTACION AL TRANSFORMADOR DE 30 KVA. CARGADOR DE BATERIAS, CIRCUITO S11
- 20.- ALIMENTACION AL EXTRACTOR No. 1
- 21.- ALIMENTACION AL EXTRACTOR No. 2
- 22.- ALIMENTACION AL EXTRACTOR No. 3
- 23.- ALIMENTACION AL EXTRACTOR No. 4
- 24.- ALIMENTACION AL EXTRACTOR No. 5
- 25.- ALIMENTACION AL EXTRACTOR No. 6
- 26.- ALIMENTACION AL EXTRACTOR No. 7
- 27.- ALIMENTACION AL EXTRACTOR No. 8
- 28.- ALIMENTACION A LOS TABLEROS TR, TRI DE LAS OFICINAS.
- 29.- SALIDA DEL CIRCUITO S8 ALUMBRADO EXTERIOR.
- 30.- SALIDA PARA ALUMBRADO DE LA BODEGA NORTE.
- 31.- SALIDA PARA ALUMBRADO ZONA DE DESCARGA
- 32.- SALIDA PARA INTERRUPTOR DE PAPELERIA
- 33.- SALIDA PARA APAGADORES DE ALUMBRADO EXTERIOR
- 34.- SALIDA PARA CONTACTOS DEL ALMACEN
- 35.- SALIDA PARA CASETA DE VIGILANCIA, REFLECTORES, LAMPARAS EN POSTE.
- 36.- DUCTO.
- 37.- ESTACION DE BOTONES.

DIRECCION DE OP. INDUSTRIAL	
ALM. CENT. DISTRIBUIDOR	
SECCION 5000	
Plano CUA-5200-EL-09	
56720 87	REV 0



**DETALLE No 3**  
**TRANSFORMADOR Y CAJA DE CONEXIONES**  
**AMPLIACION ALMACEN**

DIRECCION DE OP INDUSTRIAL	
ALMACEN CENTRAL	
DISTRIBUIDOR	
SECCION# 5000	
Plano CUA-5200-EL-10	
Marzo 87	Rev 0



**DETALLE No 4**  
TABLEROS DE ALUMBRADO

DIRECCION DE OP. INDUSTRIAL	
ALMACEN CENTRAL	
DISTRIBUIDOR	
SECCION 5000	
Plano CNA-8200-EL-11	
Marzo 87	Rev 0

DETALLE No. 3

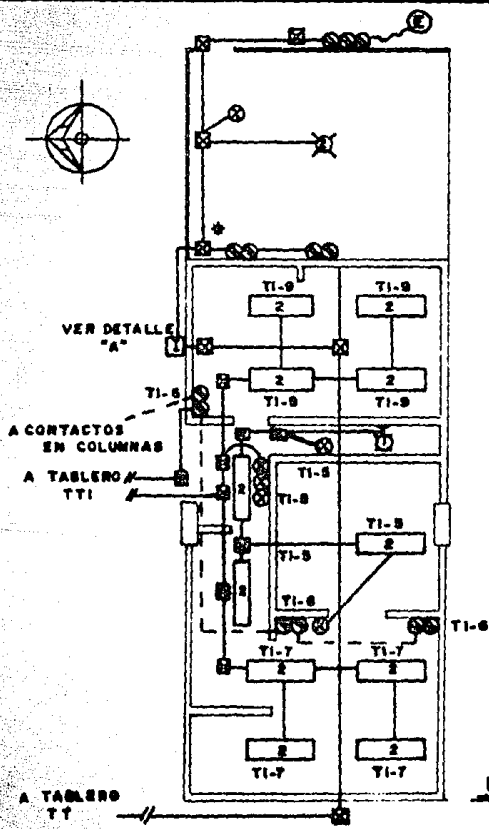
- 1.- ALIMENTACION 440 V.
- 2.- TUBERIA PARA EL TALLER AUTOMOTRIZ A FUTURO
- 3.- HACIA ALUMBRADO INTERIOR DE LA AMPLIACION FERRETERIA.
- 4.- HACIA ALUMBRADO DE LOS BAÑOS DE LA AMPLIACION FERRETERIA.
- 5.- HACIA CONTACTOS DE BAÑOS Y AMPLIACION FERRETERIA
- 6.- 6,7,8,9,10 HACIA EL DUCTO, CONSULTAR DETALLE No. 4
- 11.- TRANSFORMADOR 50 KVA. 440/220-127 V.
- 12.- CAJA DE CONEXIONES.

DETALLE No. 4

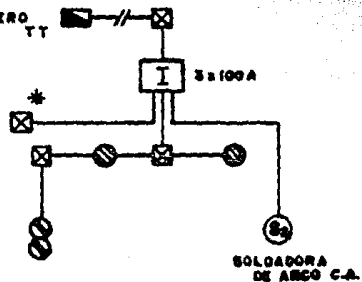
- 1.- TABLERO DE ALUMBRADO TDG.
- 2.- TABLERO DE ALUMBRADO TSI.
- 3.- TABLERO DE ALUMBRADO TT1.
- 4.- DUCTO
- 5.- SALIDA HACIA LOS CONTACTOS DE LA AMPLIACION ALMACEN
- 6.- ALIMENTACION A TABLEROS 220-127 V.
- 7.- TUBERIA PARA EL TALLER AUTOMOTRIZ A FUTURO
- 8.- SALIDA PARA ALUMBRADO INTERIOR DE LA AMPLIACION FERRETERIA
- 9.- SALIDA PARA ALUMBRADO BAÑOS DE LA AMPLIACION FERRETERIA
- 10.- SALIDA PARA CONTACTOS DE BAÑOS Y AMPLIACION FERRETERIA
- 11.- SALIDA PARA ALUMBRADO EXTERIOR EN PARED: ZONA DE DESCARGA Y AMPLIACION FERRETERIA
- 12.- SALIDA PARA REFLECTORES EXTERIORES ZONA DE DESCARGA
- 13.- SALIDA PARA ALUMBRADO INTERIOR AMPLIACION ALMACEN
- 14.- SALIDA PARA ALUMBRADO INTERIOR AMPLIACION ALMACEN
- 15.- SALIDA PARA ALUMBRADO EXTERIOR AMPLIACION ALMACEN

NOTA: ESTOS DETALLES SE LOCALIZAN EN LA AMPLIACION DEL ALMACEN.

DIRECCION DE OP. INDUSTRIAL	
ALM. CENT. DISTRIBUIDOR	
SECCION 5000	
Plano CUA-5200-EL-12	
Marzo 87	Rev 0



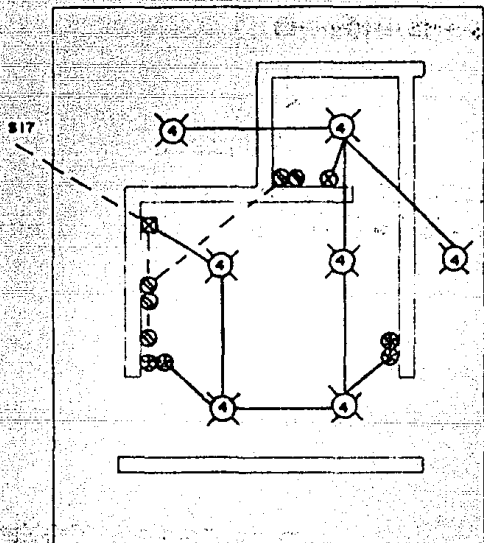
TABLERO TT



**DETALLE "A"**  
 DETALLE DEL INTERRUPTOR  
 INSTALACION EXTERIOR  
 EN PARED DEL BAÑO

**PLANTA**

DIRECCION DE OP. INDUSTRIAL	
ALM. CENT. DISTRIBUIDOR	
BAÑOS FERRETERIA	
ALUMBRADO Y CONTACTOS	
SECCION 5000	
Plano CUA-5200-EL-13	
Marzo 67	Rev 0



PLANTA

DIRECCION DE OP. INDUSTRIAL	
ALM. CENT. DISTRIBUIDOR	
CASETA DE VIGILANCIA	
ALUMBRADO Y CONTACTOS	
SE	5000
Pis.	5200-EL-44
Moto	87
	Rev 0

N	MOTOR						ARRANCADOR						INTERRUPTOR	
	C.P.	KW	FASES	VOLTS	I.P.C.	FREC.	TIPO	CLASE	TAMAÑO	EL. TERM.	T. COMP.	TIPO	AMP.	
1	2	1.492	3	220/440	8.8/2.8	60	LC03	8536	1	817.6	X	TM	15	
2	5	3.730	3	220/440	13.8/6.9	60/60	AU13	4204	1	119.0	X	TM	40	
3	10	7.460	3	220/440	28.11/4.05	60/60	AU25	4204	2	336.5	X	TM	100	
4														
T	17	12.682			47.51/23.75									

C.C.M. No. 1

N	MOTOR						ARRANCADOR						INTERRUPTOR	
	C.P.	KW	FASES	VOLTS	I.P.C.	FREC.	TIPO	CLASE	TAMAÑO	EL. TERM.	T. COMP.	TIPO	AMP.	
1	3	2.238	3	440	4.2 A	60	862	8539	1	80.92	X	TM	15	
2	3	2.238	3	440	4.2 A	60	862	8539	1	80.92	X	TM	15	
3	3	2.238	3	440	4.2 A	60	862	8539	1	80.92	X	TM	15	
4	3	2.238	3	440	4.2 A	60	862	8539	1	80.92	X	TM	15	
5	3	2.238	3	440	4.2 A	60	862	8539	1	80.92	X	TM	15	
6	3	2.238	3	440	4.2 A	60	862	8539	1	80.92	X	TM	15	
7	3	2.238	3	440	4.2 A	60	862	8539	1	80.92	X	TM	15	
8	3	2.238	3	440	4.2 A	60	862	8539	1	80.92	X	TM	15	
9														
T	24	17.904			33.6 A									

NOTA

F.P. = 0.689  
TM TERMOMAGNETICO

C.C.M. No. 2

DIRECCION DE OP. INDUSTRIAL  
ALM. CENT. DISTRIBUIDOR  
CUADROS DE CARGA PARA  
LOS C.C.M. 1 Y 2

SECCION 8000

Plano CUA-5200 - EL-15

Marzo 87

Rev 0



DIAGRAMA DE CONEXION	CTO.	○	○	⏏	○	⊗	⊗	⏏	VOLTS	WATTS A FASE			AMP.	CON. MIN.	PROTEC. TERMOM.	
		400W	400W	400W	250W	150W	150W	TR		TRI	A	B			C	PLOS
<p style="text-align: center;"><b>NEUTRO</b></p>	1	5							220	1250	1250.00		9.4	12	2	20
	2	5							220	1250	1250.00		9.4	12	2	30
	3	5							220	1250		1250.0	9.4	12	2	20
	4	5							220	1250		1250.0	9.4	12	2	20
	5	5							220		1250.00	1250.0	9.4	12	2	30
	6	5							220		1250.00	1250.0	9.4	12	2	20
	7	5							220	1250	1250.00		9.4	12	2	30
	8	5							220	1000	1000.00		7.5	12	2	20
	9	5							220	1250		1250.0	9.4	12	2	20
	10		3						220	750		750.0	5.6	12	2	20
	11					10			220		1562.50	1562.5	11.8	12	2	30
	12	5							220		1250.00	1250.0	9.4	12	2	15
	13							4	130	720			6.5	10	1	20
	14							4	130	720			6.5	10	1	20
	15							4	130		720.00		6.5	10	1	20
	16							4	130		720.00		6.5	10	1	20
	17					7	5		130			1950.0	17.6	10	1	20
	18						2		130			360.0	3.2	10	1	20
	19								220	15880	3560.00	3890.0		6	3	50
	20															
TOT.	45	4	3	10	7	21	1	1		26670	15062.50	16012.5				
													CARGA TOTAL			
													57745 W			

TABLERO 3F-4W. TIPO NCO. CAT. No. 424 AB  
 SQUARE D. ALIMENTADORES CABLE No 1/0  
 DESBALANCE ENTRE FASES 43.52 %

TABLERO TS

DIRECCION DE OP. INDUSTRIAL  
 ALM. CENT. DISTRIBUIDOR  
 CUADRO DE CARGAS  
 TABLERO ALUMBRADO TS  
 SECCION 5000  
 Pleno CUA-5200-EL-16  
 Marzo 87

Rev 0

DIAGRAMA DE CONEXION	CTO.	VOLTS		WATTS A FASE			AMPS.	COND. MIN.	PROTECCION TERMOMAGNET.		
		400 W	180 W	A	B	C			POLOS	AMPS.	
		NEUTRO									
(1)	1	4		220	1000	1000		7.5	12	2	30
(2)	2	4		220	1000	1000		7.5	12	2	30
(3)	3	4		220	1000		1000	7.5	12	2	30
(4)	4	4		220	1000		1000	7.5	12	2	30
(5)	5	4		220		1000	1000	7.5	12	2	15
(6)	6	4		220		1000	1000	7.5	12	2	30
(7)	7	4		220	1000	1000		7.5	12	2	30
(8)	8	3		220	750	750		5.6	12	2	30
(9)	9	2		220	500		500	3.8	12	2	30
(10)	10	1		220	250		250	1.9	12	2	30
(11)	11									1	20
(12)	12		10	127		1800		18.6	12	1	20
(13)	13										
TOTAL		34	10		6500	7550	4750	CARGA TOTAL 18800 W			

TABLERO 3F-4N. TIPO NQO. CAT.No 304 AB. SQUARE D.  
ALIMENTADORES CABLE No 6. DESSALANCE ENTRE FASES 37.0%.

### TABLERO TT

DIRECCION DE OP. INDUSTRIAL	
ALM. CENT. DISTRIBUIDOR	
CUADRO DE CARGAS	
TABLERO ALUMBRADO TT	
SECCION 6000	
Plano CUA-8200-EL-17	
Marzo 87	Rev 0

DIAGRAMA DE CONEXION	CTO.	80W	40W	2x40	2x40	3x40	180W	VOLT	WATTS A FASE			AMP.	CON. MIN.	P. TERMO.	
									A	B	C			PLO	AMP.
<p>NEUTRO</p> <p>3x50A</p>	1				5	8	130	1700			15.3	12	1	15	
	2						14	130	2520		22.8	10	1	20	
	3		3	2				130		350	3.1	12	1	15	
	4	16						130		960	8.0	12	1	15	
	5				5	7		130			15.50	12	1	20	
	6						13	130			23.40	10	1	20	
	7														
	8														
TOT.	16	3	2	10	15	27		4220	1310	3890	CARGA TOTAL 9420 W				

TABLERO 3F-4H TIPO NQO CAT. No. 144 ABF. SQUARE D. ALIMENTADORES CAL. No. 6 AWG  
DESBALANCE ENTRE FASES 68.9%

### TABLERO TR

DIAGRAMA DE CONEXION	CTO.	180W	450W	3x40	VOLT	WATTS A FASE		AMP.	CON. MIN.	P. TERMO.		
						A	B			PLO	AMP.	
<p>NEUTRO</p> <p>A</p> <p>B</p>	1	17			130	3060		27.7	10	1	30	
	2	25	1		130	4950		44.8	10	1	50	
	3				15	130		22.50	20.3	10	1	30
	4											
	5				12	130	1800		16.2	10	1	15
	6				13	130	1950		17.5	10	1	30
	7											
TOT.	42	1	40			11700	2250	CARGA TOTAL 14610 W				

TABLERO 2F-3H CAT. No. 002 SQUARE D.  
ALIMENTADORES CAL. No. 6 AWG. DESBALANCE 80.86%


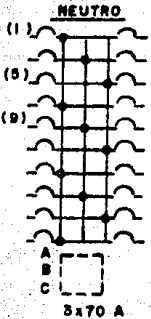
### TABLERO TRI

DIRECCION DE OP. INDUSTRIAL  
ALM. CENT. DISTRIBUIDOR  
OFICINAS  
CUA. DE CARGA TRY TRI  
SECCION 5000

Plano CUA-5200-EL-18

Marzo 87

Rev 0

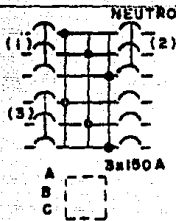
DIAGRAMA DE CONEXION	CTO.	 2x75 W	VOLTS	WATTS A FASE			AMPS.	COND. MIN.	PROTECCION TERMOMAGNE.	
				A	B	C			POLOS	AMPS
(1) <b>NEUTRO</b>  (5) (9) A B C 3x70 A	1	8	130	1500			13.5	10	1	20
	2									
	3									
	4									
	5	8	130		1500		13.5	10	1	20
	6									
	7									
	8									
	9	8	130			1500	13.5	10	1	20
	10									
<b>TOTAL</b>	<b>24</b>						<b>CARGA TOTAL</b>	<b>4800 W</b>		

TABLERO 3F-4W F.P.E. 20 CIRCUITOS  
 DESBALANCE ENTRE FASES 0.0%

TABLERO TB

DIRECCION DE OP. INDUSTRIAL	
ALM. CENT. DISTRIBUIDOR	
BODEGA NORTE	
CUADRO DE CARGA	
SECCION 5000	
Plano CUA-5200-EL-19	
Marzo 87	Rev 0

CTO.	TABLERO	VOLTS	WATTS A FASE			AMPS.	COND. MIN.	P. TERMOMAG.	
			A	B	C			POLOS	AMPS.
1	TBI	220	7875	8003.75	8031.25		6	3	70
2	TTI	220	3900	4520.00	1900.00		6	3	50
3	TA FUTURO	220					6	3	40
4									
TOTAL			11775	12523.75	7931.25	CARGA TOTAL			32230W



TABLERO 3F-4W No SERIE 2469 CAT. No 51218010001 FEDERAL PACIFIC  
 ALIMENTADORES CABLE No 1/0 DESBALANCE ENTRE FASES 36.67 %

**TABLERO DE DISTRIBUCION GENERAL TDG**

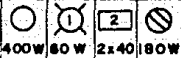
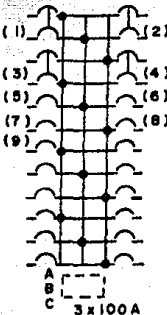
DIRECCION DE OP INDUSTRIAL  
 ALM. CENT. DISTRIBUIDOR  
 CUADRO DE CARGAS  
 TAB. DE ALUMBRADO TDG  
 SECCION 8000  
 Plano CUA-5200-EL-20  
 Marzo 87 Rev 0

DIAGRAMA DE CONEXION	CTO.	○ 400 W	⏏ 400 W	⊖ 250 W	⊗ 150 W	VOLTS	WATTS A FASE			AMPS.	COND. MIN.	PROTECCION TERMOMAGNE.	
							A	B	C			POLOS	AMPS
<p>NEUTRO</p> <p>(1) (2)</p> <p>(3) (4)</p> <p>(5) (6)</p> <p>(7) (8)</p> <p>(9) (10)</p> <p>(11) (12)</p> <p>A B C</p>	1	4				220	1000.00	1000.00		7.6	10	2	15
	2	4				220	1000.00	1000.00		7.6	10	2	15
	3	4				220	1000.00		1000.00	7.6	10	2	15
	4	4				220	1000.00		1000.00	7.6	10	2	15
	5	4				220		1000.00	1000.00	7.6	10	2	15
	6	4				220		1000.00	1000.00	7.6	10	2	15
	7				7	220	1093.75	1093.75		8.3	12	2	15
	8		3			220	750.00	750.00		5.7	12	2	15
	9				7	220	1093.75		1093.75	8.3	10	2	15
	10				6	220	937.50		937.50	7.0	12	2	15
	11											1	15
	12				12	127		2160.00		20.0	10	1	15
	13												
TOTAL	24	3	20	12		7876.50	8003.75	8031.25	CARGA TOTAL	21910 W			

TABLERO 2F-4W. TIPO MQD. CAT. No. 900 30-4L SQUARE D.  
 ALIMENTADORES CABLE No 6 AWG THW  
 DESBALANCE ENTRE FASES 24.04 %

TABLERO T31

DIRECCION DE OP. INDUSTRIAL  
 ALM. CENT. DISTRIBUIDOR  
 CUADRO DE CARGA  
 TABLERO ALUMBRADO T31  
 SECCION 8000  
 Plano CUA-5200-EL-21  
 Marzo 87 Rev 0

DIAGRAMA DE CONEXION	CTO.					VOLT	WATTS A FASE			AMP.	COM. MIN.	P. TERMOMAGN.	
		400W	60W	2x40	180W		A	B	C			POLOS	AMP.
<p style="text-align: center;">NEUTRO</p>  <p style="text-align: center;">A B C 3x100A</p>	1	8				220	1250	1250		9.5	12	2	15
	2	3				220	750	750		5.7	12	2	15
	3	3				220	750		750	5.7	12	2	15
	4	3				220	750		750	5.7	12	2	15
	5		1	3		127		360		3.3	12	1	15
	6				12	127		2160		20.0	10	1	15
	7			4		127			400	3.7	12	1	15
	8												
	9			4		127	400			3.7	12	1	15
	10												
TOT.	14	1	11	12		3900	4520	1900	CARGA TOTAL	10320 W			

TABLERO 3F-4H. TIPO NCO CAT. No. NCO 24-4 AB  
 ALIMENTADORES CAL. No. 6 AWG.  
 DESBALANCE ENTRE FASES 57.96 %

TABLERO TTI

DIRECCION DE OP. INDUSTRIAL  
 ALM. CENT. DISTRIBUIDOR  
 AMPLIACION FERRETERIA  
 CUADRO DE CARGAS

SECCION 5000

Piano CUA-5200-EL-22

Marzo 87

Rev 0

INTERRUPTOR													Carga en Watts
TIPO	No	Polos	Amps	200W	100W	160W	373W	6300W	1380W	14480W			
TERMOMAGNETICO	1	3	50	17	6	3			1		1		5920
TERMOMAGNETICO	2	3	40							1			14480
TERMOMAGNETICO	3	3		1		9	1	1				2	10493
TERMOMAGNETICO	4	3	50										
<b>TOTAL</b>	<b>4</b>			<b>18</b>	<b>6</b>	<b>12</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>CARGA TOTAL 30893 W</b>

CUADRO TC

SOLDADURA ELECTRICA      440/220 V , 18 KW , 24 KVA , 3 Ø , 60 Hz.  
 COMPRESOR                    440/220 V , 5 HP  
 SIERRA ELECTRICA          220/127 V , 3/4 HP , 1 Ø , 50/60 Hz

DIRECCION DE OP. INDUSTRIAL  
 ALM. CENT. DISTRIBUIDOR  
 CUADRO DE CARGAS TC  
 INTERRUPTORES

SECCION 5000

Plano CUA-5200-EL-23

Marzo 87

Rev 0



## 1.2.5.- SECCION 6000 GERENCIA DE PLANEACION

### SUBGERENCIA DE PLANEACION

#### LABORATORIO DE INVESTIGACION

El Laboratorio de Investigación es la sección que cuenta con la mayor carga instalada, la cual está distribuida en nueve tableros de alumbrado y fuerza y concentrada toda en un tablero de distribución general.

Para cada uno de los tableros se realizó un cuadro de cargas, en ellos se indican que tipo de carga se encuentra instalada, número de circuitos derivados que se están utilizando, calibre del conductor, protección de termomagnética, carga en watts por circuito, así como la carga total que se encuentra conectada al tablero.

Los primeros detalles que se observan de estos datos contenidos en los cuadros de cargas son:

- a).- El desbalance entre fases es muy grande.
- b).- Protección termomagnética insuficiente.
- c).- Potencia conectada muy grande para circuitos monofásicos.

Estas condiciones son contrarias a las que requiere una buena instalación eléctrica, ya que la eficiencia se encuentra a un nivel muy bajo.

A continuación se realiza un análisis de las condiciones de cada tablero y las mejoras que se pueden adoptar, para darle mayor eficiencia a esta instalación eléctrica.

#### TABLERO "A" (Plano CUA-6200-EL-14)

Desde este tablero se alimenta el alumbrado del área del Laboratorio, así como algunos motores (extractores).

La información del cuadro de cargas nos indican los siguientes detalles:

- a).- El desbalance entre fases llega a un valor del 37.06% que es un valor muy grande y nada confiable.

El porcentaje de desbalance entre fases es del 5% máximo. En este tablero para lograr este valor es necesario redistribuir la carga a cada uno de los circuitos derivados, ó sea quitar a la fase mas cargada una cantidad de potencia y añadirla a las fases con menor demanda hasta lograr el valor requerido.

b).- Los circuitos 19,20 tienen una corriente que rebasa la capacidad de los interruptores termomagnéticos. En este caso se puede realizar dos operaciones:

- 1.- Cambiar los interruptores termomagnéticos de un valor de 15 Amps. a una capacidad de 20 Amps.
- 2.- Quitar la carga sobrante de los circuitos y colocarla en nuevos circuitos.

Es preferible utilizar la segunda opción ya que se dispone de dos circuitos con interruptores de 15 Amps. que se encuentran en vacío.

Así, se emplearán estos circuitos y no es necesario adquirir nuevos interruptores.

#### TABLERO "B" (Plano CUA-6200-EL-15)

Este tablero alimenta el alumbrado del área de oficinas del Laboratorio, fotocopiadoras y los secadores para manos. Analizando las corrientes por circuito, observamos la existencia de una carga grande en el circuito No. 8, que son los secadores para manos (actualmente no cuenta con interruptor termomagnético este circuito). En este caso se deben distribuir la corriente de no tan elevado valor (55 amperes). El valor de los interruptores que se deben instalar es de 30 Amps. cada uno, además debe realizarse el trabajo de balanceo de fases ya que el actual valor es de 88.12%.

#### TABLERO "C" (Plano CUA-6200-EL-16)

Este tablero alimenta a contactos del área de oficinas del Laboratorio. Para estos contactos se consideró una carga por contacto de 250 Watts. Bajo estas condiciones de cargas se encontró que -

en cinco circuitos la corriente que circulará por ellos, rebasa - la capacidad del interruptor (circuito 2, 4, 10, 11, 17). Para estos casos es recomendable distribuir en los demás circuitos la carga sobrante en estos circuitos sobrecargados. También debe -- realizarse el balanceo entre fases (porcentaje actual 15.63%)

TABLERO "D" (Plano CUA-6200-EL-17)

Este tablero alimenta a los contactos en el área del Laboratorio, además los motores de dos compresores, al igual que en los tableros anteriores, algunos circuitos se encuentran sobrecargados por lo que es necesario redistribuir la potencia de los circuitos sobrecargados a otros circuitos con menos carga o colocar esa potencia en nuevos circuitos del tablero.

Este tablero al igual que los anteriores requiere un balanceo entre las fases, (desbalance actual del 26.5%)

TABLERO "E" (Plano CUA-6200-EL-18)

Este tablero alimenta a los contactos instalados en el área del Laboratorio, alumbrado exterior. Este tablero requiere redistribuir la carga conectada en él, para tener un rango de protección suficiente y no provocar interrupciones por sobrecorrientes. Además, de corregir el porciento de desbalance entre fases (desbalance actual 52.23%)

TABLERO "F" (Plano CUA-6200-EL-29)

Este tablero alimenta a contactos del área del Laboratorio, en su respectivo cuadro de cargas podemos observar algunos circuitos sobrecargados. Para este caso únicamente se debe colocar la carga sobrante de los circuitos sobrecargados en circuitos vacíos del tablero. El balanceo entre fases de este tablero es bueno (0.0%).

TABLERO "G" (Plano CUA-6200-EL-20)

Este tablero es el que se encuentra más sobrecargado. La operación a seguir es realizar la redistribución de la carga en más circuitos del tablero y en el caso de ser insuficiente la cantidad --

de circuitos, será necesario pasar la carga sobrante en otro tablero. También esta operación de redistribución de la carga servirá para balancear las fases (desbalance 18.43%)

TABLERO "H" (Plano CUA-6200-EL-22)

En este caso los circuitos no se encuentran sobrecargados como podemos ver en el cuadro de cargas. La única operación que hay que realizar es el balanceo de las fases, ya actualmente se cuenta con un porcentaje del 32.25%

TABLERO "I" (Plano CUA-6200-EL-23)

En este caso como en el anterior los circuitos no se encuentran sobrecargados pero es necesario realizar la redistribución de la carga para balancear las fases, (desbalance actual 62.5%).

TABLERO DE DISTRIBUCION GENERAL (Plano CUA-6200-EL-13)

En este tablero se concentran todos los interruptores generales de cada uno de los tableros de alumbrado y fuerza, equipo de aire acondicionado, resistencias para la calefacción.

Cálculo de la corriente por circuito:

Para el cálculo de la corriente se considerará que la carga de cada tablero se encuentra balanceada en todas sus fases.

Los sistemas que emplean los tableros para su alimentación es de 3 fases 4 hilos, por lo tanto:

	<u>No. DE CIRCUITO</u>	<u>CORRIENTE (AMPS.)</u>
	DG-1	
	DG-2	111.14
ALIMENTACION 3F - 3H	DG-3	92.62
	DG-4	56.42
	DG-5	83.9
	DG-6	40.6
ALIMENTACION 3F - 3H	DG-7	3.45

<u>No. DE CIRCUITO</u>	<u>CORRIENTE (AMPS.)</u>
DG-8	
DG-9	22.23
DG-10	.
DG-11	231.6
DG-12	584.5
DG-13	216.15
DG-14	148.2

En todos los sistemas de dos o tres fases, debe realizarse el balance entre las fases del alimentador (el porcentaje de desbalance máximo es de 5%).

El no realizar adecuadamente este requisito conducirá a que los cálculos para determinar el calibre del conductor, protección del circuito derivado o general, tipo de aislamiento, no serán confiables y por tanto la selección del material y equipo será deficiente.

Ejemplo: El tablero "B" tiene un 88.12% de desbalance.

Carga por fases:    A            B            C  
                           9263 W    2800 W    1100 W

En este caso se deben calcular las corrientes por cada fase.

$$\text{FASE "A"} \quad I = \frac{W}{\text{En f.p.}} = \frac{9263}{(127)(0.85)} = 85.8 \text{ Amps.}$$

$$\text{FASE "B"} \quad I = \frac{2800}{(127)(0.85)} = 25.937 \text{ Amps.}$$

$$\text{FASE "C"} \quad I = \frac{1100}{(127)(0.85)} = 10.189 \text{ Amps.}$$

Por lo tanto debemos seleccionar tres interruptores de diferentes capacidades.

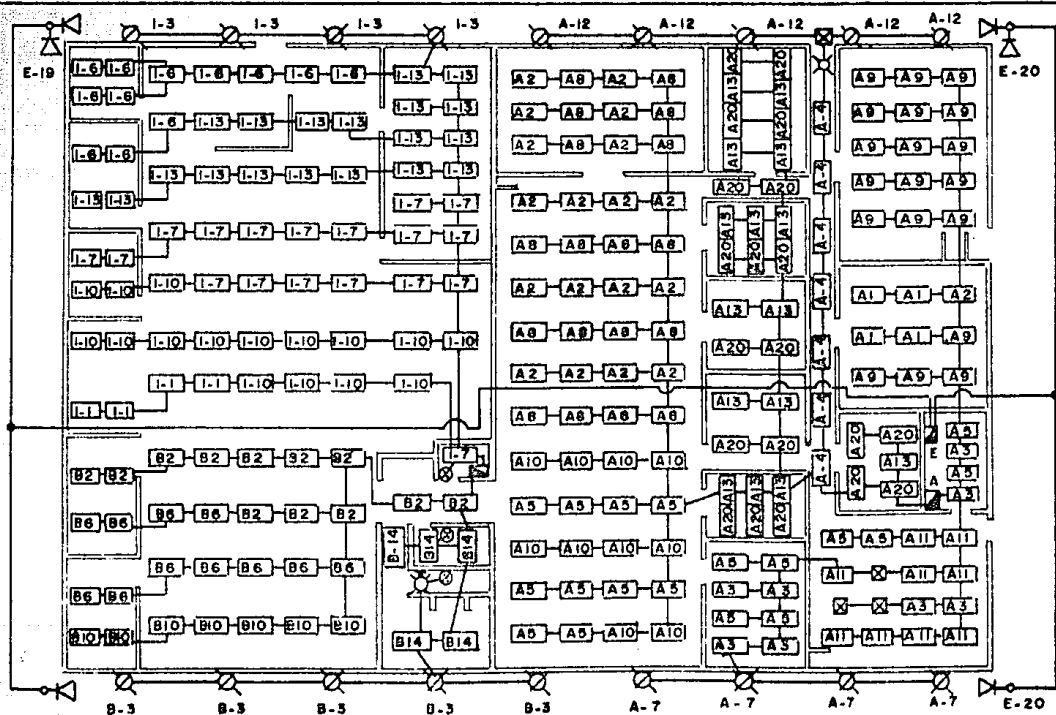
<u>FASE</u>	<u>CORRIENTE</u>	<u>CONDUCTOR CALIBRE</u>
A	100	No. 4
B	30	No. 10
C	15	No. 14

Esta forma nos conducirá a la adquisición de material que probablemente no se empleará en otra parte de la instalación y también al aumento del costo de la instalación, además de un diseño poco confiable.

Teniendo un correcto balanceo de fases, se calcula la corriente de una sola fase, que será equivalente a las restantes, así, tomando los datos del mismo tablero, emplearemos la relación para un sistema trifásico de 4 hilos.

$$I = \frac{W}{3 \text{ En f.p.}} = \frac{13163}{(3)(127)(0.85)} = 40.65 \text{ Amps.}$$

Con este único valor seleccionamos un interruptor de 3 polos por 40 Amps. cada uno y un calibre del alimentador del No. 8.

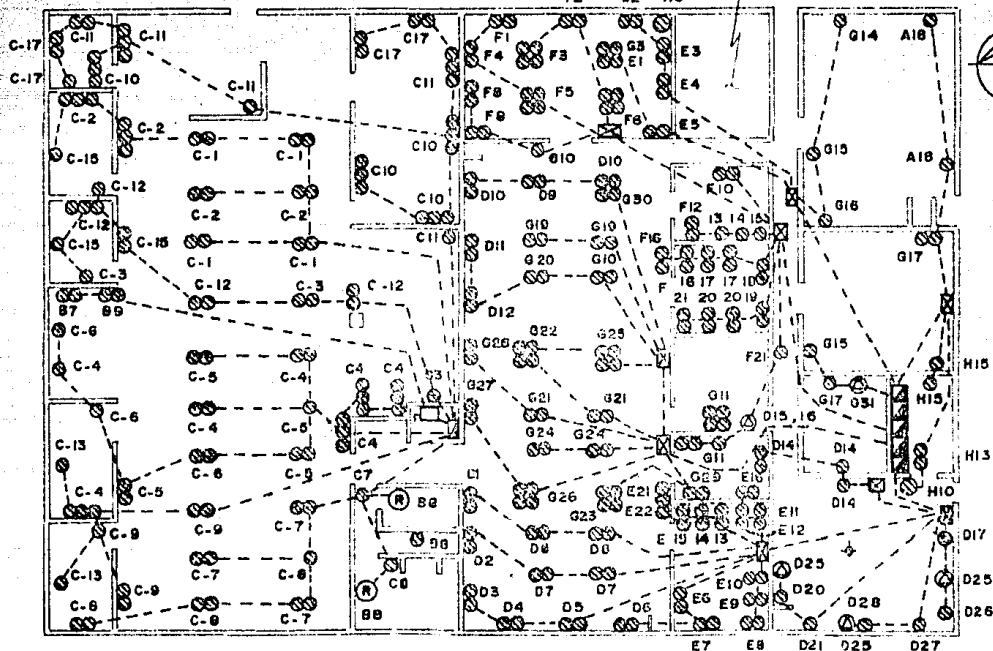


E-19



**PLANTA**

GERENCIA DE PLANEACION	
SUBGCA DE INVESTIGACION	
ALUMBRADO	
SECCION 3000	
Plano CUA-6200-EL-01	
Abril 87	Rev 0



### PLANTA

◆ PLANTA PILOTO CONTACTOS  
COMPLEMENTAR CON PLANO  
CUA-6200-EL-06

GERENCIA DE PLANEACION  
SUBGCCIA DE INVESTIGACION  
CONTACTOS

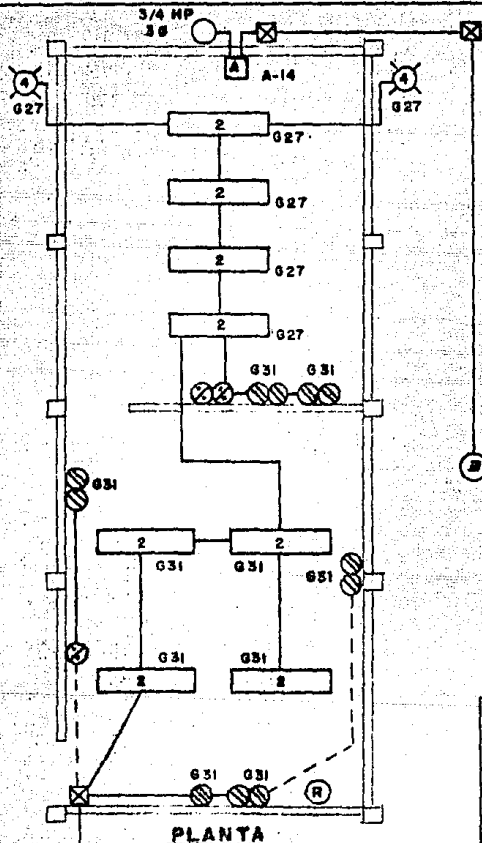
SECCION 6000

Plano CUA-6200-EL-02

Abril 87

Rev 0

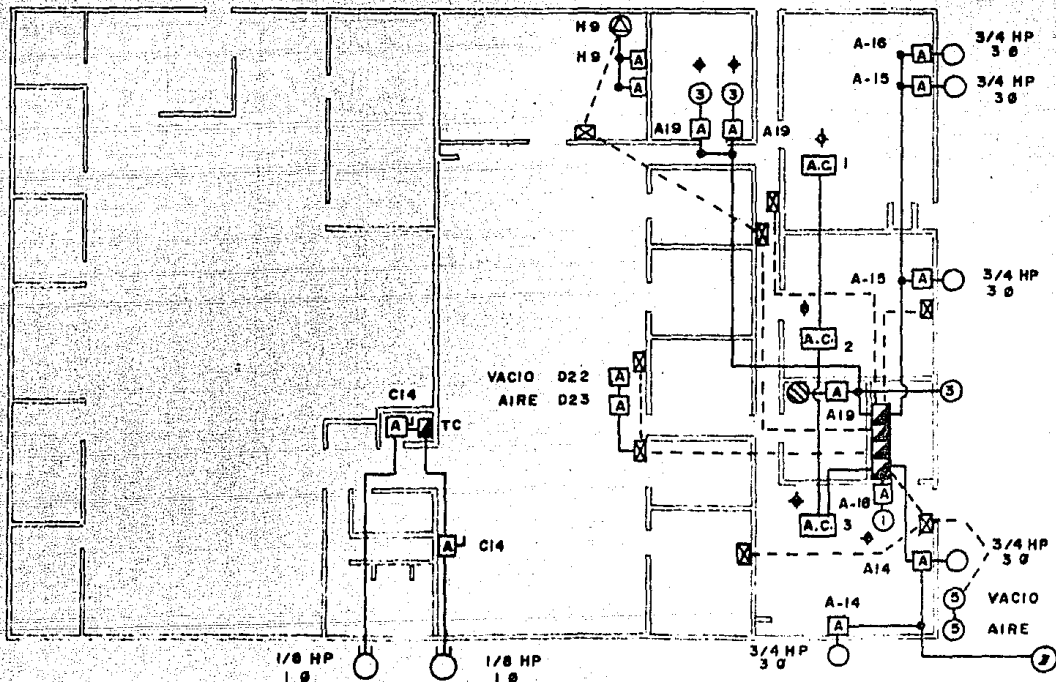




**PLANTA**

DIRECCION DE PLANEACION  
 SUBGCA. DE INVESTIGACION  
 TALL. DE MANTENIMIENTO  
 ALUMBRADO Y CONTACTOS  
 SECCION 6000

Plano CUA-6200-EL-04  
 Marzo 87 Rev 0

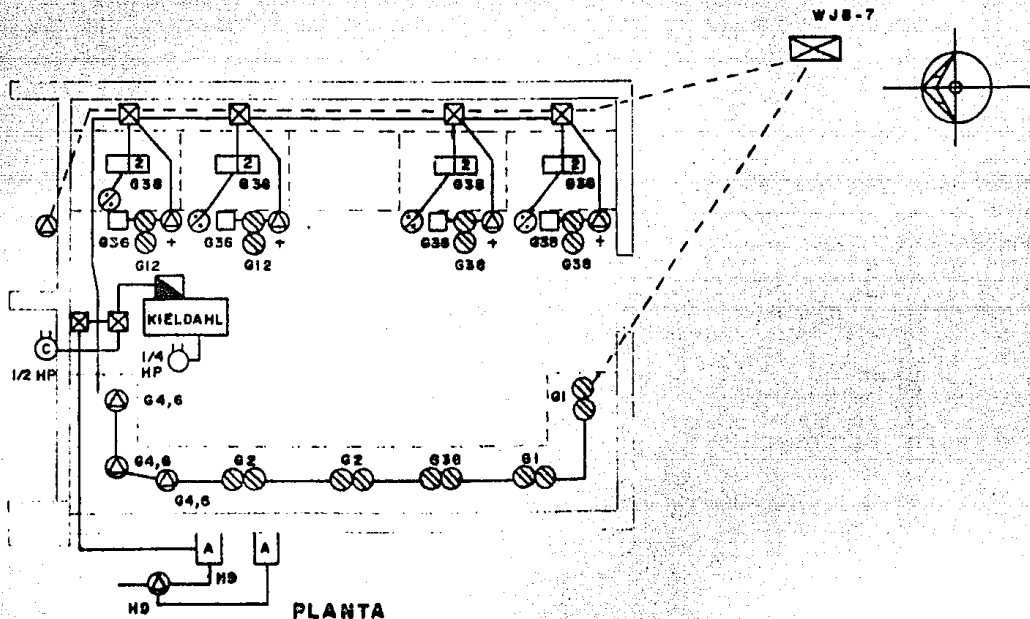


**PLANTA**

**A.C.** EQUIPO DE AIRE ACONDICIONADO (MOTOR Y RESISTENCIA)

◆ LOCALIZADO EN AZOTEA

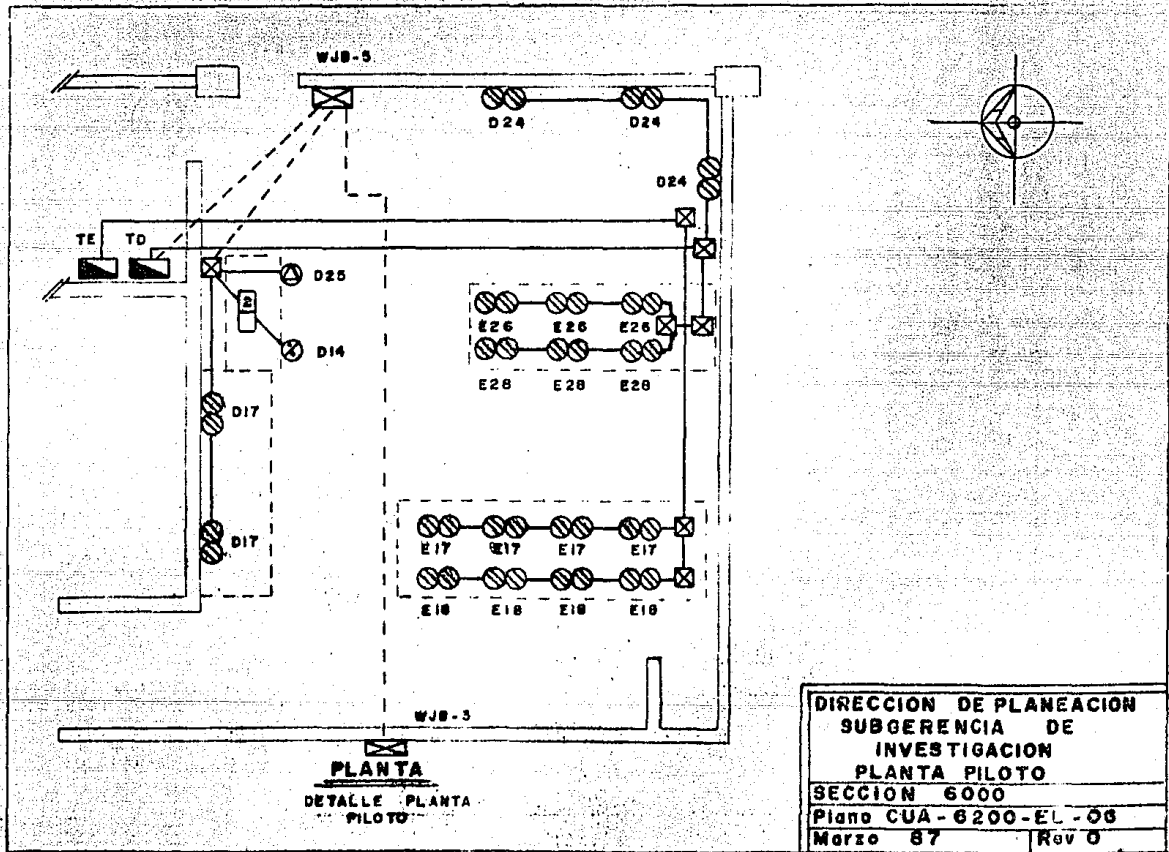
GERENCIA DE PLANEACION	
SUBGCA DE INVESTIGACION	
DISTRIBUCION DE FUERZA	
SECCION 6000	
Plano CUA-0200-EL-03	
Abril 87	Rev 0



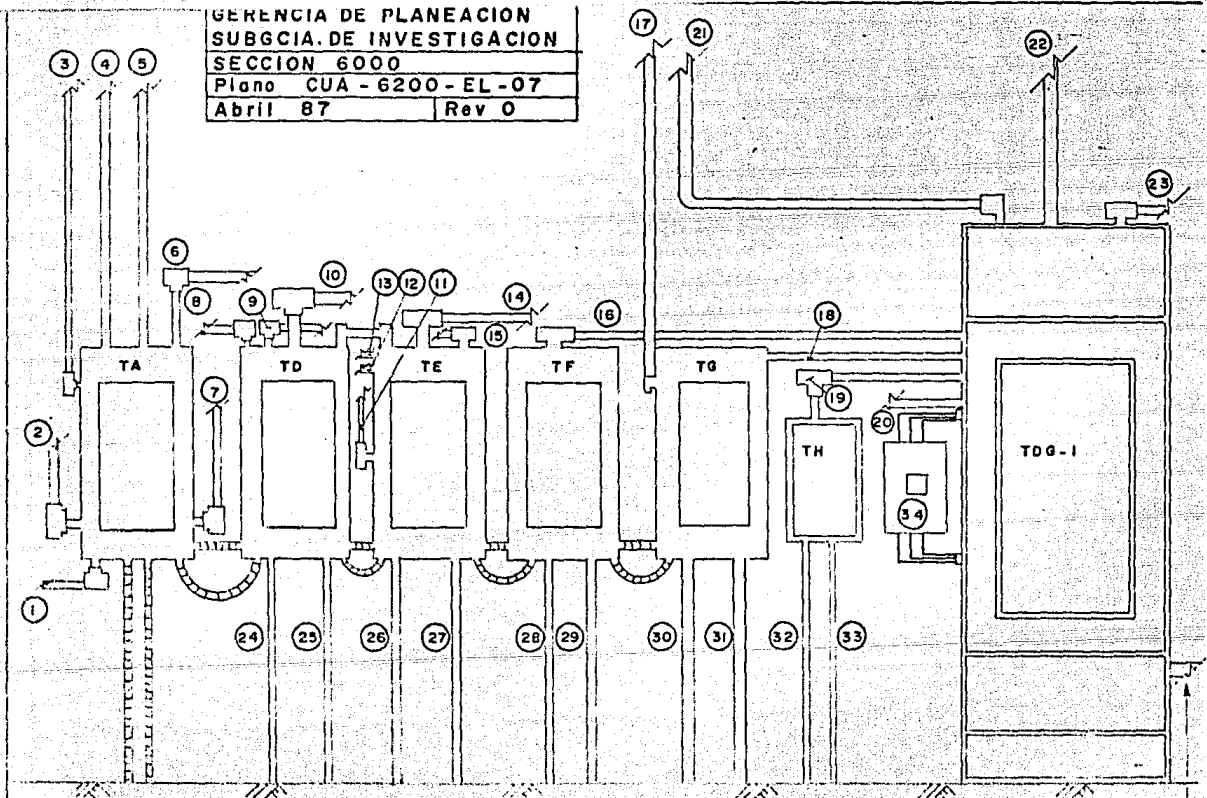
**PLANTA**  
**DETALLE CUARTO**  
**CALIENTE**

NOTA +CIRCUITO 63,13

<b>DIRECCION DE PLANEACION</b>	
<b>SUBGERENCIA DE INVESTIGACION</b>	
<b>CUARTO CALIENTE</b>	
<b>SECCION 6000</b>	
<b>Plano C/A-6200-EL-06</b>	
<b>Marzo 87</b>	<b>Rev 0</b>



GERENCIA DE PLANEACION	
SUBGCA. DE INVESTIGACION	
SECCION 6000	
Plano CUA - 6200 - EL - 07	
Abril 87	Rev 0



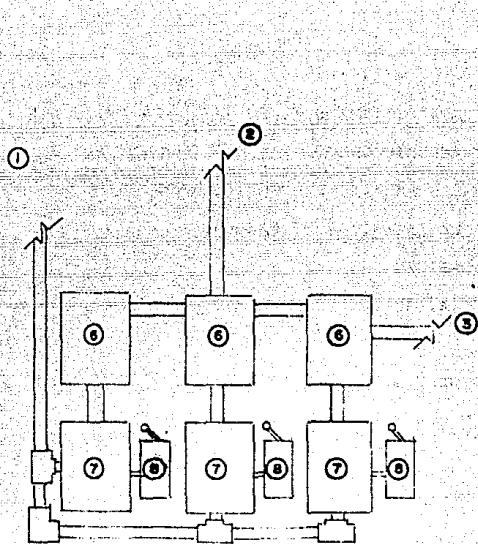
**CUARTO ELECTRICO**

VISTA ORIENTE

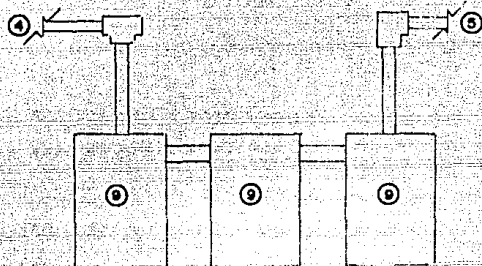
VIENE DEL REGULADOR DE  
VOLTAJE

- 1.- ALIMENTACION ARRANCADOR EXTRACTOR PARA CAMPANA (1 HP)
- 2.- ALIMENTACION A EXTRACTORES (3/4 H.P.)
- 3.- ALIMENTACION A EXTRACTORES
- 4.- ALUMBRADO PLANTA PILOTO
- 5.- ALUMBRADO LABORATORIO
- 6.- ALIMENTACION DEL TABLERO A (VIENE DEL TABLERO DE DIST. GRAL. TDG-1).
- 7.- ARRANCADORES CUARTO CALIENTE.
- 8.- ALIMENTACION CONTACTOS LABORATORIO
- 9.- ALIMENTACION CONTACTOS LABORATORIO
- 10.- ALIMENTACION DEL TABLERO D (VIENE DEL TDG-1)
- 11.- CONTACTOS PLANTA PILOTO
- 12.- ALIMENTACION A MOTOR (CLAUSUPADA)
- 13.- ALIMENTACION A REFLECTORES (PARTE EXTERIOR)
- 14.- ALIMENTACION DEL TABLERO E (VIENE DEL TDG-1)
- 15.- CONTACTOS VOLUMETRIA
- 16.- ALIMENTACION DEL TABLERO F (VIENE DEL TDG-1)
- 17.- ALIMENTACION CONTACTOS LABORATORIO
- 18.- ALIMENTACION DEL TABLERO G (VIENE DEL TDG-1)
- 19.- ALIMENTACION DEL TABLERO H (VIENE DEL TDG-1)
- 20.- ALIMENTACION ARRANCADORES (AIRE ACONDICIONADO)
- 21.- ALIMENTACION A TABLEROS B Y C EN CUARTO DE ASEO
- 22.- ALIMENTACION A TABLEPO I E INTERRUPTOR DE CUCHILLAS K (EN CUARTO DE ASEO)
- 23.- ALIMENTACION RESISTENCIAS TRIFASICAS (AIRE ACONDICIONADO)
- 24.- A CAJAS DE REGISTRO WJB-5 Y WJB-3
- 25.- ALIMENTACION A COMPRESORES (5 H.P.)
- 26.- A CAJA DE REGISTRO WJB-1
- 27.- A CAJA DE REGISTRO WJB-1
- 28.- A CAJA DE REGISTRO WJB-2
- 29.- A CAJA DE REGISTRO WJB-8
- 30.- A CAJA DE REGISTRO WJB-7
- 31.- A CAJA DE REGISTRO WJB-6
- 32.- ALIMENTACION ARRANCADORES INSTRUMENTOS I.
- 33.- A CAJA DE REGISTRO WJB-4
- 34.- INTERRUPTOR 220V (TABLERO I.)

GERENCIA DE PLANEACION	
SUBGCCIA DE INVESTIGACION	
SECCION 6000	
Plano CUA-6200-EL-08	
Abril 87	Rev 0



**PARED SUR**  
DETALLE



**PARED ESTE**  
DETALLE

GERENCIA DE PLANEACION	
SUBGCIA DE INVESTIGACION	
CUARTO ELECTRICO	
PAREDES SUR Y ESTE	
SECCION 6000	
Plano CUA - 6200 - EL-09	
Abril 87	Rev 0

- 1.- ALIMENTACION A BOMBAS PARA AIRE ACONDICIONADO (1/2, 1/4, 3/4 HP)
- 2.- ALIMENTACION A BOMBAS PARA AIRE ACONDICIONADO.
- 3.- ALIMENTACION ARRANCADORES DE BOMBAS PARA AIRE ACONDICIONADO.
- 4.- ALIMENTACION A INTERRUPTORES DE RESISTENCIAS TRIFASICAS.
- 5.- ALIMENTACION A RESISTENCIAS TRIFASICAS.
- 6.- INTERRUPTOR DE CUCHILLAS 240 V C.A. 30 AMP. 3 C.P. (TRIFASICO)
- 7.- ARRANCADOR TRIFASICO.
- 8.- INTERRUPTOR PARA MOTORES REVERSIBLES Y BOMBAS AIRE ACONDICIONADO.
- 9.- INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO 600 V.C.A., 100 AMPERES, 3 POLOS PARA RESISTENCIAS TRIFASICAS AIRE ACONDICIONADO.

GERENCIA DE PLANEACION  
SUBOCIA DE INVESTIGACION  
DESCRIPCION

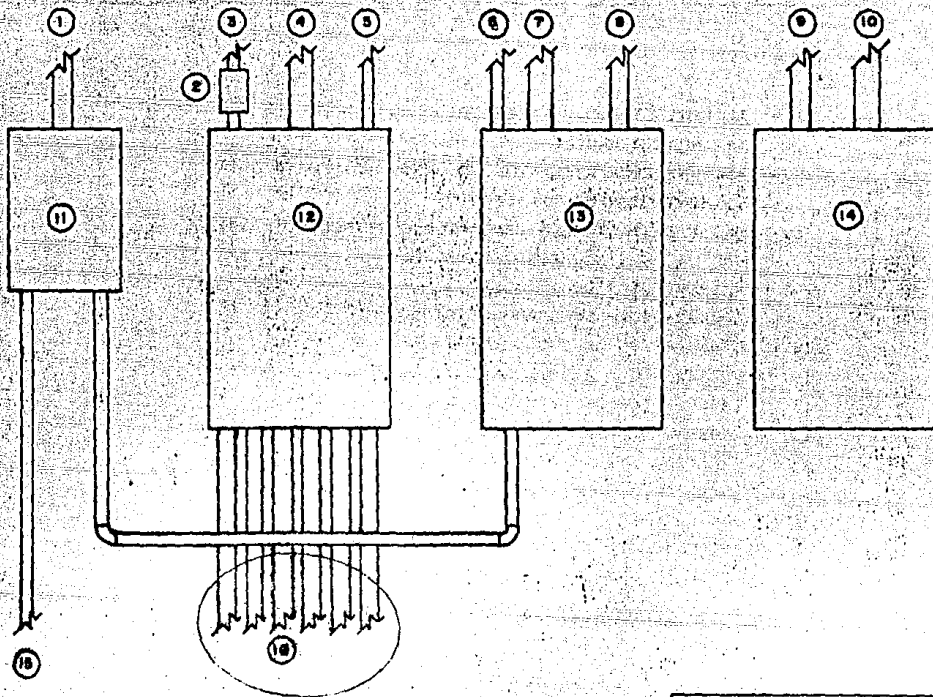
SECCION 6000

Plano CUA-6200-EL-10

Abril 87

Rev 0





DETALLE TABLEROS DE ALUMBRADO  
CUARTO DE ASEO

DIRECCION DE PLANEACION  
SUBGERENCIA DE  
INVESTIGACION

SECCION 8000

Plano CUA-6200-EL-II

Marzo 87

Rev 0

- 1.- ALIMENTACION DEL INTERRUPTOR K.
- 2.- ARRANCADOR MANUAL
- 3.- ALIMENTACION EXTRACTOR EN BASOS (CIRCUITO C-14)
- 4.- ALIMENTACION DEL TABLERO C.
- 5.- HACIA EXTRACTOR EN LABORATORIO (CIRCUITO C-14)
- 6.- SALIDA PARA ALUMBRADO EXTERIOR
- 7.- ALIMENTACION DEL TABLERO B.
- 8.- ALIMENTACION ALUMBRADO OFICINAS
- 9.- ALIMENTACION ALUMBRADO OFICINAS
- 10.- ALIMENTACION DEL TABLERO I.
- 11.- INTERRUPTOR DE CUCHILLAS K.
- 12.- TABLERO DE ALUMBRADO C.
- 13.- TABLERO DE ALUMBRADO B.
- 14.- TABLERO DE ALUMBRADO I.
- 15.- SALIDA HACIA LOS CONTACTOS PARA FOTOCOPIADORAS
- 16.- ALIMENTACION A CONTACTOS EN OFICINAS.

GERENCIA DE PLANEACION	
SUBGCIA DE INVESTIGACION	
SECCION 6000	
Plano CUA-6200-EL-12	
Abril 87	Rev 0

NEUTRO		CTO.	TABLERO	VOLT.	WATTS A FASE			AMP.	CON. MIN.	P. TERMOMAG. POLOS AMP.
(1)	(2)				A	B	C			
		1	TABLERO "K"	220				4	3 50	
(3)	(4)	2	RESISTENCIAS AIRE ACONDICIONADO	220	12000	12000	12000	4	3 100	
		3	TABLERO A ALUMBRADO LABORATORIO	220	7648.3	11273.3	11075.3	1/0	3 100	
(5)	(6)	4	TABLERO "H" COMPRESOR AA KJELDAL	220	6757.8	6944.3	4571.3	4	3 100	
		5	TABLERO "C" CONTACTOS OFICINA	220	8437	10000	8750	4	3 100	
(7)		6	TABLERO "B" ALUMBRADO OFICINAS	220	9283	2800	1100	4	3 100	
		7	INT. DE MOTORES REVERSIBLE BOMBAS AIRE ACONDICIONADO	220	373	373	373	4	3 100	
(9)		8								
		9	TABLERO "I"	220	3200	2800	1200	1/0	3 250	
(11)	(12)	10								
		11	TABLERO "D" CONTACTOS LABORATORIO COMPRESOR	220	24287	29237	21487	1/0	3 225	
(13)	(14)	12	TABLERO "g" CUARTO CALIENTE	220	70531	65231	53531	1/0	3 225	
		13	TABLERO "E" CONTACTOS LABORATORIO	220	20800	16000	33500	4	3 225	
		14	TABLERO "F" CONTACTOS INSTRUMENTOS 1,2 BALANZAS	220	16000	16000	16000	1/0	3 225	
				TOT.	178997.1	172658.6	163587.6	CARGA TOTAL 515 243 W		

A  
B  
C

3 x 800

TABLERO 3F-4H

SIC-DGE 4364 FEDERAL PACIFIC  
DESBALANCE 6.45 %

TABLERO GENERAL

GERENCIA DE PLANEACION  
SUBGECIA DE INVESTIGACION  
CUADRO DE CARGAS

SECCION 6000

Plano CUA-6200-EL-13

Abril 87

Rev 0

NEUTRO	CTO	2	2	0.75	5 HP	1	3	VOLT.	WATTS A FASE			CON. AMP. MIN.	P.T. PLO	ARRANCADOR AMP	TAMANO EL.TER.		
		2x40	75	3 Ø	Ø	3 Ø	3 Ø		A	B	C						
(1)	1	4						127	600.0			5.5	12	1	20		
(2)	2	19						127	1800.0			16.6	12	1	20		
(3)	3	8						127		600.0		7.4	12	1	30		
(4)	4	7	1					127	775.0			7.1	12	1	15		
(5)	5	18						127	1800.0			16.6	12	1	20		
(6)	6							220				12	3	15			
(7)	7		4					127	300.0			2.7	12	1	20		
(8)	8	18						127	1800.0			16.6	12	1	20		
(9)	9	19						127		1800.0		16.6	12	1	30		
(10)	10	10						127	1000.0			9.2	12	1	30		
(11)	11	9						127		900.0		8.3	12	1	20		
(12)	12		5					127		375.0		3.4	12	1	20		
(13)	13	15						127		1500.0		13.8	12	1	20		
(14)	14			3				220	559.5	559.5	559.5	5.2	12	3	15	1	84.15
(15)	15				2			220	373.0	373.0	373.0	3.5	12	3	15	1	84.15
(16)	16					1		220	186.5	186.5	186.5	1.8	12	3	15	1	84.15
(17)	17							220				12	3	15			
(18)	18						1	220	373.0	373.0		2.8	12	2	20	1	81.88
(19)	19						1	220	3481.3	3481.3	3481.3	18.4	12	3	15	1	815.15
(20)	20	20						127			2000.0	18.5	12	1	15		
CARGA TOTAL																	
TOT.		147	10	6	1	1	3	7648.3	11273.3	11075.3	29 997 W						

TABLERO 3F-4H DESBALANCE 37.06 %

TABLERO "A"

TOODS. LOS ARRANCADORES SON  
A TENSION COMPLETA

DIRECCION DE PLANEACION	
SUBGCCIA DE INVESTIGACION	
CUADRO DE CARGA	
SECCION 6000	
Plano CUA-6200-EL-14	
Abril	87
Rev	0

NEUTRO	CTO.	2	2	2	2	VOLT	WATTS A FASE			AMP	CON. MIN.	P. TERMOMAGN.	
		2x40	75	250	1725		R	2794	A			B	C
(1)	1												
(1) (2)	2	12				127	1200			11.1	12	1	15
(3) (4)	3		5			127		375		3.5	12	1	15
(5) (6)	4												
(7) (8)	5												
(7) (8)	6	11				127			1100	10.2	12	1	15
(9) (10)	7				1	127	1725			15.9	12	1	15
(9) (10)	8			1		127	5938			54.1	12	1	50
(11) (12)	9				1	127		1725		15.9	12	1	15
(13) (14)	10	7				127		700		6.5	12	1	15
	11												
	12												
	13												
	14	5				127	500			4.6	12	1	20
TOT.	35		5	1	2	2	9263	2800	1100	CARGA TOTAL 13163 W			

TABLERO 3F-4H TIPO NQD CAT. No NQD 144L DESSBALANCE 65.12 %

**TABLERO "B"**

DIRECCION DE PLANEACION  
SUBGCCIA DE INVESTIGACION  
CUADRO DE CARGA

SECCION 6000

Plano CUA-6200-EL-15

Abril 87

Rev 0

NEUTRO	CTO	⊗ 250 W	⊕ 1/8 HP	VOLTS	WATTS A FASE			AMP.	COND. MIN.	P. TERMOMAG.	
					A	B	C			POLOS	AMP.
(1) — (2)	1	8		127	2000.0			18.5	12	1	20
(3) — (4)	2	10		127	2500.0			23.1	12	1	20
(5) — (6)	3	4		127		1000		9.2	12	1	20
(7) — (8)	4	14		127		3500		32.4	12	1	20
(9) — (10)	5	6		127			1500	13.8	12	1	20
(11) — (12)	6	4		127			1000	9.2	12	1	20
(13) — (14)	7	7		127	1750.0			16.2	12	1	20
(15) — (16)	8	6		127	1500.0			13.8	12	1	20
(17) — (18)	9	6		127		1500		13.8	12	1	20
(19) — (20)	10	12		127		3000		27.7	12	1	20
	11	10		127			2500	23.1	12	1	20
	12	8		127			2000	18.5	12	1	20
	13	2		127	500.0			4.6	12	1	15
	14		2	127	186.5			1.7	12	1	20
	15	4		127		1000		9.2	12	1	15
	16										
	17	7		127			1750	16.2	12	1	15
	TOT.	108	2		6436.5	10000	8750	CARGA TOTAL 27186.5 W			

TABLERO 3F-4H

TIPO NQO

CAT. No. NQO 204L

DESBALANCE

15.63%

TABLERO "C"

DIRECCION DE PLANEACION  
SUBGCIA DE INVESTIGACION  
CUADRO DE CARGA

SECCION 6000

Plano CUA-6200-EL-16

Abril 87

Rev 0

NEUTRO	CTO	Circuit Breaker Symbols				VOLT	WATTS A FASE			AMP.	CON. MIN.	P. TERMOMAGN.		ARRANCADOR		
		2x20	1000	2000	3500		3#	A	B			C	POLOS	AMP.	TAMAÑO	EL TER.
		(2)	(1)	(2)	(3)		(5)									
(1)	1		2				127	2000.0			18.5	12		20		
(3)	2		2				127	2000.0			18.5	12		20		
(5)	3		2				127		2000.0		18.5	12		20		
(7)	4		2				127		2000.0		18.5	12		20		
(9)	5		2				127			2000.0	18.5	12		20		
(11)	6		2				127			2000.0	18.5	12		20		
(13)	7		4				127	4000.0			37.0	12		20		
(15)	8		4				127	4000.0			37.0	12		20		
(17)	9		2				127		2000.0		18.5	12		20		
(19)	10		4				127		4000.0		37.0	12		20		
(21)	11		2				127			2000.0	18.5	12		20		
(23)	12		2				127			2000.0	18.5	12		20		
(25)	13						127					10	2	20		
(27)	14		4				127	4080.0			37.5	12		20		
(29)	15				1/2		127	1750.0			13.2	12		20		
(31)	16				1/2		127		1750.0		13.2	12		20		
(33)	17		5				127		5000.0		46.3	12		20		
(35)	18						127					12		20		
(37)	19		6				127			6000.0	55.5	12		20		
(39)	20		1				127	1000.0			9.3	12		20		
(41)	21		1				127	1000.0			9.3	12		20		
(43)	22					1	220	1243.3	1243.3	1243.3	11.5	10	3	30		828.0
(45)	23					1	220	1243.3	1243.3	1243.3	11.5	10	3	30		828.0
(47)	24		6				127		6000.0		55.5	12		20		
(49)	25			4			220		4000.0		30.3	10	2	20		
(51)	26		1				127			1000.0	9.7	12		20		
(53)	27		1				127	1000.0			9.7	12		20		
(55)	28		1				127	1000.0			9.7	12		20		
TOT.	1	56	4	1	2		24286.6	29236.6	21486.6	CARGA TOTAL				75010	W	

TABLERO 3F-4H TIPO NQO  
 No. CAT. NQO 424 L  
 DESSBALANCE 26.5 %

TABLERO "D"

CUADRO DE CARGA  
 SECCION 6000  
 Plano CUA-6200-EL-17  
 Abril 87 Rev 0

NEUTRO	CTO	1000	2500	3500	400	VOLT	WATTS A FASE			AMP.	CON. MIN.	P.TERMOMAGN.	
							A	B	C			POLOS	AMP.
(1)	2					127	2000			18.5	12	1	20
(2)	2					127	2000			18.5	12	1	30
(3)	2					127		2000		18.5	12	1	20
(4)	2					127		2000		18.5	12	1	20
(5)	2					127			2000	18.5	12	1	20
(6)	2					127			2000	18.5	12	1	20
(7)	2					127	2000			18.5	12	1	20
(8)	2					127	2000			18.5	12	1	20
(9)	2					127		2000		18.5	12	1	20
(10)	2					127		2000		18.5	12	1	20
(11)	2					127		2000		18.5	12	1	20
(12)	2					127		2000		18.5	12	1	20
(13)	2					127			2000	18.5	12	1	20
(14)	2					127	2000			18.5	12	1	20
(15)	2					127	2000			18.5	12	1	20
(16)	2					127		2000		18.5	12	1	20
(17)	2					127		2000		18.5	12	1	20
(18)	1		1			127		4500		41.7	12	1	20
(19)	8					127			8000	74.1	12	1	20
(20)	8					127			8000	74.1	12	1	20
(21)					3	220	750	750		5.7	12	2	15
(22)					3	220	750	750		5.7	12	2	15
(23)	1	2				127			3500	32.4	12	1	30
(24)	1					127	1000			9.3	12	1	30
(25)													
(26)	6					127			6000	55.6			
(27)													
(28)	6					127	6000			55.6			
(29)													
TOT.	81	2	1	8			20500	16000	33500	CARGA TOTAL		70000	W

TABLERO 3F-4H TIPO N00  
 CAT. No. 424 L  
 DESBALANCE 52.23 %

TABLERO "E"

CUADRO DE CARGA	
SECCION 6000	
Plano CUA-6200-EL-18	
Abril .87	
Rev 0	



	CTO	1000	VOLT	WATTS A FASE			AMP	P. TERNOM.		
				A	B	C		MIN.	POLO	AMP.
	1	2	127	2000			18.5	12	1	20
	2	2	127	2000			18.5	12	1	20
(1)	3	4	127		4000		37.0	12	1	20
	4	2	127		2000		18.5	12	1	20
(3)	5	4	127			4000	37.0	12	1	20
	6	4	127			4000	37.0	12	1	20
(5)	7							12	1	20
(7)	8	4	127	4000			37.0	12	1	20
	9								1	20
(9)	10	2	127		2000		18.5	12	1	20
	11								1	20
(11)	12	2	127			2000	18.5	12	1	20
	13	1	127	1000			9.3	12	1	20
(13)	14	1	127	1000			9.3	12	1	20
	15	1	127		1000		9.3	12	1	20
(15)	16	4	127		4000		37.0	12	1	20
	17	4	127			4000	37.0	12	1	20
(17)	18	2	127			2000	18.5	12	1	20
	19	2	127	2000			18.5	12	1	20
(19)	20	4	127	4000			37.0	12	1	20
	21	3	127		3000		27.7	12	1	20
(21)	22									
	TOT.	48		16000	16000	16000	C-TOTAL 48 000 W			

TABLERO 3F-4H TIPO NCO No CAT. 424 L  
ALIMENTADOR CAL. 1/0 AWG DESBALANCE 0.0 %

TABLERO "F"

GERENCIA DE PLANEACION  
SUBGCIA DE INVESTIGACION  
CUADRO DE CARGA

SECCION 6000

Plano CUA-6200-EL-19

Abril 87

Rev 0

NEUTRO		CTO	2 2x20	2 2x40	4 150	/	/	/	/	/	VOLT	WATTS A FASE			AMP	CON. MIN.	P.TERMIN.	
												A	B	C			POLO	AMP.
(1)	(2)	1									127	10000			92.6	8	1	30
		2										10000			92.6	10	1	30
(3)	(4)	3											13000		120.4	10	1	30
(5)	(6)	4											6000		55.6	8	1	30
(7)	(8)	5														12	1	30
(9)	(10)	6												6000	55.6	8	1	30
(11)	(12)	7														10	1	20
(13)	(14)	8														12	1	20
		9														10	1	20
(15)	(16)	10												6000	55.6	12	1	20
(17)	(18)	11													64.8	10	1	20
		12												7000	37.0	12	1	30
(19)	(20)	13												4000				
(21)	(22)	14										8000			74.1	10	1	20
(23)	(24)	15										1000			9.3	12	1	20
(25)	(26)	16											2000		18.5	12	1	20
		17											1000		9.3	10	1	20
(27)	(28)	18													9.3	10	1	20
(29)	(30)	19												3000	27.8	10	1	20
		20										10000				12	1	20
		21										5000			46.3	10	1	30
(31)	(32)	22												10000	92.6	12	1	20
		23												10000	92.6	12	1	20
		24													92.6	10	1	20
		25											10000		92.6	10	1	20
		26										10000			92.6	10	1	20
		27	4	2										5700	52.8	10	1	20
		28												5000	46.3	10	1	20

TABLERO "G"  
PRIMERA PARTE

+ CIRCUITOS QUE ALIMENTAN

• EL MISMO CONTACTO

SUBGCIA DE INVESTIGACION  
CUADRO DE CARGA

SECCION 6000

Plano CUA-6200-EL-20

Abril 87

Rev 0

CTO	2	2	4	1000	2500	4000	2794	VOLT	WATTS A FASE			AMP	CON. MIN.	P. TERMOMA.	
	2x20	2x40	150		2				A	B	C			POLOS	AMP.
29					2						5000	46.3	10	1	20
30				2							2000	18.5	10	1	20
31		4		10		1	1	220	5731	5731	5731	53.1	10	3	40
32								127					10	1	30
33															
34													10	1	30
35															
36													10	1	20
37															
38	4			2				220	800	800	800	7.4	10	3	40
TOT.	4	8	2	33	48	8	1		70531	65231	53831	CARGA TOTAL			189 293

TABLERO 3F-4H TIPO NQO CAT. No. NQO 424 L DESBALANCE 18.43 %

**TABLERO "G"**  
SEGUNDA PARTE

DIRECCION DE PLANEACION  
SUBGCA DE INVESTIGACION  
CUADRO DE CARGA

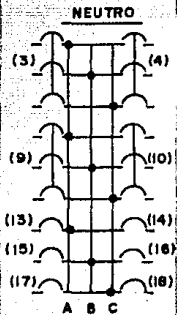
SECCION 6000

Plano CUA-6200-EL-21

Abril 87

Rev 0

CTO	1000	2238	1/4HP	1/2HP	KJ	VOLT	WATTS A FASE			AMP.	CON. MIN.	P.T.		ARRANCADOR			
							A	B	C			POLO	AMP.	TAM.	ETER.	TENS.	
					1	220	2333.3	2333.3	2333.3	21.6	8	3	30				
					1	220	186.5	186.5		1.4	12	3	15				
		2				220	1492.0	1492.0	1492.0	13.8	12	3	15	1	83.30	X	
		1				220	746.0	746.0	746.0	6.9	12	3	15				
	2					127	2000.0			18.5	12	1	20				
						127					12	1	20				
	2					127		2000.0		18.5	12	1	20				
			1			127		186.5		1.7	12	1	20				
						127					12	1	20				
						127					12	1	20				
TOT.	4	3	1				6787.6	6944.3	4571.3	CARGA TOTAL			18273 W				



TABLERO 3F-4H DESBALANCE 32.35 %

TABLERO "H"

DIRECCION DE PLANEACION  
SUBGCIA DE INVESTIGACION  
CUADRO DE CARGA

SECCION 6000

Plano CUA-6200-EL-22

Abril 87

Rev 0

NEUTRO	CTO	2	3	VOLT	WATTS A FASE			AMP.	CON. MIN.	P. TERMOMA.	
		2x40	75		A	B	C			POLO	AMP.
1	2	4		127	400			5.7	12	1	15
2	3										
3	4		4	127		300		2.8	12	1	15
4	5										
5	6	12		127			1200	11.1	12	1	15
6	7	10		220	900	900		8.3	12	2	15
7	8										
8	9										
9	10	18		127		1800		14.8	12	1	15
10	11										
11	12										
12	13	10		127	1900			17.6	12	1	20
13	14										
TOT.	69	4			3200	2800	1200	C. TOTAL	7200 W		

TABLERO 3F.4H TIPO NQO CAT. No. NQO 144L  
ALIMENTADORES CAL. No. 4 AWG. DESBALANCE 62.5 %

TABLERO "1"

DIRECCION DE PLANEACION  
SUBGCIA DE INVESTIGACION  
CUADRO DE CARGA

SECCION 6000

Plano CUA-6200-EL-23

Abril 87

Rev 0

### 1.2.6.- SECCION 7000 DIRECCION DE PLANEACION

El edificio donde se encuentra actualmente laborando la Dirección de Planeación, fué acondicionado para funcionar como oficinas.

En este acondicionamiento únicamente se colocaron luminarios nuevos de 2 x 20 watts. en cada salida para alumbrado, se colocaron contactos nuevos en cada salida para ellos. Se instalaron nuevas líneas para contactos en el piso en la planta baja y en el primer piso. Estas líneas se encuentran conectados a dos nuevos centros de carga (TM, TO), cada circuito derivado cuenta con protección termomagnética, que se discutirá mas adelante.

En los planos de planta de cada nivel del edificio, se pueden consultar en las siguientes páginas (Plano CUA-7200-EL-01 a 09).

Análisis de cada uno de los cuadros de carga de los diferentes tableros instalados actualmente en el edificio.

#### TABLERO TL (Plano CUA-7200-EL-11)

Este tablero se encuentra instalado en la planta baja del edificio, de este centro de carga se alimentan a los luminarios fluorescentes e incandescentes, además, de contactos monofásicos. Para el cálculo de la corriente que soportará cada circuito para contactos, se consideró que cada contacto tendría una carga de 200 watts. Las corrientes se calcularon utilizando las fórmulas para el empleo de sistemas monofásicos y los resultados se pueden consultar en el cuadro de carga. Se ha observado que este tablero es poco confiable ya que los interruptores de cada circuito derivado no realizan su función de protección, debido a que no poseen valor nominal de corriente para interrumpir el flujo eléctrico en caso de un corto circuito o sobrecarga, siendo en este caso simplemente apagadores. En la planta baja es necesario hacer los siguientes cambios:

Cambiar el actual centro de carga por un tablero de alumbrado de 12 circuitos derivados con alimentación trifásica e interruptores termomagnéticos con capacidad para 15 amperes, sustituir el cable

viejo de los circuitos por cable nuevo del calibre No. 12 que soporta una corriente máxima de 20 amperes, además, de realizar el correcto desbalance entre fases, puesto que el actual porcentaje de desbalance entre fases de este tablero (21.27%) es totalmente inadecuado. El calibre de los alimentadores de este centro de carga es el adecuado para el valor de corriente que demandará.

TABLERO TM (Plano CUA-7200-EL-12)

Este tablero se instaló en la remodelación del edificio, controla únicamente contactos empotrados en el piso de la planta baja y -- parte del primer piso. En este estudio se considera para los -- cálculos respectivos una carga de 200 watts por cada uno de los -- contactos. Al revisar el cuadro de cargas correspondiente a este tablero, observamos que no se consideró el desbalance entre fases correcto (5% máximo). La capacidad de los interruptores termomagnéticos a este nivel de potencia se rebasan en forma considerable.

Es necesario estar conciente que en algún determinado momento pueden abrirse los interruptores por una sobrecarga y es necesario -- para evitar estas interrupciones seleccionar termomagnéticos de -- una capacidad mayor, sobre el calibre de los cables, se consideran adecuados.

TABLERO TN (Plano CUA-7200-EL-13)

Este tablero tiene las mismas características que el centro de -- carga TL, por lo tanto deben tomarse en cuenta las recomendaciones que se dan para este tablero.

TABLERO TO (Plano CUA-7200-EL-14)

Desde este tablero se controlan los contactos en el piso y algunos luminarios del primer nivel. Este centro de carga se instaló en la remodelación del edificio, para este caso es necesario realizar el desbalance entre fases adecuado, la capacidad de los interruptores y el calibre de los conductores son correctos a excepción del circuito No. 3 en el cual es necesario distribuir parte de la carga en otro circuito.

TABLERO TP (Plano CUA-7200-EL-15)

Este tablero controla el alumbrado y los contactos del segundo pi so; considerando una potencia de 200 watts máxima por contacto se calcularon las corrientes por cada uno de los circuitos derivados y se indican estos valores en el cuadro de cargas. Para este caso se recomienda cambiar este tablero por un centro de cargas QO-8 y repartir la potencia de los circuitos a niveles manejables, esto es de 20 o 30 amperes.

TABLERO TQ (Plano CUA-7200-EL-15)

Con este tablero se controla el alumbrado y los contactos del ter cer piso. se sugiere cambiar este tablero por un centro de carga QO-8 y colocar interruptores termomagnéticos de las siguientes ca pacidades.

<u>CIRCUITO No.</u>	<u>CALIBRE DEL CONDUCTOR</u>	<u>CAPACIDAD INTERRUPTOR</u>
1	12	20
2	8	40
3	12	20
4	-	-
5	10	30
6	12	15
7	-	-
8	-	-

La corriente que demandará cada circuito, se indican en el cuadro de cargas.

TABLERO GENERAL TK (Plano CUA-7200-EL-10)

En este tablero se concentra la carga de los seis tableros ante-- riores. El primer problema que se observa en este tablero es el desbalance entre las fases que es del 53.16%, además, una protec-- ción por medio de fusibles que es la única de 4 de los 6 tableros de esta sección.



Ahora se calculará la corriente que demandará cada tablero y se emplearán las siguientes relaciones:

$$W = 3 \text{ En } I \cos \theta \quad \text{Para circuitos de } 3F - 4H.$$

$$W = 2 \text{ En } I \cos \theta \quad \text{Para circuitos de } 2F - 3H.$$

Aclaración: Para estos cálculos se considerará que los tableros tienen un desbalance entre fases adecuado (máximo 5%) por tanto estos valores de corriente únicamente servirán para tener una idea del valor de la protección del circuito.

$$\text{CIRCUITO No. 1 TABLERO N} \quad I = \frac{8,125}{(3)(127)(0.85)} = 25.1 \text{ Amps.}$$

$$\text{CIRCUITO No. 2 TABLERO L} \quad I = \frac{6,450}{(3)(127)(0.85)} = 19.9 \text{ Amps.}$$

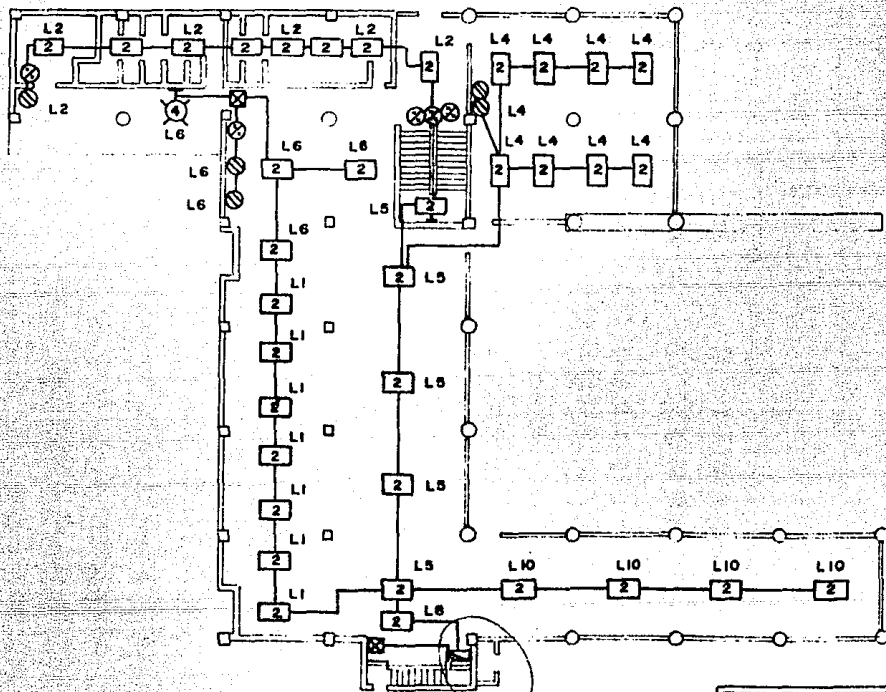
$$\text{CIRCUITO No. 3 TABLERO O} \quad I = \frac{11,700}{(2)(127)(0.85)} = 54.19 \text{ Amps.}$$

$$\text{CIRCUITO No. 4 TABLERO Q} \quad I = \frac{11,250}{(3)(127)(0.85)} = 34.7 \text{ Amps.}$$

$$\text{CIRCUITO No. 5 TABLERO P} \quad I = \frac{12,450}{(3)(127)(0.85)} = 38.44 \text{ Amps.}$$

$$\text{CIRCUITO No. 6 TABLERO M} \quad I = \frac{21,600}{(2)(127)(0.85)} = 100.05 \text{ Amps.}$$

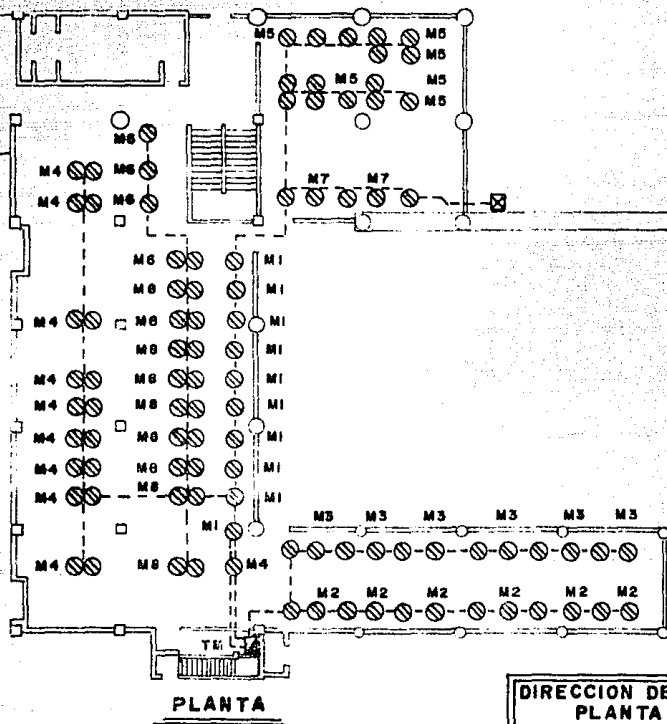
Al analizar los valores de corriente que demandará cada tablero se puede ver, que en dos tableros la protección de estos resulta insuficiente (TO, TK) y para los cuales es necesario cambiar el valor de los fusibles de 60 a 100 amperes, para el resto de los tableros puede seguirse utilizando los valores de las protecciones actuales.



**PLANTA**

VER DETALLE DE  
LA SUBSTACION  
CUA-7200-EL-16

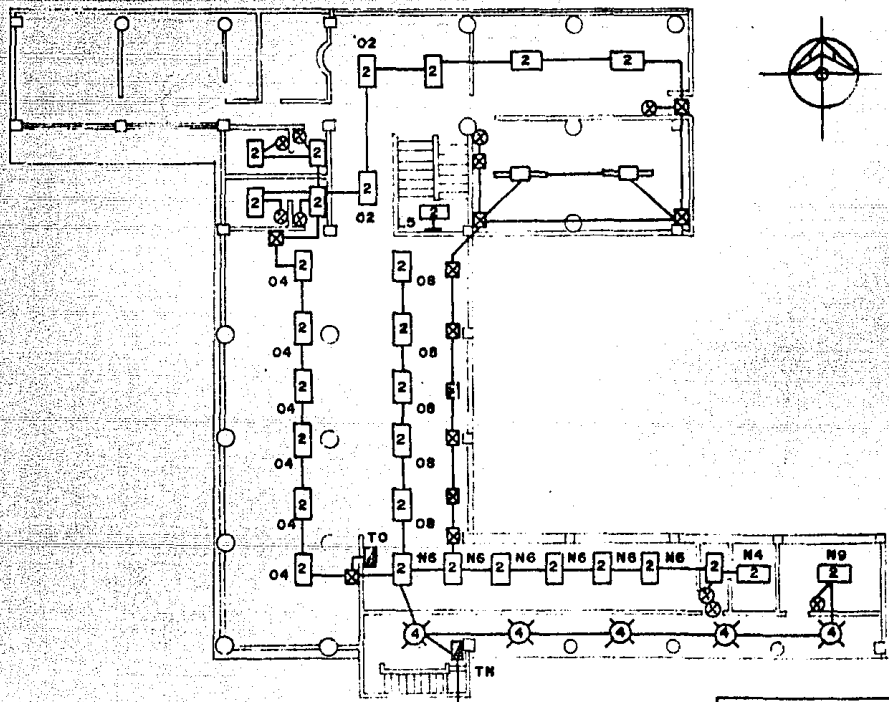
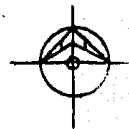
<b>DIRECCION DE PLANEACION</b>	
<b>PLANTA BAJA</b>	
<b>ALUMBRADO</b>	
<b>SECCION 7000</b>	
<b>Plano CUA-7200-EL-01</b>	
<b>Marzo 87</b>	<b>Rev 0</b>



DIRECCION DE PLANEACION  
PLANTA BAJA  
CONTACTOS

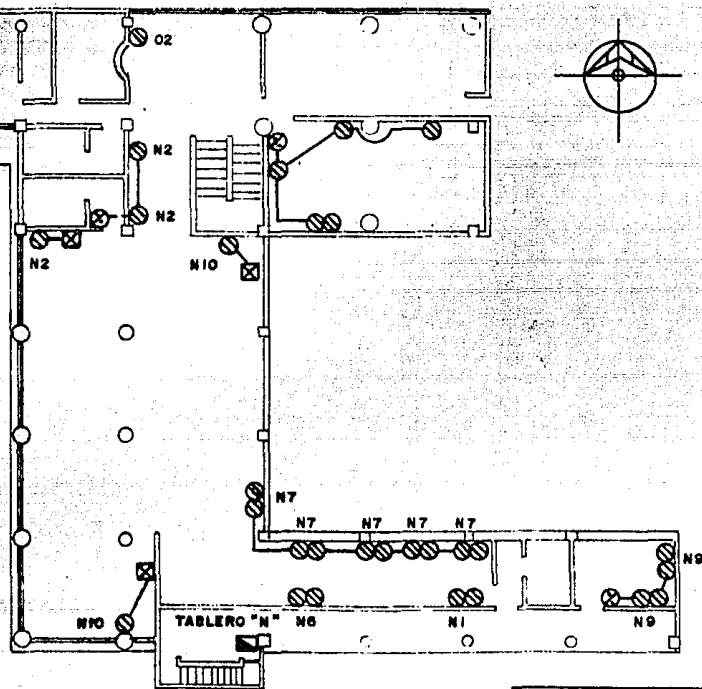
SECCION 7000  
Plano CUA-7200-EL-02

Marzo 87 Rev 0



PLANTA

<b>DIRECCION DE PLANEACION PRIMER PISO ALUMBRADO</b>	
<b>SECCION 7000</b>	
Plano CUA-7200-EL-03	
Marzo 87	Rev 0



**PLANTA**

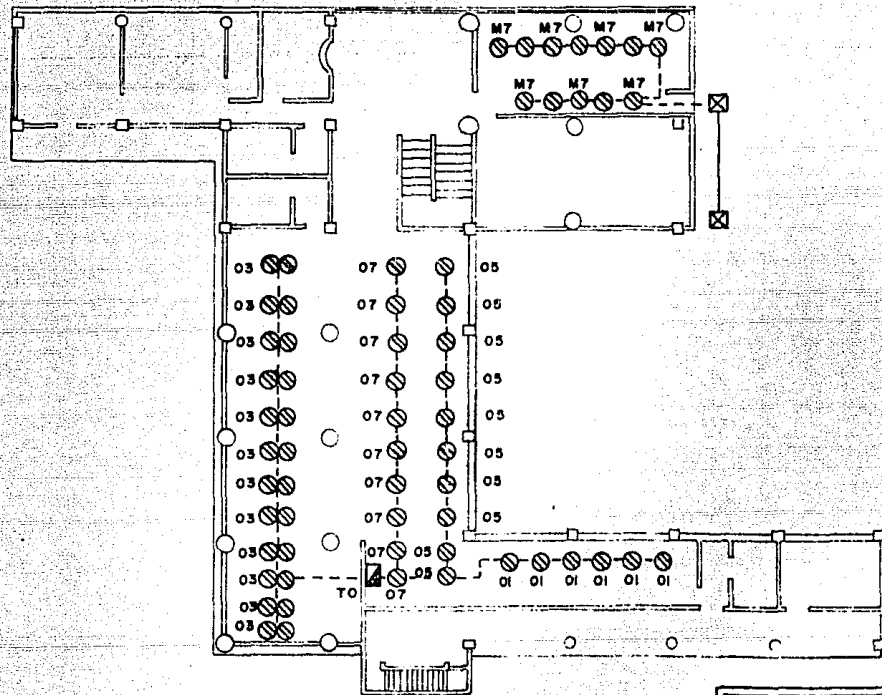
**DIRECCION DE PLANEACION  
PRIMER PISO  
CONTACTOS (PARED)**

**SECCION 7000**

**Plano CUA-7200-EL-04**

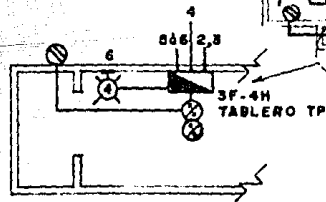
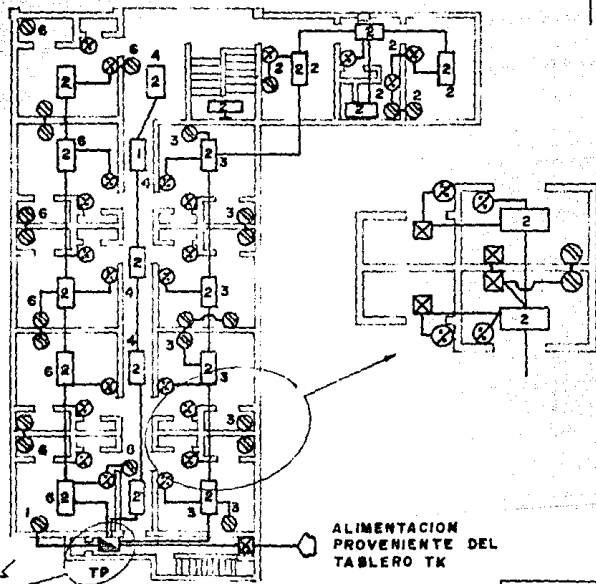
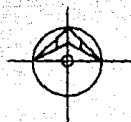
**Marzo 87**

**Rev 0**



**PLANTA**

<b>DIRECCION DE PLANEACION</b>	
<b>PRIMER PISO</b>	
<b>CONTACTOS (PISO)</b>	
<b>SECCION 7000</b>	
<b>Plano C/A-7200-EL-05</b>	
<b>Merzo 67</b>	<b>Rev 0</b>

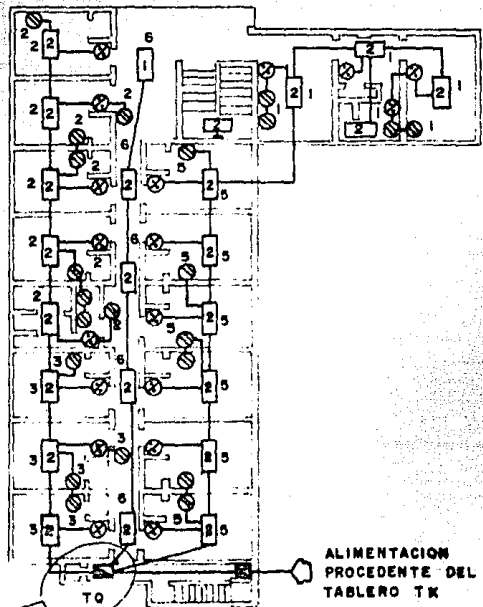
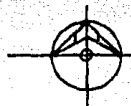


### PLANTA

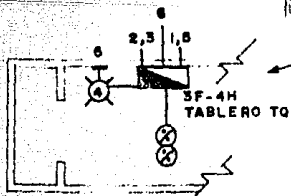
⊗ EN CADA SALIDA  
CONSIDERAR 2 CONTACTOS

ALIMENTACION  
PROVENIENTE DEL  
TABLERO TK

DIRECCION DE PLANEACION SEGUNDO PISO ALUMBRADO Y CONTACTOS SECCION 7000	
Plano CUA-7200-EL-08	
Marzo 87	Rev 0



ALIMENTACION  
PROCEDENTE DEL  
TABLERO TK

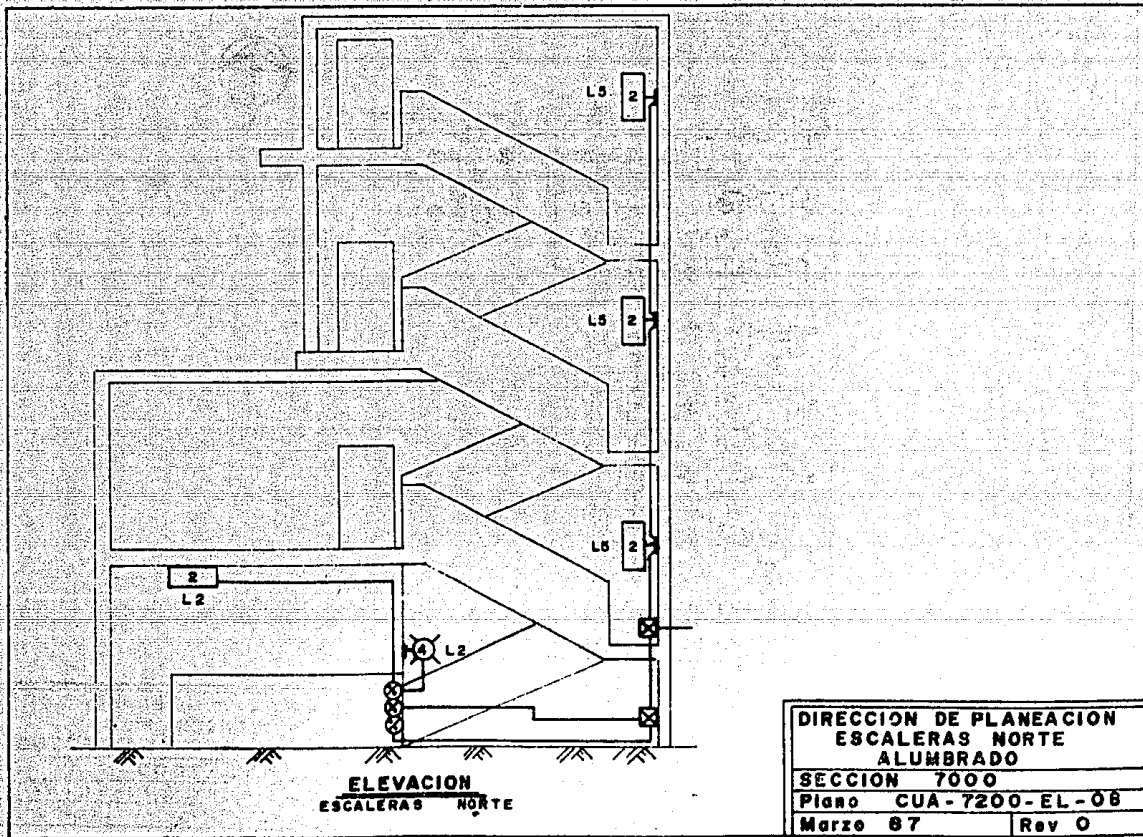


**PLANTA**

⊗ EN CADA SALIDA  
CONSIDERAR 2 CONTACTOS

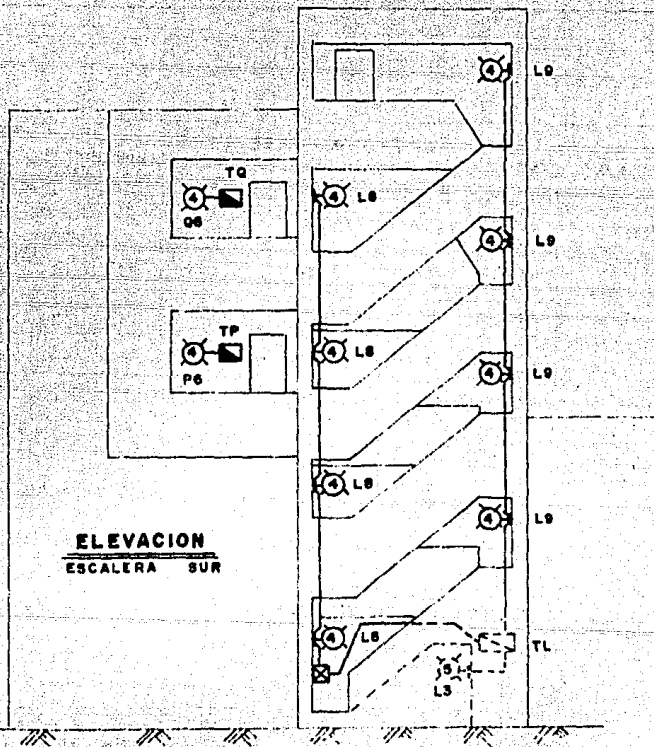
DIRECCION DE PLANEACION	
TERCER PISO	
ALUMBRADO Y CONTACTOS	
SECCION 7000	
Plano CUA-7200-EL-07	
Marzo 87	Rev 0





**ELEVACION  
ESCALERAS NORTE**

**ELEVACION**  
**ESCALERA SUR**



DIRECCION DE PLANEACION  
ESCALERAS SUR  
ALUMBRADO

SECCION 7000

Plano CUA-7200-EL-09

Marzo 87

Rev 0

CTO	TABLERO	VOLT	WATTS A FASE			AMPS.	COND. MIN.	PROTECCION FUSIBLES	
			A	B	C			POLOS	AMP.
			1	M	220			1900	3300
2	L	220	2250	1850	2350	10	3	60	
3	O	220		3800	7900	10	2	60	
4	Q	220	5650	3700	1900	10	3	60	
5	P	220	5800	1600	5050	10	3	60	
6	M	220		8400	13200	10	2	60	
TOT.	6		15600	22650	33325	CARGA TOTAL 71575 W			

TABLERO SF-4H DESBALANCE 53.18 %

TABLERO GENERAL TK

DIRECCION DE PLANEACION	
CUADRO DE CARGA	
SECCION 7000	
Plano CUA-7200-EL-10	
Marzo 87	Rev 0

NEUTRO	CTO	150 W	150 W	200W	2x40	VOLTS	WATTS A FASE			AMP.	CON. MIN.	P.TERMO.	
							A	B	C			POLS	AMP.
(5)	1				7	127	700			6.4	12	1	
(6)	2		1	1	8	127		1150		10.6	12	1	
(7)	3	1				127			150	1.3	12	1	
(8)	4			2	8	127			1200	11.1	12	1	
(9)	5				7	127	700			6.4	12	1	
(10)	6	1		2	3	127	850			7.8	12	1	
	7					127							
	8	4			1	127		700		6.4	12	1	
	9	4				127			600	5.5	12	1	
	10				4	127			400	3.7	12	1	
	TOT.	10	1	5	38		2250	1850	2360	C.TOTAL	6450	W	

TABLERO 3F-4H

DESBALANCE 21.27 %

ALIMENTADORES CAL. No. 10 AWG

TABLERO TL

DIRECCION DE PLANEACION  
CUADRO DE CARGA  
PLANTA BAJA

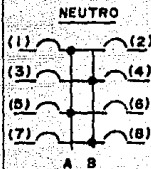
SECCION 7000

Plano CUA-7200-EL-II

Marzo 87

Rev 0

	CTO.	200W	VOLTS	WATTS FASE		AMP.	COND MIN.	P. TERMO.	
				A	B			PLO	AMP.
(1) (2)	1	10	127	2000		18,8	10	1	20
(3) (4)	2	12	127	2400		22,2	10	1	20
(5) (6)	3	12	127		2400	22,2	10	1	20
(7) (8)	4	19	127		3800	35,2	10	1	20
	5	18	127	3000		27,7	10	1	20
	6	5	127	1000		9,2	10	1	20
	7	17	127		3400	31,4	10	1	20
	8	18	127		3600	33,3	10	1	20
TOT.	108			8400	13200	C.TOTAL 21 600 W			



TABLERO 2F-3H TIPO Q08 DESBALANCE 36,36 %

TABLERO TM

DIRECCION DE PLANEACION  
 CUADRO DE CARGA  
 CONTACTOS PLANTA BAJA  
 SECCION 7000  
 Plano CUA-7200-EL-12  
 Marzo 87 Rev 0

NEUTRO	CTO	2	150 W	150 W	200 W	WATTS A FASE			AMP	CON. MIN.	P. TERMO.		VOLT
		2x40				2x75	A	B			C	PLO	
(5)	1	2			2	500			5.5	12	1		127
(6)	2	4			3		1000		9.2	12	1		127
(7)	3	3	2					675	6.2	12	1		127
(8)	4	2						200	1.8	12	1		127
(9)	5	5				500			4.6	12	1		127
(10)	6	4			2	800			7.4	12	1		127
	7				10		2000		18.5	12	1		127
	8			2			300		2.7	12	1		127
	9	1		5	4			1650	15.2	12	1		127
	10				2			400	3.7	12	1		127
	TOT.	21	2	5	2	23	1900	3300	2925	C.TOTAL	8125	W	

TABLERO 3F-4H DESBALANCE 42.42 %

ALIMENTADORES CAL.No. 10 AWG

TABLERO TN

DIRECCION DE PLANEACION  
CUADRO DE CARGA  
PRIMER PISO

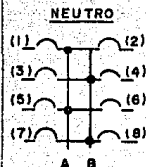
SECCION 7000

Plano CUA-7200-EL-13

Marzo 87

Rev 0

	CTO.	2	⊗	VOLTS	WATTS A FASE		AMP.	CON. MIN.	P. TERMO.	
					A	B			PLUS	AMP.
(1) (2)	2x40	6		127	1200		11.1	10	1	30
(3) (4)	2	2		127	600		5.5	10	1	15
(5) (6)		24		127		4800	44.4	10	1	30
(7) (8)	6			127		600	5.5	10	1	20
		10		127	2000		18.5	10	1	20
				127				10	1	15
		10		127		2000	18.5	10	1	30
	5			127		500	4.6	10	1	15
TOT.	13	82			3800	7900	C.TOTAL 11700 W			



TABLERO RF-3H TIPO Q08 DESBALANCE 51.89 %

TABLERO TO

DIRECCION DE PLANEACION  
 CUADRO DE CARGA  
 CONTACTOS PRIMER PISO  
 SECCION 7000  
 Plano CUA-7200-EL-14  
 Marzo 87 Rev 0

NEUTRO	CTO.	2x40	200W	150W	VOLT	WATTS A FASE			AMP.	CON. MIN.	P.TERMOM. PLOS	AMP.
						A	B	C				
1	2				127	400			3.7	12	1	
2	4				127		1600		14.8	12	1	
3	8				127			4400	40.7	12	1	
4	5			1	127			650	6.0	12	1	
5					127							
6	10				127	5400			50.0	12	1	
7					127							
A B C	TOT.	27	48	1		5900	1600	5050	C.TOTAL	12450	W	

TABLERO 3F-4H DESBALANCE 72.4% ALIMENTADORES CAL. No. 10 AWG.

**TABLERO TP**

SEGUNDO PISO

NEUTRO	CTO.	2x40	200W	150W	VOLT	WATTS A FASE			AMP.	CON. MIN.	P.TERMOM. PLOS	AMP.
						A	B	C				
1	4				127	2000			18.5	12	1	
2	5				127		3700		34.2	12	1	
3	3				127			1900	17.6	12	1	
4					127							
5	6				127	3000			27.8	12	1	
6	5			1	127	650			6.0	12	1	
7												
A B C	TOT.	23	44	1		5650	3700	1900	C.TOTAL	11250	W	

TABLERO 3F-4H DESBALANCE 66.33% ALIMENTADORES CAL. No. 10 AWG

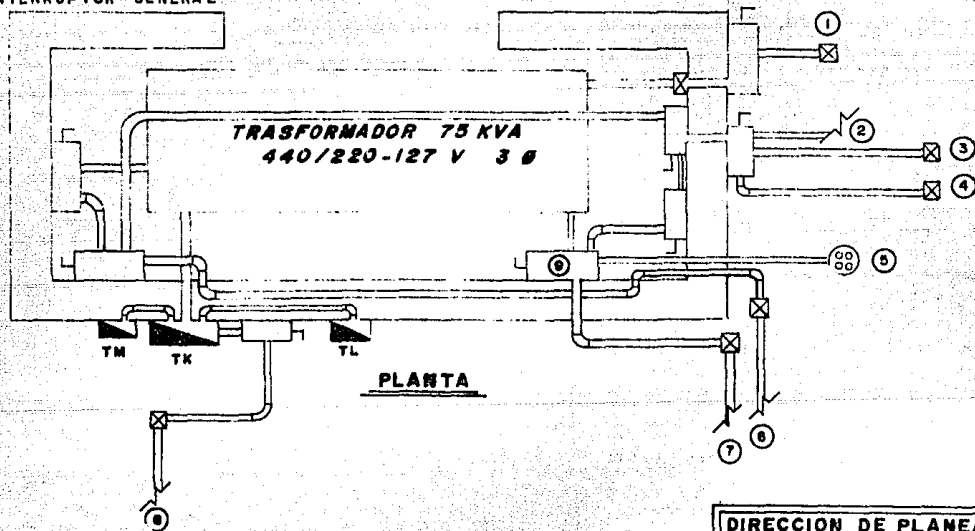
**TABLERO TQ**

TERCER PISO

DIRECCION DE PLANEACION	
CUADRO DE CARGA	
SEGUNDO Y TERCER PISO	
SECCION 7000	
Plano CUA-7200-EL-15	
Marzo 87	Rev 0



- 1 ALIMENTACION DEL TABLERO TKJ DEL LAB. DE EDAFOLOGIA.
- 2 SALIDA HACIA LAB. EDAFOLOGIA (ANEXO), INTENDENCIA, VIGILANCIA, PUERTA 1.
- 3 LINEA HACIA LAVANDERIA.
- 4 LINEA AL CUARTO DE CALDERA.
- 5 SALIDA PARA SOLDADORA,
- 6 LINEA DISPONIBLE.
- 7 SALIDA PARA SOLDADORA Y EXTRACTOR EN LAB. DE EDAFOLOGIA.
- 8 ALIMENTACION AL TABLERO TA EN LAB. DE EDAFOLOGIA.
- 9 INTERRUPTOR GENERAL



DIRECCION DE PLANEACION	
DETALLE SUBESTACION	
SECCION 7000	
Plano CUA-7200-EL-16	
Marzo 87	Rev 0

### 1.2.7.- SECCION 8000 LABORATORIO DE EDAFOLOGIA

El Laboratorio de Edafología se encuentra distribuido en dos partes. La primera que es la que cuenta con la mayor carga instalada, se encuentran en el primer piso del edificio de Planeación; - la segunda parte se localiza en un anexo a un costado de la Dirección de Planeación.

De la primera sección del Laboratorio, se procedió a realizar el levantamiento de la carga instalada. Primeramente se dibujaron - los planos de planta del Laboratorio, en los cuales se indicarán las instalaciones eléctricas. A continuación se realizaron cuadros de carga en los cuales se concentrará la información de la - potencia instalada por circuito, así como los calibres de los con ductores, protecciones termomagnéticas por circuito derivado, potencia por fase y la total que sostiene el tablero (Plano CUA---- 8200-EL-03) Analizando el cuadro de cargas podemos ver los siguien tes detalles:

En los circuitos 1, 4, 6, 8, la capacidad de los interruptores -- termomagnéticos, se han superado y es necesario cambiar los interruptores por unos de mayor capacidad o dividir la potencia que - soportan en más circuitos como, por ejemplo el No. 6 que tiene -- una capacidad para 30 amperes y la corriente que se le demandará es de 83.4 amperes, este valor es muy elevado para un circuito mo nofásico al cual se le debe demandar una corriente máxima de 40 - amperes, por tanto es necesario dividir esta intensidad en tres - circuitos con una capacidad de 30 amperes máximo para cada uno.

El desbalance entre fases de este tablero es del 7.05%, que aún - bajo es superior al recomendado, es indispensable el correcto des balance entre fases.

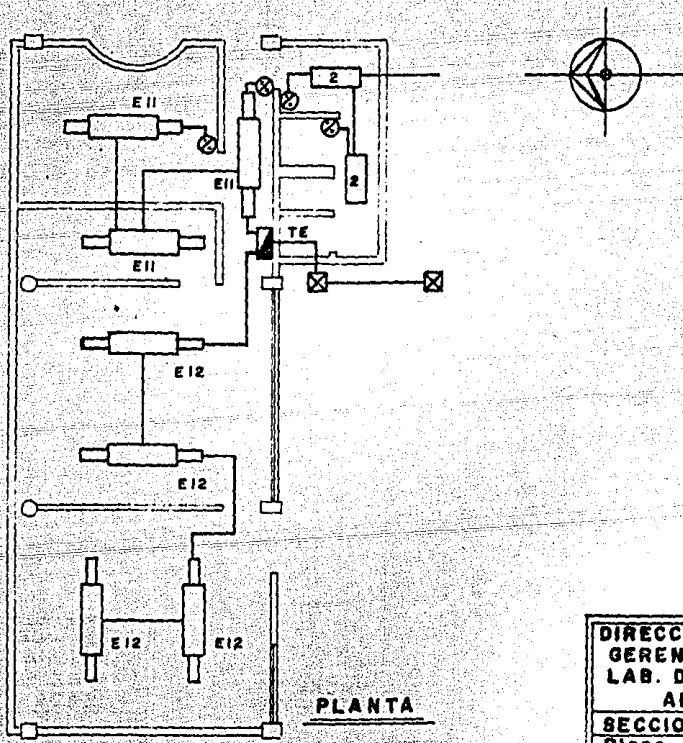
Esta sección del Laboratorio cuenta con dos tableros (tablero "E" para alumbrado y contactos y el "KJ" que se utiliza para la alimen tación del Kjeldahl), suministrándoseles energía eléctrica desde el transformador de 75 KVA. Para contar con un plano de planta - donde se indicaran las direcciones de los tubos conduits que contienen los cables alimentadores, se desarrollo el plano CUA-82000-

EL-05, en el cual podemos observar la instalación de estos circuitos.

La segunda parte del Laboratorio, es el anexo (ver plano CUA-8200-EL-06) a esta sección es necesario realizar un proyecto de modernización total de su instalación eléctrica, ésto debido a que este anexo fué adaptado de una casa habitación a Laboratorio, por lo tanto esta instalación es muy poco confiable.

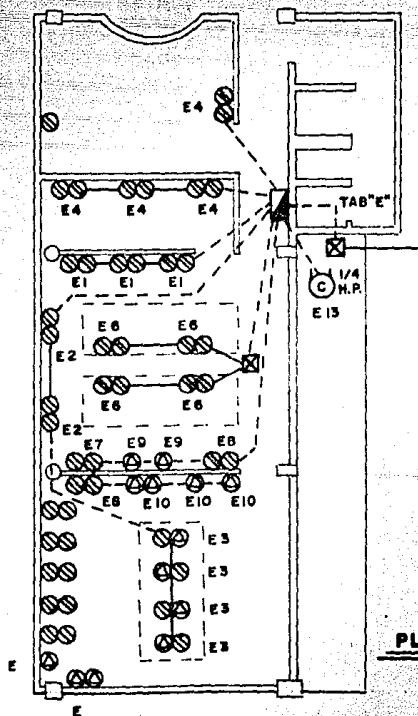
Las condiciones actuales de este anexo son las siguientes:

- 1).- Los conductores se han utilizado por más de 30 años y su aislamiento se encuentra deteriorado, así como la capacidad del conductor es menor.
- 2).- Los interruptores de su centro de cargas no son elementos de protección de los circuitos ya que no son termomagnéticos.
- 3).- Gran cantidad de contactos se encuentran deteriorados y esto provoca fallas.
- 4).- La única protección es por medio de un interruptor de cuchillas con fusibles de 60 amperes de capacidad. Este interruptor se encuentra localizado en la subestación del edificio de la Dirección de Planeación, consultar el plano CUA-7200-EL-16.



**PLANTA**

DIRECCION COMERCIAL	
GERENCIA DE CAMPO	
LAB. DE EDAFOLOGIA	
ALUMBRADO	
SECCION 8000	
Plano CUA - 5200 - EL - 01	
Abril 87	Rev 0



**PLANTA**







DIRECCION COMERCIAL  
GERENCIA DE CAMPO  
LAB. DE EDAFOLOGIA  
FUERZA Y CONTACTOS

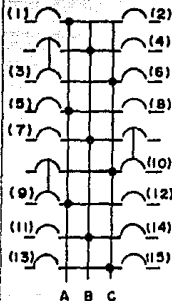
SECCION 8000

Plano CUA-8200-EL-02

Marzo 87

Rev 0

DIAGRAMA DE CONEXION	CTO.							VOLT	WATTS A FASE			AMP.	CON. MIN.	PROTECCION TERMOMAGNE.		
									A	B	C			POLOS	AMPS.	
<b>NEUTRO</b>																
	1		6					127	3000			27.8	12	1	20	
	2		4					127	2000			18.5	12	1	20	
(11)	3		4				4	220		2000.0		18.5	12	2	20	
(3)	4		6					127		4000.0		37.0	12	1	20	
(5)	5							127					12	1	20	
(7)	6		6	1		1		127			9000.0	83.4	12	1	30	
	7		2					127		1000.0		9.3	12	1	20	
(9)	8				2			127	4000			37.0	12	1	20	
(11)	9						2	220					12	2	20	
(13)	10						3	220					12	2	20	
	11	3						127		562.5		5.2	12	1	20	
	12	4						127	750			6.9	12	1	20	
	13						1	127			186.5	1.7	12	1	20	
	14			1				127		1500.0		13.9	12	1	20	
	15															
	TOT.	7	32	2	2	1	9		9750	9062.5	9186.5	CARGA TOTAL 27999 W				



TABLERO 3F-4H DESBALANCE 7.05 %  
ALIMENTADORES CAL. No. 8 AWG.

TABLERO E

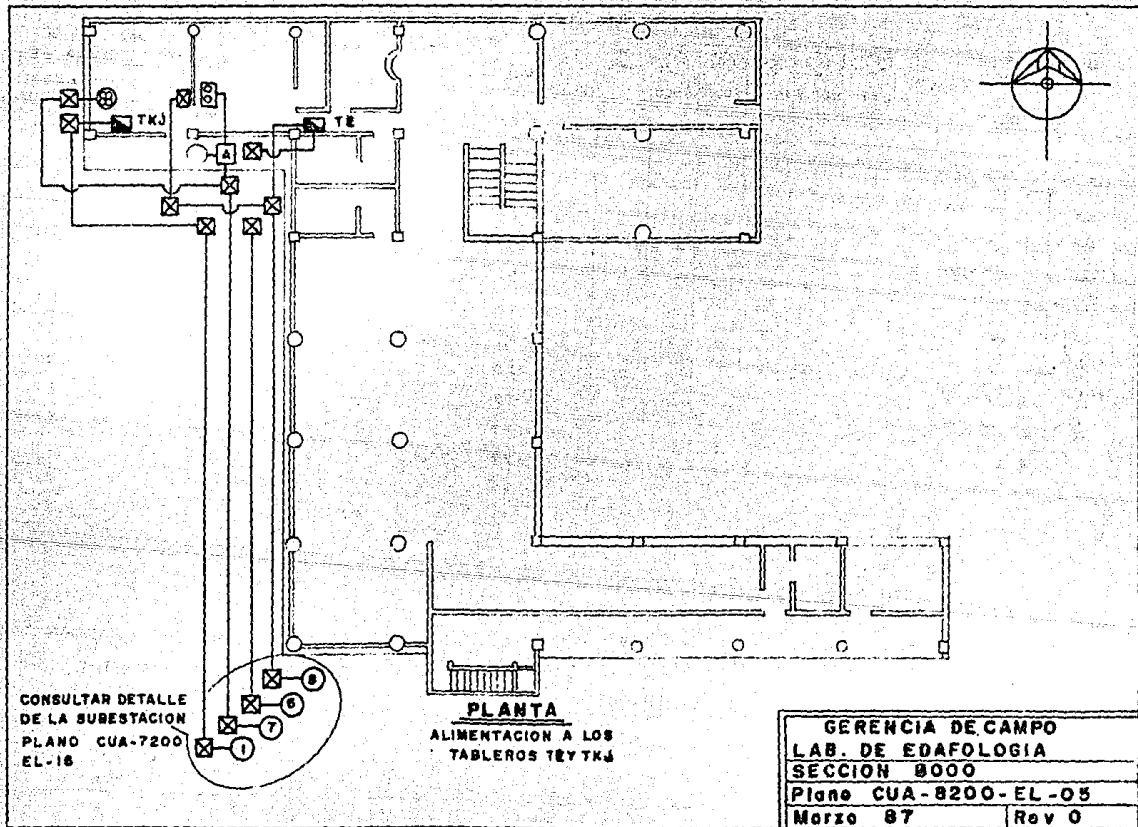
DIRECCION COMERCIAL  
GERENCIA DE CAMPO  
LAB. DE EDAFOLOGIA  
CUADRO DE CARGA

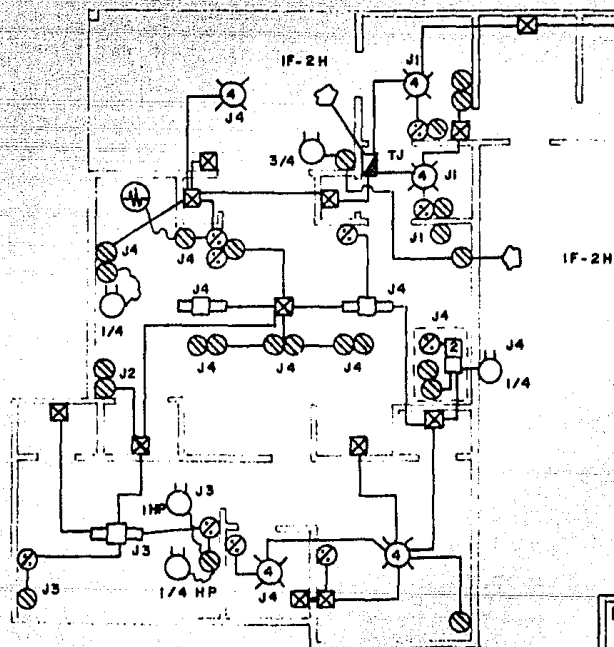
SECCION 8000

Plano CUA-8200-EL-03

Abril 87

Rev 0





**PLANTA**

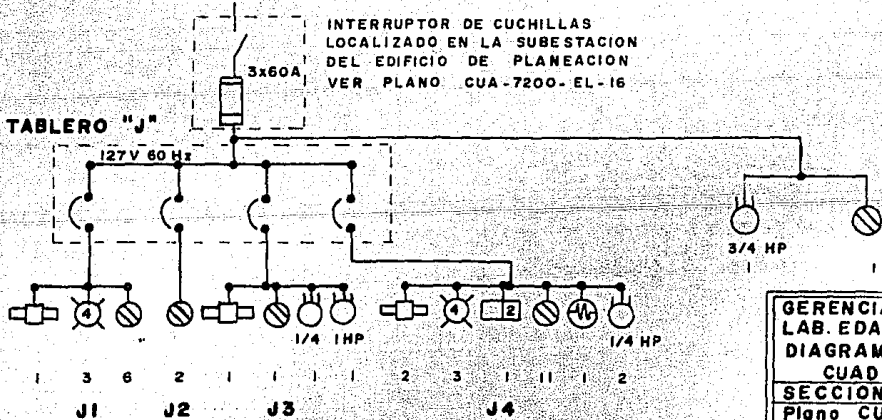
DIRECCION COMERCIAL	
GERENCIA DE CAMPO	
LABORATORIO DE	
EDAFOLOGIA (ANEXO)	
SECCION 8000	
Plano CUA - 8200-EL-08	
Marzo 87	Rev 0



NEUTRO	CTO												VOLT	WATTS	AMP.	CON. MIN	P. TERMOMAG.	
																	2x75	150
1	1		3			6							127	1837.5	17.0	12	1	
2						2							127	400.0	3.7	12	1	
3	1					1		1	1				127	1320.0	12.2	12	1	
4	2		3	1	11	1		2					127	4718.0	43.7	12	1	
TOT.	4		6	1	20	1		3	1					8275.5				

TABLERO Q04 1F-2H

TABLERO "J"



GERENCIA DE CAMPO  
 LAB. ED AFOLOGIA (ANEXO)  
 DIAGRAMA UNIFILAR Y  
 CUADRO DE CARGA  
 SECCION 8000  
 Plano CUA-8200-EL-07  
 Marzo 87 Rev 0

### 1.2.8.- GERENCIA DE SERVICIOS ADMINISTRATIVOS

#### AREAS DEPORTIVAS "FRONTON" SECCION 9000 (Plano CUA-9200-EL-01)

El frontón cuenta con una carga de alumbrado de 6000 watts, distribuida en 30 luminarios de 200 watts cada uno, además, se considerará una carga futuro de 2000 watts, dándonos una carga total de 8000 watts, se utilizará para la alimentación de esta carga un sistema monofásico de dos fases tres hilos y la carga se distribuirá equitativamente 4000 watts por fase. La corriente que demandará esta carga será de :

$$I = \frac{W}{2 \text{ En f.p.}} = \frac{8000}{(2) (127) (0.85)} = 37.05 \text{ amperes}$$

Cálculo del calibre de los alimentadores:

Empleado el valor de la corriente que demandará esta carga seleccionamos un calibre No. 8 AWG, THW.

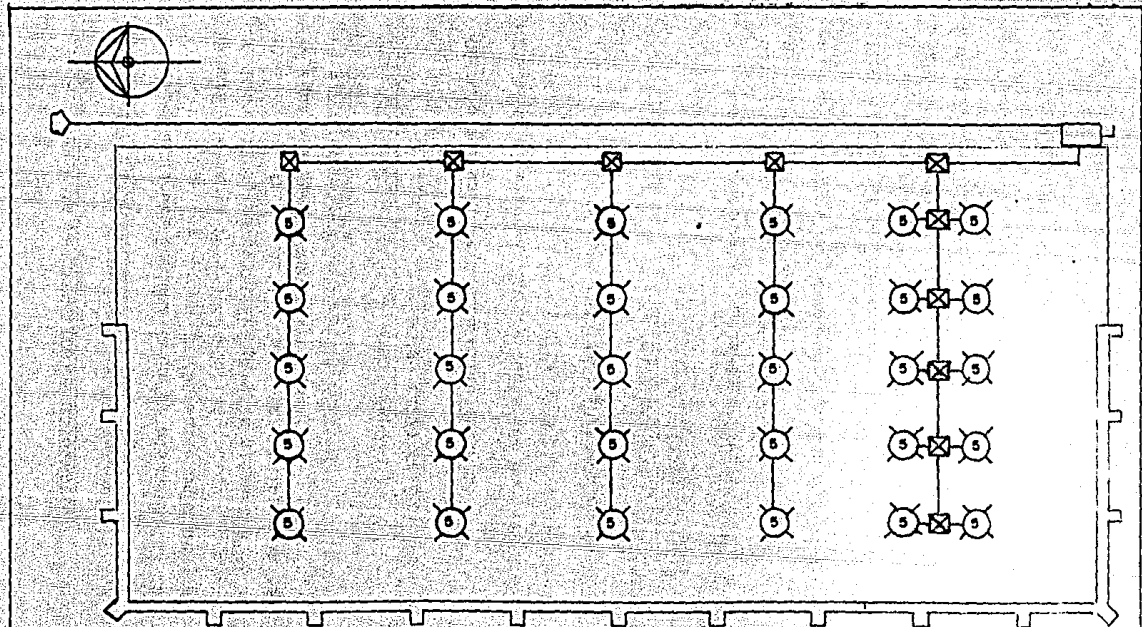
Ahora utilizando el método de caída de tensión.

$$S = \frac{2 L I^2}{e\% \text{ En}} = \frac{(2) (450) (37.05)^2}{(3) (127)} = 87.51 \text{ mm}^2$$

Se le dá al conductor una caída de tensión máxima del 3% en una distancia aproximada de 450 metros.

El cable calibre 2/0 tiene una sección de 98.91 mm<sup>2</sup>

Por lo tanto seleccionamos un cable 2/0 AWG para los alimentadores y un interruptor termomagnético de dos polos por 40 amperes, para los circuitos derivados se empleará cable del calibre No. 10 AWG.



**PLANTA**

CARGA 30 LUMINARIOS DE 200 W c/n = 6000 W

GCIA. SERV. ADMINISTRATIVOS  
FRONTON  
ALUMBRADO

SECCION 9000

Piuno CUA - 9200 - EL - 01

Abril 87

Rev 0

### 1.2.9.- SECCION 10000 ARCHIVO GENERAL

El Archivo General consta de tres edificios, la mayor carga eléctrica de estos edificios es por concepto de alumbrado (fluorescente e incandescente). Toda la información sobre esta carga se encuentra concentrada en los cuadros de cargas en las páginas siguientes. Para calcular la corriente que circula por cada circuito derivado se emplea la fórmula del sistema monofásico a dos hilos. Es de mencionarse que los tableros "A" no cuentan con protección termomagnética, solamente el tablero "C" cuenta con ella.

Se sugiere cambiar los dos tableros "A" actuales.

El tablero "A" del plano CUA-10200-EL-01, por un centro de carga QO-4F con las protecciones termomagnéticas indicadas en el cuadro de cargas.

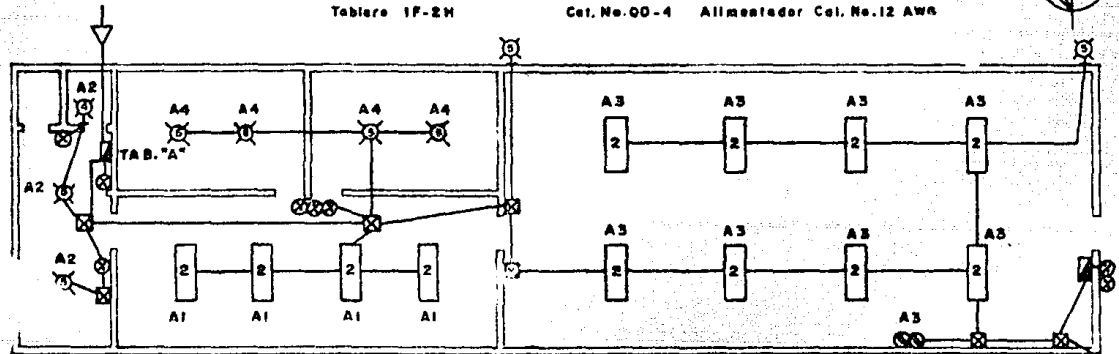
El tablero "A" del plano CUA-10200-EL-03, por un tablero QO-12F - con interruptores termomagnéticos de capacidad especificada en su respectivo cuadro de cargas (plano 10200-EL-04).

# TABLERO "A"

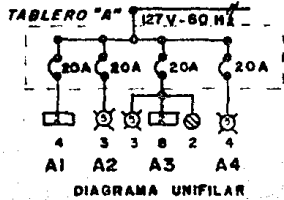
Diagrama de conexión Neutra	CTO	200 W	2 x 40 W	180 W	Volts	Watts a fase	Amp.	Colb. Coad.	Protección Termomagnética	
									Poles	Amps
	1		4		127	400	3.7	12	1	20
	2	3			127	600	5.59	12	1	20
	3	3	6	2	127	1760	16.90	12	1	20
	4	4			127	800	7.41	12	1	20
Total		11	12	2		3560		Carga total 3560 W		

Tablero 1F-2H

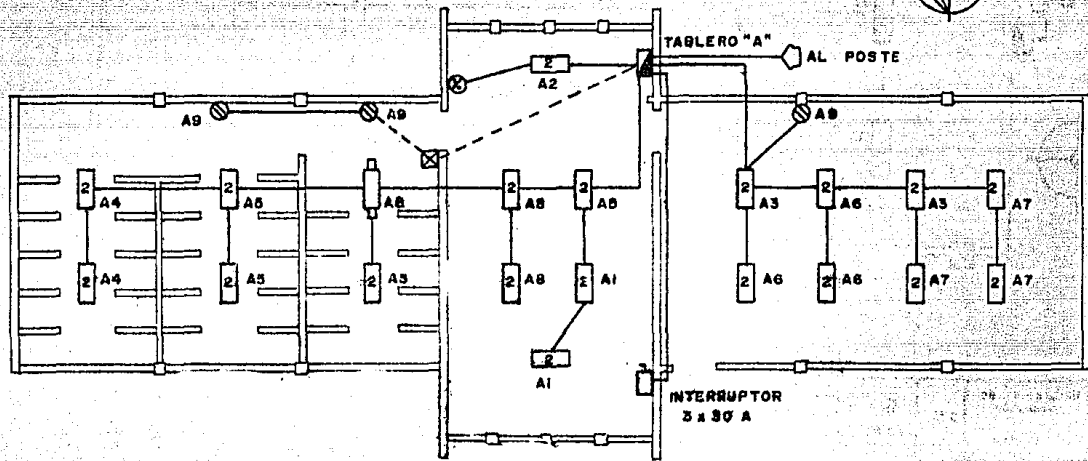
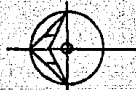
Cal. No. 00-4 Alimentador Cal. No. 12 AWG



## PLANTA

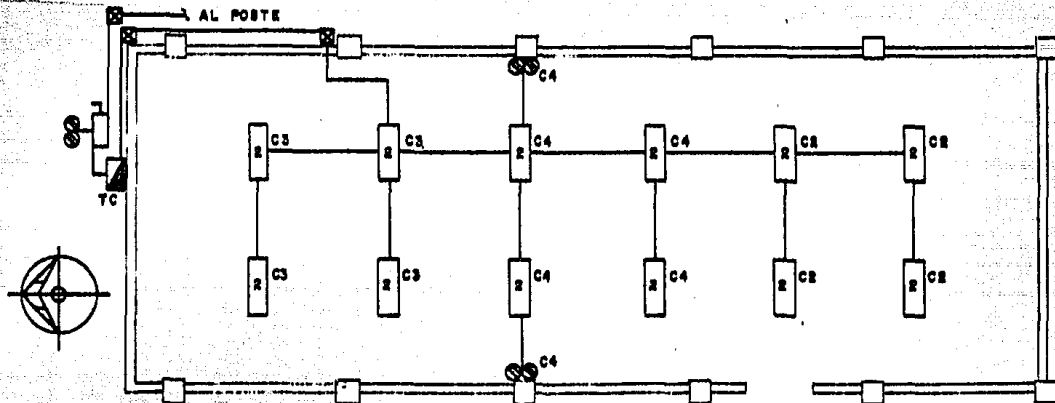


DIRECCION DE ADMINISTRACION  
 GCIA. SERV. ADMINISTRATIVOS  
 ARCHIVO  
 ALUMBRADO Y CONTACTOS  
 SECCION 10 000  
 Plano CUA-10200-EL-01  
 Marzo 87 Rev 0



**PLANTA**

GCIA. SERV. ADMINISTRATIVOS	
ARCHIVO	
ALUMBRADO Y CONTACTOS	
SECCION 10000	
Plano CUA-10200 - EL-03	
Abril 87	Rev 0



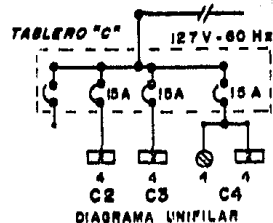
**PLANTA**

Diagrama de conexión	CTO	180 W	R x 40 W	Volts	Watts a fase		Amp.	Protección Termomagnética	
					A			Polos	Amperes
(1) Neutra	1								
(2) (3) (4)	2		4	127	400	3.7	1R	1	15
	3		4	127	400	3.7	12	1	15
	4	4	4	127	1120	10.3	12	1	15
Total	4	12			1920				

Carga Total 1920 W

Tablero IF-2H      Col.No. 004      Alimentador Col. 12 AWG

**TABLERO "C"**



DIRECCION DE ADMINISTRACION  
 GCIA. SERV. ADMINISTRATIVOS  
 ARCHIVO (ANEXO)  
 ALUMBRADO Y CONTACTOS  
 SECCION 10000  
 Plano CUA-10200-EL-02  
 Marzo 81      Rev 0

1.2.10.- DIRECCION DE ADMINISTRACION

GERENCIA DE SERVICIOS ADMINISTRATIVOS

VIGILANCIA PUERTAS 1 y 2 ALUMBRADO Y CONTACTOS

SECCION 11000 (Plano CUA-11200-EL-01)

La Puerta No. 1, requiere la colocación de fusible para la protección de la instalación eléctrica ya que actualmente se emplean -- alambres como fusibles y esto puede provocar en un determinado momento un incendio. El valor de los fusibles debe ser de 30 Amps.

La puerta No. 2, requiere la instalación de interruptores termomagnéticos para la protección de la instalación eléctrica. Actualmente no se cuenta con ningún tipo de protección. El valor de la protección debe ser de 20 amperes.

1.2.11.- SECCION 13000 (Plano CUA-13200-EL-01)

INTENDENCIA

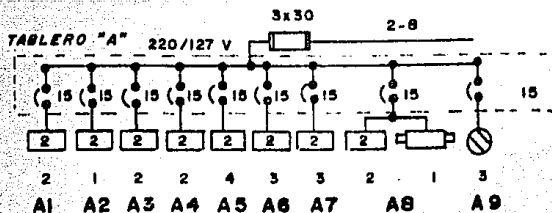
La instalación eléctrica de la Intendencia no requiere de modificaciones, se considera que ésta es buena.



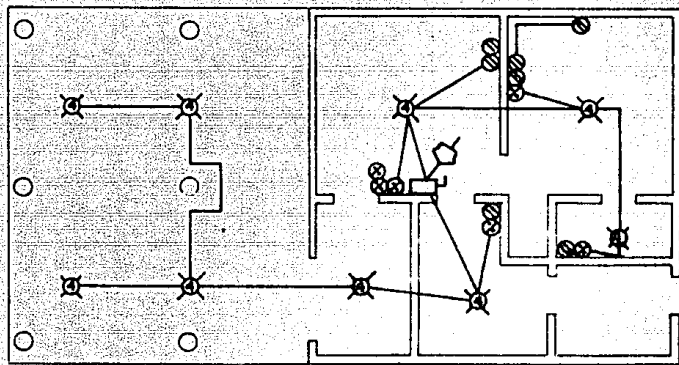
DIAGRAMA DE CONEXION	CTO.	2x40	2x75	180	VOLT	WATTS A FASE			AMP.	CON. MIN.	P. TERMOMAGN.	
						A	B	C			POLOS	AMP.
	1	2			120	200			1.96	12	1	15
	2	1			120		100.0		0.98	12	1	15
	3	2			120			200	1.96	12	1	15
	4	2			120	200			1.98	12	1	15
	5	4			120		400.0		3.90	12	1	15
	6	3			120			300	2.94	12	1	15
	7	3			120	300			2.94	12	1	15
	8	2	1		120		307.5		3.79	12	1	15
	9				3	120		540	5.29	12	1	15
	TOT.	19	1	3		700	887.5	1040	C. TOTAL	2627 W		

DESBALANCE 32.69 %

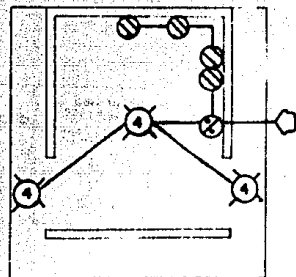
TABLERO "A"



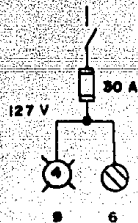
GCIA. SERV. ADMINISTRATIVOS  
 ARCHIVO  
 CUADRO DE CARGA Y  
 DIAGRAMA UNIFILAR  
 SECCION 10000  
 Plano CUA -10200-EL-04  
 Abril 87 Rev 0



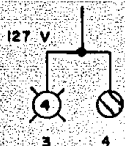
**PLANTA**  
**PUERTA 1**



**PLANTA**  
**PUERTA 2**

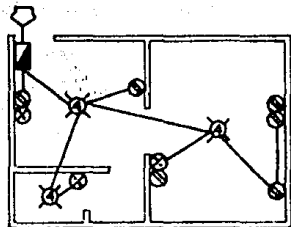


**PUERTA 1**  
**DIAGRAMA UNIFILAR**  
**CARGA 2950 W**  
**CORRIENTE 23.6 A**

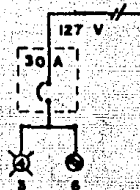


**PUERTA 2**  
**DIAGRAMA UNIFILAR**  
**CARGA 1250 W**  
**CORRIENTE 11.57 A**

DIRECCION DE ADMINISTRACION	
GCIA. SERV. ADMINISTRATIVOS	
VIGILANCIA. PUERTAS 1 Y 2.	
ALUMBRADO Y CONTACTOS	
SECCION 11000	
Plano CUA-11200-EL-01	
Marzo 57	Rev 0



**PLANTA**



**DIAGRAMA UNIFILAR**

Diagrama de conexión Neutral A	CTO	150 W	100 W	Volts	Watts a fase	Amp.	Calib. Cond.	Protección Termomagnética	
					A			Polos	Amparos
	1	3	6	127	1530	4,17	12	1	80
	<b>Total</b>	<b>3</b>	<b>6</b>		<b>1530</b>		<b>Carga total 1530 W</b>		
	<b>Tablero IF-2 H</b>				<b>Alimentador Cal.No.12 AW6</b>				

**DIRECCION DE ADMINISTRACION**  
**GCIA.SERV.ADMINISTRATIVOS**  
**INTENDENCIA**  
**ALUMBRADO Y CONTACTOS**  
**SECCION 13000**  
**Plano CUA-13200-EL-01**  
**Marzo 87 Rev 0**

### 1.2.12.- CARGA INDUCTIVA INSTALADA (MOTORES)

La unidad cuenta con tres pozos profundos cuyos motores tienen -- las siguientes capacidades:

Pozo No. 2	50 C.P.	37,300 watts
Pozo No. 4	125 C.P.	93,250 watts
Pozo No. 6	75 C.P.	55,950 watts.

Un cárcamo con dos bombas cuyos motores tienen las siguientes capacidades:

Motor de 30 C.P.	22,380 watts
Motor de 25 C.P.	18,650 watts

Fosas sépticas con dos bombas cuyos motores son de la siguiente - capacidad.

Fosa séptica No. 1	2 C.P.	1,492 watts
Fosa séptica No. 2	2 C.P.	1,492 watts

Tanque de reserva de agua (clorinación) cuenta con tres bombas de las siguientes capacidades.

Bomba No. 1	15 C.P.	11,190 watts
Bomba No. 2	15 C.P.	11,190 watts
Bomba No. 3	75 C.P.	55,950 watts

Tanque hidroneumático (la información de este punto se indicará, pero no es tomada en cuenta para el Proyecto), consta de tres bombas y 1 compresor con capacidad de:

Bomba No. 1	7.5 C.P.	5,595 watts
Bomba No. 2	7.5 C.P.	5,595 watts
Bomba No. 3	7.5 C.P.	5,595 watts
Compresor	0.5 C.P.	373 watts

Para conocer la capacidad de los interruptores y calibre de los alimentadores consultar el plano CUA-1200-EL-06 (diagrama unifilar simplificado de la Unidad).

1.2.13.- VALOR DE LA CARGA INSTALADA QUE COMPRENDE EL PRESENTE - PROYECTO.

<u>SECCION</u>	<u>CARGA INSTALADA (WATTS)</u>
2000 DIRECCION DE OPERACION INDUSTRIAL	43,323
3000 SUBGERENCIA DE MANTENIMIENTO	6,903
4000 SUBGERENCIA DE INGENIERIA DE PLANTAS	12,568
5000 ALMACEN CENTRAL DISTRIBUIDOR	212,814
6000 LABORATORIO DE INVESTIGACION	515,243
7000 DIRECCION DE PLANEACION	71,575
8000 LABORATORIO DE EDAFOLOGIA	36,834
9000 FRONTON	8,000
10000 ARCHIVO GENERAL	8,107
11000 VIGILANCIA PUERTAS No. 1 y 2	3,800
13000 INTENDENCIA	1,530
POZOS No. 2, No. 4, No. 6	186,500
CARCAMO	41,030
FOSAS SEPTICAS	2,984
TANQUE DE RESERVA DE AGUA (CLORINACION)	78,330
<b>TOTAL: 1'229,541 WATTS</b>	

1.3.- DETERMINACION DEL FACTOR DE DEMANDA DE LA UNIDAD CUAUTITLAN

En muchas ocasiones una Planta Industrial, Escuela, Edificio, etc. no utiliza el 100% su carga instalada o la emplean por períodos cortos de tiempo. Así, para conocer el porcentaje de la carga instalada que se está operando, es necesario calcular el factor de demanda.

En este punto se determinará inicialmente el factor de demanda de cada una de las secciones y posteriormente el total de la planta.

**Conceptos sobre demanda:**

DEMANDA.- La carga eléctrica en las terminales de salida (expresada en KVA, KW, etc.), promediada sobre un específico intervalo de tiempo. Este período es de 15 minutos, 1/2 hora o una hora.

CARGA PICO.- La máxima carga consumida o producida por una unidad o grupo de unidades en un período de tiempo establecido, puede ser la máxima carga instalada o la máxima carga promedio durante el período.

DEMANDA MAXIMA.- La mayor de las demandas que han ocurrido durante un específico período de tiempo (para la compañía suministradora, ésta puede ser de un mes.)

FACTOR DE DEMANDA.- La razón de la demanda máxima de un sistema a la carga total del sistema.

FACTOR DE DIVERSIDAD.- La razón de la suma de las demandas individuales máximas de las subdivisiones de un sistema a la demanda máxima del sistema total.

FACTOR DE CARGA.- La razón de la carga promediada sobre un cierto período de tiempo a la carga pico ocurrida en ese período.

En seguida se dan algunos factores de demanda de varios tipos de cargas.

<u>TIPO DE CARGA</u>	<u>FACTOR DE DEMANDA ESTIMADO (%)</u>
1.- Hornos de arco	100
2.- Soldadoras de arco	30
3.- Hornos de inducción	80
4.- Alumbrado	100

MOTORES

1.- Uso general, máquinas herramientas, grúas,

MOTORESFACTOR DE DEMANDA ESTIMADO (%)

ventilación, compresoras, bombas, ro- ladoras, etc.	30
2.- Procesos semicontinuos, papeleras, re- finerías, industrias del hule, etc.	60
3.- Procesos continuos, textiles, plantas químicas, etc.	90
4.- Soldadoras de resistencias.	20
5.- Hornos de resistencias, calentadores, fundidoras.	80

FACTORES DE DEMANDA APROXIMADAMENTE USUALES, PARA COMERCIOS E IN-  
DUSTRIAS.

<u>COMERCIAL</u>		<u>INDUSTRIAL</u>	
<u>COMERCIO</u>	<u>F.D.</u>	<u>INDUSTRIA</u>	<u>F.D.</u>
Alumbrado Público	1.00	Fábrica de acetileno	70
Apartamentos	35	Armadoras de autos	70
Bancos	70	Talleres de Carpintería	65
Bodegas	50	Empacadoras de carne	80
Casinos	85	Productos de cartón	50
Correos	30	Fábrica de cemento	65
Escuelas	70	Fábrica de dulces	45
Garajes	60	Talleres de fundición	70
Hoteles chicos	50	Fábrica de galletas	55
Hoteles grandes	40	Fábrica de hielo	90
Iglesias	60	Talleres de herrería	50
Mercados	80	Imprentas	60
Multifamiliares	25	Fábrica de jabón	60
Oficinas	65	Fca. Artículos de lámina	70
Restaurantes	65	Lavandería mecánica	80
Teatros	60	Talleres de niquelado	75
Tiendas	65	Maderería	65
Hospitales	40	Talleres de marmolería	70
		Taller mecánico	75
		Fábrica de muebles	65
		Fábrica de cigarrros	60

INDUSTRIAF.D.

Fábrica mecánica de pan	55
Fábrica de papel	75
Periódicos	75
Fábrica de pinturas	70
Industria química	50
Refinerías (Petróleo)	60
Fábrica de refrescos	55
Fábrica de telas	65
Fábrica de vestidos	45
Fábrica de zapatos	65

Algunos de estos factores se utilizarán en el cálculo del factor de demanda de cada una de las secciones.



FACTORES DE DEMANDA PARA EL CALCULO DE LA CARGA DE ALUMBRADO GENERAL EN ALIMENTADORES.

TIPO DE LOCAL	PARTE DE LA CARGA DE ALUMBRADO GENERAL A QUE SE LE APLICA AL FACTOR DE DEMANDA.	FACTOR DE DEMANDA EN EL ALIMENTADOR (+).
CASA HABITACION	PRIMEROS 3,000 WATTS O MENOS.	100%
	EXCESO SOBRE 3,000 WATTS	35%
(++) HOTELES	PRIMEROS 20,000 WATTS O MENOS	50%
	EXCESO SOBRE 20,000 WATTS.	40%
(++) HOSPITALES	PRIMEROS 50,000 WATTS O MENOS	40%
	EXCESO SOBRE 50,000 WATTS	20%
EDIFICIOS DE OFICINAS, ESCUELAS	PRIMEROS 20,000 WATTS O MENOS.	100%
	EXCESO SOBRE 20,000 WATTS	70%
OTROS LOCALES	CARGA TOTAL DE ALUMBRADO GENERAL.	100%

(+) Factor de demanda: Relación entre la demanda máxima del circuito y la carga conectada al mismo.

(++) Los factores de demanda de esta tabla no debe aplicarse al cálculo de la carga de alimentadores de las áreas de Hospitales y hoteles donde todas las lámparas pueden estar encendidas al mismo tiempo, como sucede en salas de operaciones, salones de baile y restaurantes.

### CALCULO DE LA DEMANDA DE CADA SECCION

#### SECCION 2000 DIRECCION DE OPERACION INDUSTRIAL (Oficinas)

La carga instalada de esta sección es de 43,323 watts, para oficinas emplearemos un factor de demanda de 0.65, dándonos una demanda de 28,160 watts.

Estimando un factor de potencia de 0.85 y calculando la capacidad teórica del transformador.

$$KVA = \frac{28,160 \text{ KW}}{0.85} = 33.129$$

La capacidad real del transformador es de 37.5 KVA, monofásico.

Los datos del transformador son:

Capacidad	37 1/2 KVA
Tensión primario	440 VOLTS
Tensión secundario	220/127 VOLTS
Enfriamiento	AA

Alimentadores primarios:

$$I = \frac{37,500}{(440) (0.85)} = 100.26 \text{ Amps.}$$

Se utilizarán dos cables del número 4 AWG, aislamiento THW a 75°C. La protección del lado primario del transformador será del 125% de la corriente a plena carga.

$$I = (1.25) (100.26) = 125.33 \text{ Amps.}$$

Por lo tanto se empleará un interruptor termomagnético de 125 amperes de capacidad.

Actualmente las secciones 3000 y 4000, se encuentran conectadas al transformador de 300 KVA del Laboratorio de Investigación, se sugiere cambiar esta conexión al transformador de la Dirección de Planeación.

Las siguientes secciones se concentran en el transformador de la Dirección de Planeación.

#### Sección 3000 SUBGERENCIA DE MANTENIMIENTO (Oficinas)

Carga instalada 6,903 watts, empleando un factor de demanda de -- 0.65, tendremos una demanda de 4,487 watts.

#### Sección 4000 SUBGERENCIA DE INGENIERIA DE PLANTAS (Oficinas)

Carga instalada de 12,568 watts a un factor de demanda del 0.65; obtenemos 8.169 watts.

#### Sección 7000 DIRECCION DE PLANEACION (Oficinas)

Carga instalada 71,575 watts, factor de demanda del 0.65, demanda rá 46,524 watts.

#### Sección 8000 LABORATORIO DE EDAFOLOGIA

El Laboratorio cuenta con una carga instalada de 36,834 W. para este caso emplearemos un factor de demanda del 100% ya que en algún momento toda esa carga puede ser utilizada, por lo tanto la demanda será de 36,834 watts.

Para las siguientes sección la 11000 y 13000, se empleará un factor de demanda de 0.35, esto porque se consideran las secciones como casas habitación.

#### Sección 11000 (Puerta 1 Vigilancia)

Carga instalada 2550 watts. Demanda 893 watts.

Sección 13000 INTENDENCIA

Carga instalada 1530 watts  
 Carga demandada 536 watts.

Sumando todos los valores de demanda de las secciones que se conectarán al transformador del edificio de Planeación, es igual a 97,443 watts y empleando un factor de potencia de 0.85 calculamos el valor teórico del transformador.

$$KVA = \frac{97.443 \text{ KW}}{0.85} = 114.63$$

La capacidad real del transformador es de 150 KVA, trifásico.

DATOS DEL TRANSFORMADOR

Capacidad	150 KVA
Tensión primaria	440 VOLTS
Tensión secundaria	220/127 VOLTS
Tipo de enfriamiento	OA
Conexión interna	Delta-estrella

Protección para el lado primario del transformador, primero se calcula la corriente a plena carga

$$I = \frac{150,000}{\sqrt{3} (440) (0.85)} = 231.55 \text{ Amps.}$$

La protección se ajusta a no menos del 125% de la corriente a plena carga del transformador.

$$I = (1.25) (231.55) = 289.446 \text{ Amps.}$$

Se elige un interruptor termomagnético de 300 amperes de capacidad.

Las siguientes tres secciones son alimentadas por un transformador de 25 KVA monofásico. A continuación se determinará el valor de la demanda eléctrica de cada una de las secciones para conocer si la capacidad del transformador es suficiente.

#### SECCION 9000 FRONTON

El frontón únicamente cuenta con alumbrado y su carga es de 8,000 watts. Para este caso se considerará el 100% de la carga como demanda.

#### SECCION 10000 ARCHIVO GENERAL

La carga instalada de los edificios de que consta el Archivo es de 8,107 watts. Al igual que en la sección anterior, aplicaremos un factor de demanda del 100% por ser únicamente alumbrado, así la demanda será de 8,107 watts.

#### SECCION 11000 VIGILANCIA (Puerta No. 2)

Carga instalada 1,250 watts, a un factor de demanda de 0.35, tenemos una carga de 438 watts.

La carga total demandada será de 16,545 watts. Ahora se determina el valor del transformador:

$$\text{KVA} = \frac{16,545}{0.85} = 19.464$$

Concluimos que la capacidad del actual transformador es suficiente.

#### SECCION 5000 ALMACEN CENTRAL DISTRIBUIDOR

En esta área del Almacén, se cuenta con dos transformadores trifásicos para alimentar cargas monofásicas y algunas trifásicas

El primer transformador de 50 KVA trifásico, tiene conectado en su lado secundario una carga instalada de 82,645 W., distribuida

de la siguiente manera, después de aplicar los factores de demanda:

- 1.- Las oficinas demandan 15,230 W.
- 2.- La demanda del Almacén es de 40,595 W, por concepto de alumbrado.
- 3.- Otro tipo de carga (cargador de baterías) 9,130 W.

Sumando estos valores tenemos una demanda de 64,955 W. Los KVA de esta carga se calculan de la siguiente forma:

$$KVA = \frac{KW}{F.P.} = \frac{64.955}{0.9} = 72.172$$

Este valor de potencia aparente nos indica que la capacidad del transformador de 50 KVA se ha rebasado y es necesario cambiarlo por otro de 75 KVA.

El segundo transformador trifásico con que cuenta el Almacén, en su primera sección es de 30 KVA. En seguida se realizará el análisis para conocer si la capacidad de este transformador es suficiente.

En el lado secundario se encuentran instalados 33,583 watts de carga, distribuidos de la siguiente forma:

- 1.- 17,000 W. por concepto de alumbrado
- 2.- 14,783 W. instalados en el taller mecánico, a este lugar aplicaremos un factor de demanda de 0.75, dándonos un valor de 11,087 W.
- 3.- 10 contactos con una carga estimado de 180 W por cada uno nos proporcionará un valor de 1,800 W. si aplicamos un F.D. = 0.75 únicamente se demandarán 1,350 W.

Sumando estos valores de demanda se tienen 29,437 W. utilizando un factor de potencia de 0.85, se calcula el valor de la potencia aparente.

$$KVA = \frac{29.437 KW}{0.85} = 34.63$$

Por lo que si se cambia este transformador, se debe hacer por otro de 50 KVA de capacidad.

Cálculo de la protección de cada transformador.

Para el transformador de 75 KVA. aplicando la siguiente fórmula - para el cálculo de la corriente en su lado primario.

$$I_{p.c.} = \frac{VA}{\sqrt{3} E_f} = \frac{75,000}{\sqrt{3} (440)} = 98.412 \text{ Amps.}$$

El valor de la protección del transformador debe ser 125% de la corriente a plena carga:  $I_{protección} = (1.25)(98.412) = 123.015$  - Amps.

La capacidad de la protección debe ser de 3 x 125 Amps. interruptor termomagnético.

Para el transformador de 50 KVA.

$$I_{p.c.} = \frac{50,000}{\sqrt{3} (440)} = 65.607 \text{ Amps.}$$

$$I_{protección} = (1.25) (65.607) = 82.00 \text{ Amps.}$$

El nivel de protección debe ser de 3 x 100 Amps.

Bombas y extractores. Estos motores concentran una carga instalada de 30,586 W, para el servicio que se destinan estos motores -- aplicaremos un factor de demanda de 30%, por lo que únicamente se utilizan 9,176 watts del total instalados.

Una soldadora de arco trifásico, potencia de 16 KW y aplicando un factor de demanda de 30% se utilizarán únicamente 4,800 W.

La potencia total demandada por el Almacén, ferretería, oficinas, cisterna, es de 106,368 W.

Cálculo del calibre del alimentador.

$$I = \frac{W}{\sqrt{3} E_f \cos \phi} = \frac{108,368}{\sqrt{3} (440) (0.85)} = 167.3 \text{ Amps.}$$

Los alimentadores actuales tienen un calibre de 2/0 AWG. Este calibre del conductor puede soportar una corriente de 175 Amps. por lo que no es necesario cambiarlos por otros de mayor capacidad.

#### AMPLIACION DE LA FERRETERIA Y EL ALMACEN

La carga instalada de la ampliación es de alumbrado y algunos contactos, el valor de esta carga es de 32,230 W., para alimentar estos luminarios y contactos se cuenta con un transformador de 50 - KVA, siendo suficiente.

#### SECCION 6000 LABORATORIO DE INVESTIGACION

El Laboratorio de Investigación es la sección que cuenta con la mayor carga instalada (515,243 W). En este caso se utilizará un factor de demanda de 0.80 por lo que se demandarán 412,194 W. --- cálculo de un nuevo transformador a este valor de carga.

$$KVA = \frac{412.194 \text{ KW}}{0.850} = 484.9$$

El valor comercial del transformador es de 500 KVA, por lo que si se cambia el transformador, deberá seleccionarse esta capacidad.

#### POZOS PARA LA EXTRACCION DE AGUA

Se cuenta con tres pozos profundos para la extracción de agua, las capacidades de los motores de las bombas son de 50 C.P. Pozo No. 2, 125 C.P. Pozo No. 4, 75 C.P. Pozo No. 6, dándonos una potencia instalada de (250 C.P.) 186,500 watts.

Aplicando un factor de demanda para bombas (0.30), obtenemos la siguiente potencia demandada: 55,950 W., esto en el caso de que los tres motores estén funcionando simultáneamente.



CARCAMO

Para el cárcamo se cuenta con dos motores (25 y 30 C.P.), dándonos una potencia de 41,030 W.; de los cuales únicamente se utilizarán 12,309 W. (30%).

FOSAS SEPTICAS

Para las fosas sépticas se cuenta con dos bombas cuyos motores -- son de 2 C.P. cada una, al igual que en los casos anteriores (para bombas) se utilizará un factor de demanda del 30%, por lo que se emplearán únicamente 895 W.

La demanda total de la planta bajo estos factores es de 763,656 W. de una carga instalada de 1,229,541 W. por lo que el factor de demanda de la planta es de:

$$F.D. = \frac{\text{DEMANDA MAXIMA}}{\text{CARGA INSTALADA}} = \frac{763.656 \text{ KW}}{1,229.541 \text{ KW}} = 0.621$$

Ahora se calculará el factor de demanda real y actual de la Unidad.

Tomando el valor de 60,000 KW - H que es la potencia máxima demandada y medida en el equipo de medición instalados en la subestación, en un período de un mes.

83,333 KW, es la potencia consumida en una hora del mes en promedio por la unidad.

$$F.D. = \frac{83.333 \text{ KW}}{1,229.541 \text{ KW}} = 0.0677$$

Esto nos indica que únicamente el 6.77% de la carga instalada se está utilizando.

Como podemos ver, hay una gran diferencia entre el factor de demanda teórico y el real actual, esto se debe a las siguientes razones:

- 1.- Gran cantidad de luminarios no funcionan o se han desmontado, como es el caso del Almacén Central Distribuidor.
- 2.- Alumbrado que se encuentra instalado pero no se utiliza, esto se observa en los archivos, casetas de vigilancia, frontón.
- 3.- Gran cantidad de contactos se encuentran instalados pero no se utilizan y otros más tienen una carga baja.
- 4.- Pozos profundos. Únicamente se utilizan dos de los tres pozos, que son No. 2 (50 H.P.), No. 4 (125 C.P.), pero son accionados por un período corto de tiempo, dando como resultado un bajo consumo de energía.
- 5.- El tanque de reserva de agua, cuenta con tres bombas y actualmente se emplea una sola de 15 H.P. por un corto tiempo.
- 6.- Las bombas del cárcamo aún no se rehabilitan, al igual que las fosas sépticas.

Podemos concluir que la demanda contratada por Fertimex, S.A., para la Unidad Cuautitlán a la Compañía de Luz y Fuerza del Centro, (440 KW) es suficiente y pasará algún tiempo para ser rebasada.

#### 1.4.- FACTOR DE POTENCIA

Se conoce como factor de potencia al coseno del ángulo formado por el factor de potencia activa (watts) y el de potencia aparente (volt-amperes).

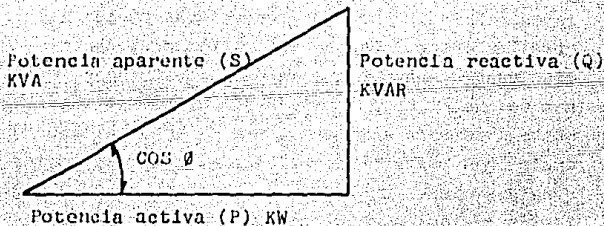


Fig. 1.4.1. Triángulo de potencias

La potencia reactiva consumida por las cargas en un sistema de -- energía eléctrica, está determinada por la presencia de los cam-- pos respectivamente, eléctricos y magnéticos en las capacitancias e inductancias (motores) conectadas al sistema.

Generalmente en las aplicaciones industriales se tienen cargas in ductivas (motores) por lo que la intensidad de corriente se retra sà con respecto a la tensión un ángulo  $\phi$  cuyo coseno es el factor de potencia.

El factor de potencia natural de la carga total de un sistema -- eléctrico es del orden de 70% que equivale a un ángulo de  $45^\circ$  de defasamiento entre el voltaje y la corriente.

#### 1.4.1.- FACTOR DE POTENCIA EN LUMINARIOS

Las lámparas de descarga eléctrica, como las fluorescentes y las de vapor de mercurio, requieren reactancias (reactores) para limi tar la corriente y proporcionar la tensión de encendido necesaria. Como estas reactancias no son cargas resistivas puras, parte de - la corriente que pasa por el circuito no resulta eficaz en la reac tancia, ni tampoco a efectos de producción de luz. En estos cir- cuitos el producto de la tensión por la intensidad no es igual a la potencia activa leída en un watímetro, debido a que este apara to sólo mide la potencia activa útil.

Las reactancias (reactores) limitadoras de corriente se calculan para cada tipo de lámpara de mercurio de suerte que suministren - la tensión y la corriente apropiadas merced a la inducción de sus arrollamientos. Las características eléctricas de las reactan-- cias cuando acompañan a lámparas de descarga son tales que origi nan un factor de potencia bajo. Esta situación se corrige normal mente añadiendo una capacitancia mediante un condensador, que se suele incorporar a la reactancia, las reactancias que no están co rregidas tienen un factor de potencia de 0.50 a 0.60, mientras -- las corregidas alcanzan el 0.90 o más.

Las lámparas de precalentamiento (fluorescentes) pueden hacerse - funcionar con reactancias para una o varias lámparas. Las reac--

tancias para una sola lámpara no corregida tienen bajos factores de potencia, aproximadamente de 0.45 a 0.60. En el mercado se dispone de equipos de alto factor de potencia para lámparas individuales.

Las reactancias de dos lámparas de precalentamiento son del tipo adelanto - retraso, en el que cada lámpara tiene una bobina de reactancia independiente, con un condensador conectado en serie a una de dichas bobinas, para producir una corriente adelantada en una de las lámparas. Tales reactancias tienen la ventaja de proporcionar un alto factor de potencia entre 0.9 y 1.

Las lámparas incandescentes de filamento se considerará como una carga resistiva pura que no altera el factor de potencia, ya que en este tipo de lámparas la potencia total es activa en la producción de trabajo útil, esto es, en calentar el filamento hasta la incandescencia.

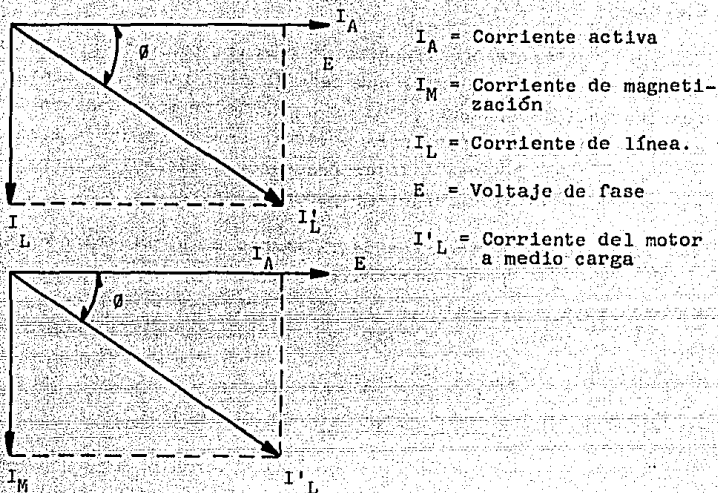
#### 1.4.2.- FACTOR DE POTENCIA EN MOTORES DE INDUCCION.

Los motores de inducción en corriente alterna al igual que otros aparatos que operan bajo el principio de inducción electromagnética, requiere de una corriente de magnetización en sus circuitos esta corriente de magnetización se encuentra  $90^\circ$  atrasada con respecto a la corriente activa que demanda el motor y que se puede considerar en fase con el voltaje.

Dado que estas dos corrientes son cantidades vectoriales, la resultante se le conoce como la corriente de línea que demanda el motor y que forma un ángulo  $\theta$  con respecto a la corriente activa.

Debido a que la corriente de magnetización en el motor se mantiene constante cualquiera que sea la carga, el factor de potencia de un motor varia con la carga, siendo menor cuando la carga disminuye.

FIG. 1.4.2.- FACTOR DE POTENCIA EN MOTORES DE INDUCCION.



#### 1.4.3.- INSTALACION DE CAPACITORES PARA LA CORRECCION DEL FACTOR DE POTENCIA EN INSTALACIONES DE FUERZA.

En las instalaciones eléctricas existen básicamente tres formas - distintas de instalar los capacitores industriales para corregir el factor de potencia, a continuación se dan estas formas de instalación.

##### A).- CONEXION DE CAPACITORES EN EL LADO DE ALTA TENSION

Con este método se corrige el factor de potencia de toda una planta, ofrece las siguientes ventajas:

- 1.- Reduce el pago a la compañía suministradora por bajo factor de potencia.

- 2.- El costo del banco de capacitores es menor debido a que es más barato adquirir capacitores para alta tensión.

**Desventajas:**

- 1.- Requiere de mayor cuidado para su instalación, protección y operación.
- 2.- No se tiene un ahorro por reducción en el calibre de los conductores en alimentadores y circuitos derivados de motores -- instalados en el secundario del transformador.

Este método es recomendable en instalaciones pequeñas.

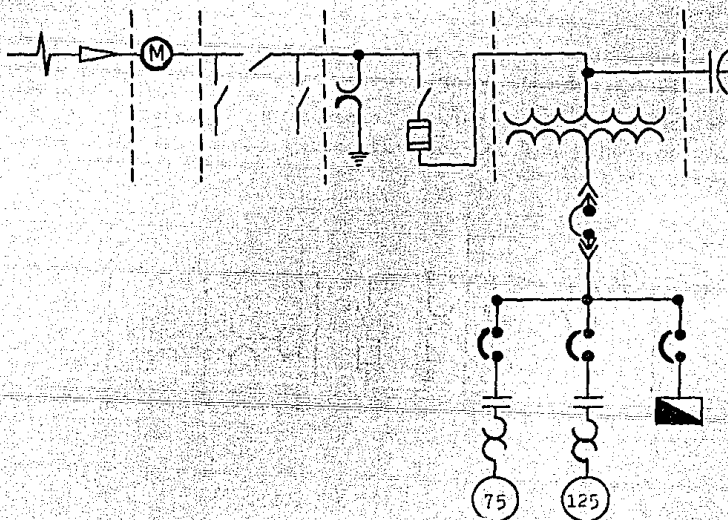


Fig. 1.4.3.- Instalación de capacitores para la corrección del -- factor de potencia en instalaciones de fuerza, conexión en alta tensión.

### B).- CONEXION DE CAPACITORES EN LAS TERMINALES DEL MOTOR.

Este método consiste en mejorar el factor de potencia de cada motor de la Planta en forma individual.

Ventajas:

- 1.- Se reduce la cuota de pago a la Cía. suministradora por bajo factor de potencia.
- 2.- Se tiene un ahorro en conductores por reducción del calibre y también se tiene un ahorro por pérdidas debido a efecto joule.
- 3.- Se reduce la potencia que se demanda a la subestación.
- 4.- Se mejora la regulación en los motores.

Desventajas:

- 1.- Alto costo inicial ya que se tiene que instalar un banco de capacitores por cada motor.

Este método se recomienda para la compensación individual de algunos motores cuando no todos los utilizados en una instalación lo requieran.

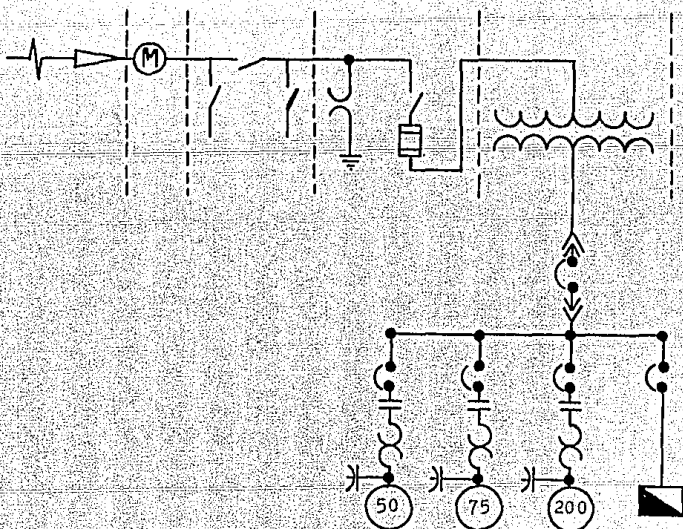


Fig. 1.4.4.- Conexión de capacitores en las terminales de los motores para la corrección de sus factores de potencia.

C).- COMPENSACION MIXTA

En algunas instalaciones industriales en donde se instalan grandes motores y equipos que consumen grandes cantidades de potencia reactiva (inductiva), puede ser posible adoptar una combinación de las alternativas anteriores, que viene a ser una solución mixta que consiste en compensar individualmente los aparatos de gran consumo de energía e instalar para el resto de la carga un sólo banco, ya sea fijo o seccionado en partes desconectables localizado en el tablero de baja tensión; ver figura 1.4.5.

La Unidad en Cuautitlán de Fertimex, emplea el método de conexión de capacitores en las terminales de los motores. Esto se puede observar en el diagrama unifilar simplificado de la Planta, Plano CUA-1200-EL-06.

1.4.4.- FACTOR DE POTENCIA ACTUAL DE LA PLANTA

Para conocer el factor de potencia que actualmente opera en la Planta, se procede de la siguiente forma:

El recibo de la Cía. de Luz, nos proporciona dos lecturas de potencias; la potencia activa en KW-hora y la potencia reactiva en KVAR-hora, en un período de un mes (30 días).

Esta información es suficiente para calcular el factor de potencia.

Así, el último recibo de la Cía. de Luz y Fuerza del Centro, nos proporciona los siguientes valores:

60000 KW - HORA  
1155 KVAR - HORA

$$\text{KW} = \frac{60000 \text{ KW} - \text{HORA}}{1 \text{ MES}} \cdot \frac{1 \text{ MES}}{720 \text{ HORAS}} = 83.333$$



$$KVA = \sqrt{KW^2 + KVAR^2} = \sqrt{(83.333)^2 + (1.6042)^2} = 83.3488$$

$$F.P. = \frac{KW}{KVA} = \frac{83.3333}{83,3488} = 0.9998$$

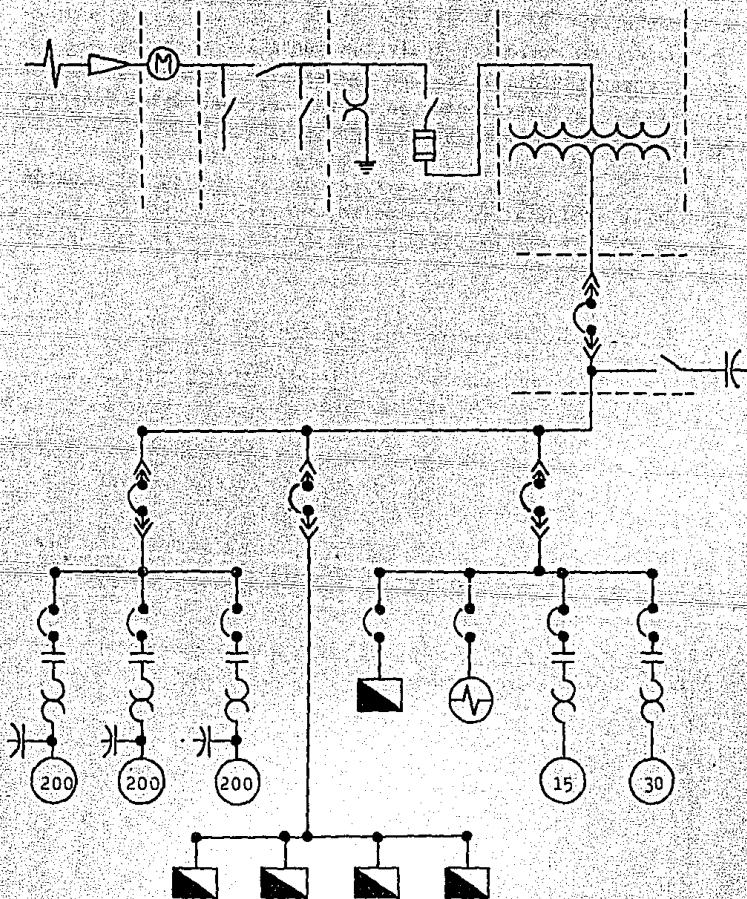


Fig. 1.4.5.- Instalación de capacitores para la corrección del -- factor de potencia en una industrial en forma mixta.

### 1.5.- DESBALANCE ENTRE FASES

Cuando se realiza un diseño de una instalación eléctrica que cuente para su alimentación con dos o tres fases siempre se toma la precaución de dar el porcentaje correcto de desbalanceo entre fases (máximo permitido 5%) para contar con sistemas de distribución eléctrica equilibrados. Podemos definir el desbalance entre fases como el porcentaje máximo que existe de la fase con menor carga con respecto a la de mayor carga y se puede determinar por medio de la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Desbalance} = \frac{\text{Fase con mayor carga} - \text{fase con menor carga}}{\text{Fase con mayor carga}} \times 100$$

Sin embargo, al correr el tiempo siempre se conecta equipo adicional y en la mayor de las veces no se toma en cuenta si el sistema de distribución empleado se desequilibra o no, dando en el caso de desequilibrio un alto porcentaje de desbalance que en ocasiones llega a un valor del 80% o más.

Un desbalance entre fases muy elevado provocará que:

- 1.- La fase más cargada sufra un deterioro mayor que el resto de las fases.
- 2.- Probables aperturas de los interruptores de protección por sobrecarga de una de las líneas.
- 3.- Sobrecalentamiento de las barras de cobre o aluminio de los tableros de alumbrado y de fuerza.

Al realizar un levantamiento de carga de algún edificio, planta industrial, taller de lácteos, escuelas, unidades habitacionales, etc., siempre se encontrará este tipo de problemas. Para lograr el valor adecuado de desbalance se deben realizar los puntos

siguientes:

- 1).- Desconectar equipo de los circuitos con mayor carga.
- 2).- Conectar a los circuitos con una carga menor que se encuentren conectados a la fase menor.
- 3).- Instalar nuevos circuitos derivados a la fase menor demandada.
- 4).- Si el tablero está saturado se debe instalar nuevos centros de carga.
- 5).- Calcular periódicamente el porcentaje máximo de desbalance, para conocer si se encuentra en el nivel adecuado.

Ahora, se realiza un ejemplo de redistribución de carga de un tablero de alumbrado.

Se utilizará el cuadro de cargas del tablero "TS" (Plano CUA-5200 EL-16) instalado en el Almacén Central Distribuidor.

A este tablero se encuentra conectado alumbrado, contactos monofásicos, los tableros TR y TR1. Actualmente tiene un desequilibrio del 43.52%.

Primero se suman las potencias de cada una de las fases y se determina el valor de desbalance hasta el circuito 17.

FASE	A	B	C	
	10,690	11502.5	11762.5	% D = 9.117

Si colocamos la carga del circuito 18 al circuito 20, obtenemos un valor de 6.057%, casi se tiene el nivel adecuado, pero aún insuficiente.

Al circuito 19 se encuentra conectados los tableros TR y TR1. Para lograr el porcentaje necesario se balancearán o en su caso se desbalancearán estos centros de carga.

Del cuadro de cargas del tablero TR1 se realizaron los siguientes cambios:

Distribuir la carga de los circuitos 1 y 2 en dos circuitos más, dando un total de cuatro circuitos derivados, colocados en las fases A y B, como se puede ver en el cuadro de cargas corregido. Se trasladó la potencia de los circuitos 5 y 6 a los polos 7 y 8 respectivamente, dándonos un 2.11% de desequilibrio (anterior al arreglo 80.86%).

Como el anterior QD es de 2 alimentadores es necesario aumentar el valor de desbalance del tablero TR para en esta forma tener las tres fases equilibradas, ya que ambos centros se encuentran conectados al mismo circuito (TS-19).

Para este caso se realizó un procedimiento similar al TR1 y se dejó en un 95.25% de desbalance.

Las fases del circuito S19 finalizan de la forma siguiente:









FASE	A	B	C	
	8630	7430	7370	S D = 14.60%

Ahora las fases del tablero TS quedan:

FASE	A	B	C	
	19,680	18,932.5	19,132.5	<u>%D = 3.798%</u> Nivel recomendado

Procedimiento similar debe llevarse a cabo para cada uno de los tableros utilizados en este ejemplo, después el equilibrio de fases respectivamente.

NOTA.- Todas las fórmulas para el cálculo de la corriente en sistemas de distribución eléctrica son exclusivas para líneas -- equilibradas.

CTO.									VOLTS	WATTS A FASE			AMP.	COND. MIN.	PROT. TER.	
	400W	400W	400W	250W	150 W	180W	TR	TR1		A	B	C			POLOS	AMP.
1	5								220	1250	1250		13.3	12	2	20
2	5								220	1250	1250		13.3	12	2	30
3	5								220	1250		1250	13.3	12	2	20
4	5								220	1250		1250	13.3	12	2	20
5	5								220		1250	1250	13.3	12	2	30
6	5								220		1250	1250	13.3	12	2	20
7	5								220	1250	1250		13.3	12	2	30
8		1	3						220	1000	1000		10.6	12	2	20
9	5								220	1250		1250	13.3	12	2	20
10		3							220	750		750	8.0	12	2	20
11				10					220		1562.5	1562.5	16.7	12	2	30
12	5								220		1250	1250	13.3	12	2	15
13						4			130	720			6.5	10	1	20
14						4			130	720			6.5	10	1	20
15						4			130		720		6.5	10	1	20
16						4			130		720		6.5	10	1	20
17					7	5			130			1950	17.6	10	1	20
18																
19							1	1	220	8630	7430	7370	68.4	6	3	50
20						2			130	360			3.2	10	1	20
TOTAL	45	4	3	10	7	21	1	1		19680	18932.5	19132.5	CARGA TOTAL 57 745 W			

TABLERO 3F - 4H TIPO NQO CAT. No. 424 AB SQUARE D. ALIMENTADORES CABLE No. 1/0  
DESBALANCE ENTRE FASES 3.798%  
CUADRO DE CARGAS DEL TABLERO TS

C/O.	① 60W	1 40W	2 2 x 40	3 3 x 40	U 2 x 40	⊘ 180W	VOLTS	WATS A FASE			AMP.	COND. MIN.	P. TERMOMAG.	
								A	B	C			POLOS	AMP.
1				8	5		130	1700			5.3	12	1	15
2														
3		3	2				130		350		3.1	12	1	15
4														
5						14	130			2520	22.0	10	1	30
6	16						130			960	8.0	12	1	15
7														
8														
9														
10														
11				7	5		130			1550	14.0	12	1	15
12						13	130			2340	21.2	10	1	30
TOTAL	16	3	2	15	10	27		1700	350	7370	CARGA TOTAL		9420 W	

TABLERO 3F - 4H TIPO NQO CAT. No. 144 ABF SQUARE D. ALIMENTADORES CALIBRE No. 6 AWG  
DESBALANCE ENTRE FASES 95.25%

CUADRO DE CARGAS DEL TABLERO TR

CTO.	180W	MC.	3	VOLTS	WATTS A FASE		AMP.	COND. MIN.	PROT. TERM.	
					A	B			POLOS	AMP.
1	11		3 x 40	130	1980		17.9	10	1	20
2	12	1		130	2610		23.6	10	1	30
3			15	130		2250	20.3	10	1	20
4	6			130		1080	9.7	10	1	15
5	13			130	2340		21.1	10	1	30
6										
7			12	130		1800	16.2	10	1	20
8			13	130		1950	17.6	10	1	20
TOTAL	42	1	40		6930	7080	CARGA TOTAL 14010 WATTS.			

TABLERO 2F - 3H CAT. No. QO 8 SQUARE D. ALIMENTADORES CALIBRE No. 6

DESBALANCE ENTRE FASES 2.11%

CUADRO DE CARGAS DEL TABLERO TR1

## CAPITULO No. II ARREGLO ELECTRICO

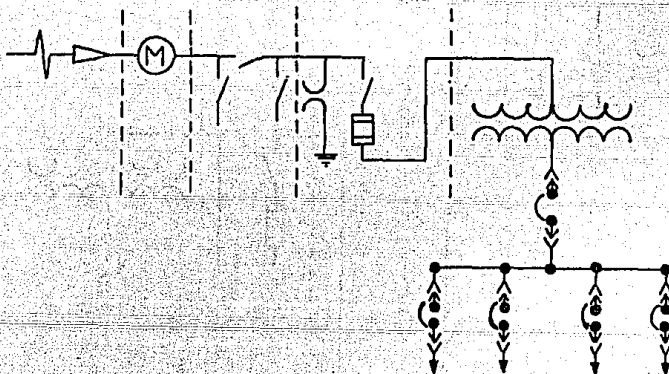
### 2.1.- SISTEMAS DE DISTRIBUCION ELECTRICA TÍPICOS

La selección de un sistema de distribución debe realizarse de acuerdo al proceso de manufactura. En general, un sistema es más costoso mientras más confiable se requiere.

Algunos procesos no son afectados por las interrupciones, un sistema radial puede aplicarse en este caso, otros no toleran interrupciones (cementerías, fundiciones, generación eléctrica) y requieren el sistema más confiable posible, con fuentes de emergencia.

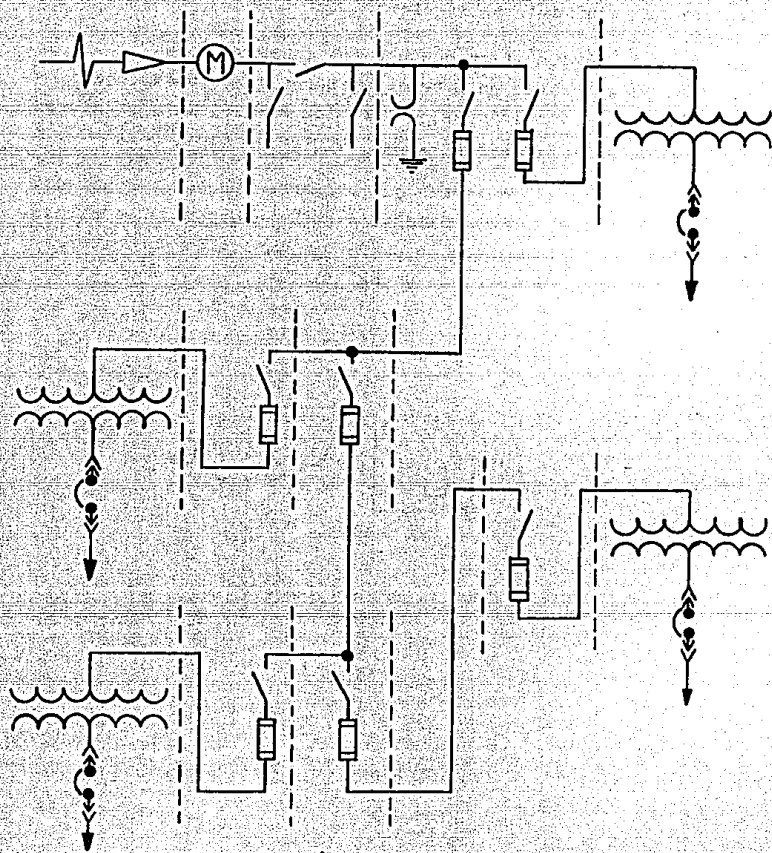
Para dar mantenimiento a sistemas que alimentan procesos continuos se requieren sistemas dobles, diseñados para trabajar sobre ellos - con seguridad. Un sistema que no puede ser mantenido por razones - de continuidad en el proceso, es un mal sistema.

SISTEMA RADIAL SIMPLE

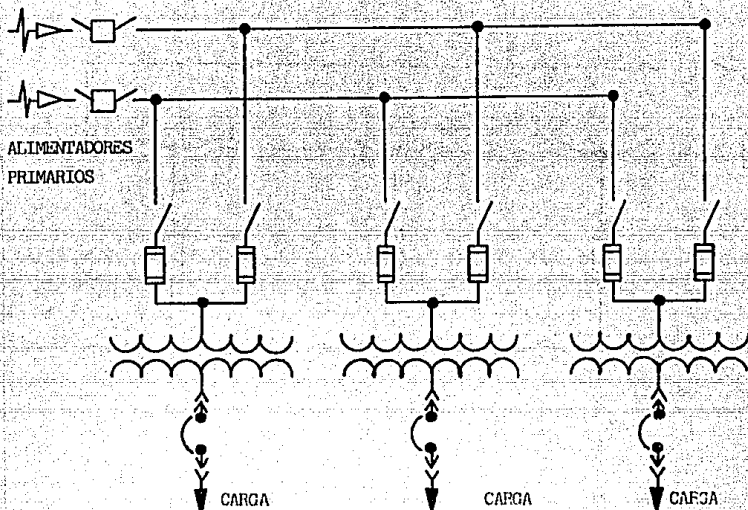


Como se puede observar, en este sistema hay un sólo alimentador primario y toda la carga es sostenida por un sólo transformador que debe ser de gran capacidad.

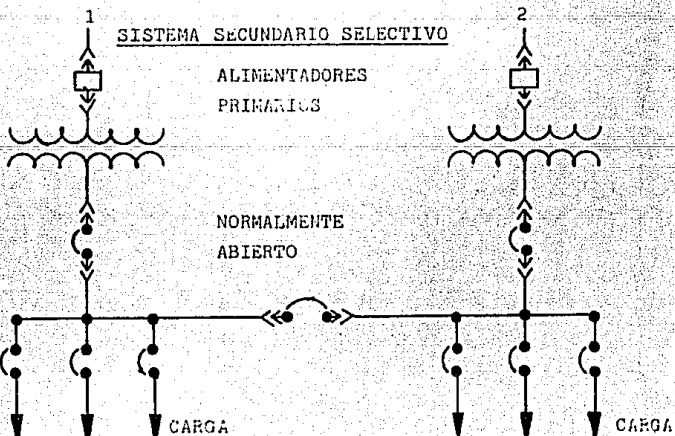


SISTEMA RADIAL EXPANDIDO

Este sistema cuenta con un sólo alimentador, pero la diferencia con el sistema radial simple, es de que la carga es sostenida por varios transformadores cuya capacidad dependerá de la carga que deben sostener.

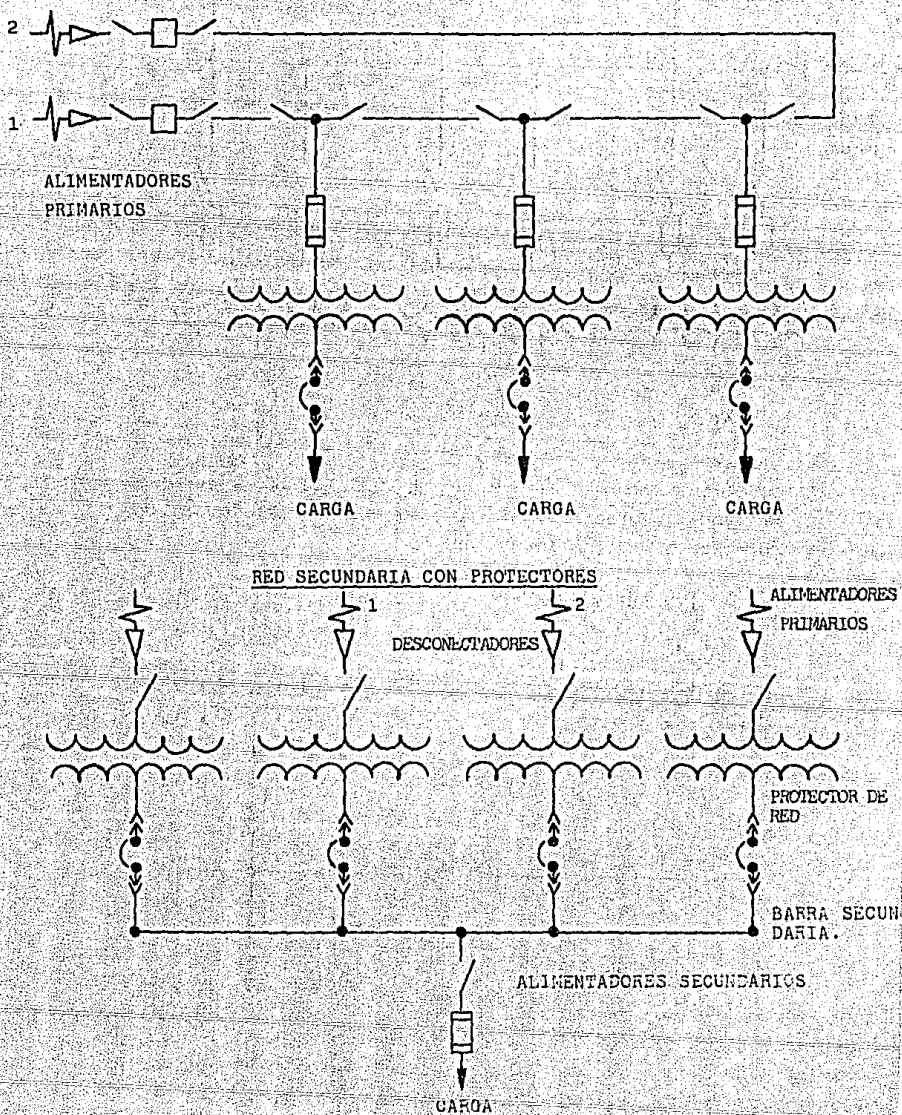


Este sistema cuenta con dos alimentadores. Toda la carga esta colgada a uno de los alimentadores, si ese alimentador falla toda la carga es transferida al otro alimentador.



Este sistema cuenta con dos alimentadores. La carga se encuentra distribuida en cada alimentador, cuando ocurre alguna deficiencia en el suministro de cualquiera de los dos alimentadores se cierra el interruptor normalmente abierto y se alimenta toda la carga.

SISTEMA PRIMARIO EN ANILLO



## 2.2.- CARACTERISTICAS DE LOS PRINCIPALES SISTEMAS DE DISTRIBUCION - ELECTRICA.

<u>SISTEMA</u>	<u>VENTAJAS Y USOS</u>	<u>DESVENTAJAS</u>
1) <u>RADIAL SIMPLE</u>	a) El más económico b) Operación y expansión simple c) Satisfactorio para pequeñas industrias. d) Donde el proceso puede alimentarse con un sólo transformador.	a) Confiabilidad baja si no se usan elementos de muy buena calidad. b) Una falla de cualquier elemento deja fuera el sistema. c) El equipo debe desconectarse para mantenimiento rutinario.
2) <u>RADIAL EXPANDIDO</u>	a) Mismas que el caso anterior. b) Se utiliza cuando la magnitud de la carga requiere usar más transformadores.	a) Mismas que el caso anterior (Sistema radial simple).
3) <u>PRIMARIO SELECTIVO</u>	a) Se tienen dos fuentes distintas de alimentación en el primario. b) Se puede dar un mejor mantenimiento al equipo primario o de barras colectores e interruptores.	a) Más costoso que el radial. b) Desventaja de falla en transformador o en tablero secundario.
4) <u>PRIMARIO EN ANILLO</u>	a) Ofrece las mismas ventajas del sistema primario selectivo. b) Ligeramente más económico que el primario selectivo.	a) Mismas que el caso anterior. b) Encontrar una falla en un cable del anillo es dificultoso. c) Es peligroso porque se puede energizar un punto por dos lados.
5) <u>SECUNDARIO SELECTIVO</u>	a) Si falla el sistema primario o el transformador el servicio no se interrumpe esto requiere: la. O sobre dimensionar los transformadores. lb. O aire forzado durante la emergencia.	a) Más costoso que los anteriores (primario secundario selectivo) b) Para dar mantenimiento al tablero de baja tensión requiere echar fuera la carga. c) Operación más compleja.

SISTEMASVENTAJAS Y USOSDESVENTAJAS

- lc. echar fuera carga no esencial.
- ld. O sobrecargar un transformador aceptando pérdida en la vida del mismo.

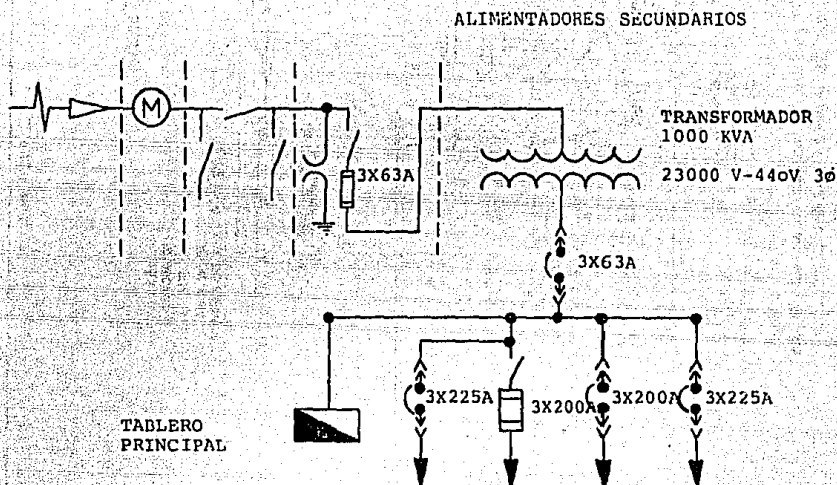
6) RED SECUNDARIA

- a) Muy confiable
- b) No hay interrupciones de ninguna especie, a menos que falle alguno de los alimentadores primarios.
- c) Adecuado para cargas grandes.

- a) Costoso
- b) Si falla el tablero secundario, falla el sistema.
- c) Elevadas corrientes de corto circuito.

### 2.3.- SISTEMA DE DISTRIBUCION ACTUAL UTILIZADO EN LA UNIDAD CUAUTI TLAN.

Actualmente la Planta cuenta con un sistema de distribución radial simple. Este sistema puede ilustrarse en la siguiente figura.

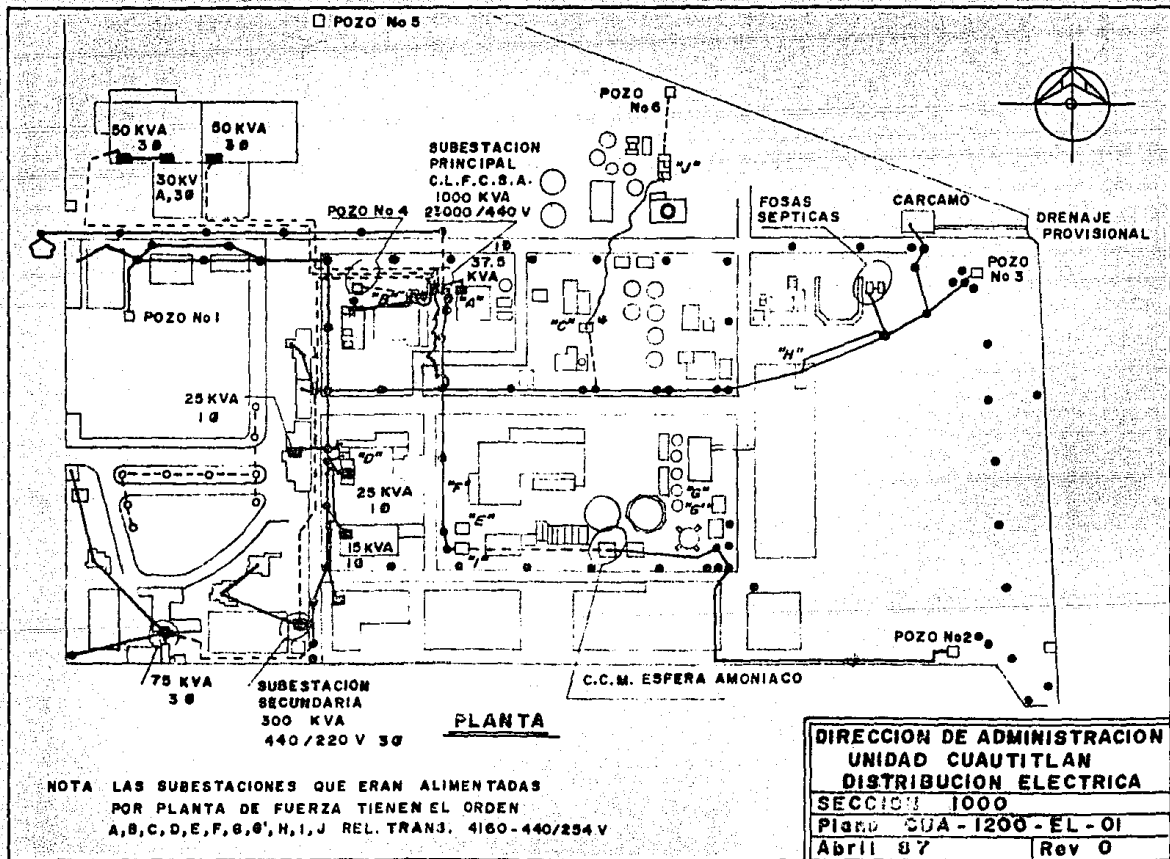


Como podemos observar se cuenta con un alimentador primario y toda la carga es soportada por un sólo transformador que es de gran capacidad.

### 2.4.- LOCALIZACION DE EQUIPO

Este punto se refiere a tener localizados en un plano la posición de los transformadores, líneas de distribución aéreas y subterráneas, motores subestaciones, centros de control de motores, centros de cargas. Esta localización se puede consultar en el plano CUA-1200-EL-01.

Es importante contar con un plano de localización de equipo para saber los espacios disponibles que haya entre los equipos y líneas



**PLANTA**

NOTA LAS SUBESTACIONES QUE ERAN ALIMENTADAS POR PLANTA DE FUERZA TIENEN EL ORDEN A,B,C,D,E,F,G,H,I,J REL. TRANS. 4160-440/254 V

DIRECCION DE ADMINISTRACION	
UNIDAD CUAUTITLAN	
DISTRIBUCION ELECTRICA	
SECCION 1000	
Plano CUA - 1200 - EL - 01	
Abril 87	Rev 0

de distribución, para cuando se requiera instalar más equipo se disponga de la información adecuada y se tomen las decisiones necesarias para una mejor distribución eléctrica.

## 2.5.- NIVELES DE TENSION UTILIZADOS

Se seleccionan las mejores tensiones en cada uno de los niveles (baja y media tensión). Las tensiones del sistema normalmente influyen más que ningún otro factor, en la economía, tanto en la selección de equipo, como en la expansión ya sea de plantas industriales, oficinas, unidades habitacionales, escuelas.

Los niveles de tensión utilizados en la planta son :

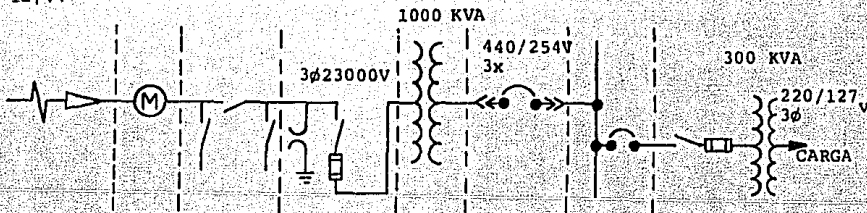
- 3 Ø, 440V Alimentación a motores
- 3 Ø, 220V Alimentación a motores
- 2 Ø, 220V Alimentación a hornos de resistencias, alumbrado mercurial.
- 1 Ø, 127V, Alimentación: A motores alumbrado, hornos de resistencias, parrillas, equipo diverso monofásico.
- 1 Ø, 254V Este voltaje no se emplea.

Estos voltajes pertenecen a un nivel de tensión bajo, ya que son valores inferiores a 1000 volts.

El transformador principal tiene una relación de transformación de 23000V a 440/254V.

Con este nivel de tensión no podemos hacer funcionar equipo a 220V/127V. para obtener este valor de voltaje se realiza la siguiente operación:

Conectando transformadores reductores en el lado secundario del transformador principal, de esta forma obtenemos el voltaje de 220/127V.





## 2.6.- COMPANIA SUMINISTRADORA

La Compañía que suministra el fluido eléctrico a la ex Planta de Fertimex, es la Cía. de Luz y Fuerza del Centro, S.A.

Datos que se requiere proporcionar a la Cía. suministradora para que suministre la energía eléctrica.

- a) Distribución de Planta mostrando edificios y estructuras.
- b) Carga eléctrica de la Planta, preferentemente demanda máxima - en KVA.
- c) Punto preferido para la conexión del servicio.
- d) Arreglo eléctrico de la Cía. suministradora que se desea.
- e) Programa de construcción y de puesta en servicio.
- f) Motores muy grandes (potencia) fuera de lo usual que se tengan.
- g) Factor de potencia esperado.
- h) Descripción de la carga conectada.

La compañía suministradora debe proporcionar.

- a) La tensión de suministro o tensiones disponibles, propia o del cliente.
- b) Ruta de las líneas y punto de suministro.
- c) Tarifas
- d) Opciones en el suministro con subestación.
- e) Espacio de la subestación si la prevee la compañía.
- f) Corto circuito y características del sistema en el punto de suministro.
- g) Requerimiento para medición.
- h) Tipo de aterrizado en el sistema de suministro.
- i) Requerimientos de coordinación con el sistema de protección de la compañía suministradora.
- j) Datos sobre confiabilidad de la red, si es necesario.
- k) Alimentación de respaldo, de ser necesarias.

## 2.7.- SUBESTACION ELECTRICA PRINCIPAL

### 2.7.1.- DEFINICION DE SUBESTACION ELECTRICA

Una subestación eléctrica es un conjunto de elementos o dispositi

vos que nos permiten cambiar las características de energía eléctrica (voltaje, corriente, frecuencia, etc.), tipo corriente alterna a corriente continua, o bien conservarle dentro de ciertas características.

### 2.7.2.- CLASIFICACION DE LAS SUBESTACIONES ELECTRICAS.

Las subestaciones se pueden clasificar de la siguiente forma:

#### a) Por su operación:

- 1.- de corriente alterna
- 2.- de corriente continua

#### b) Por su servicio:

PRIMARIAS	Elevadoras Receptoras reductoras De enlace o distribución De maniobra Rectificadoras
-----------	--

SECUNDARIAS	<table border="0" style="border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding-right: 5px;">Receptoras</td> <td style="padding-left: 5px;">Reductoras</td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding-right: 5px;"></td> <td style="padding-left: 5px;">Elevadoras</td> </tr> </table> Distribuidoras De enlace Rectificadoras	Receptoras	Reductoras		Elevadoras
Receptoras	Reductoras				
	Elevadoras				

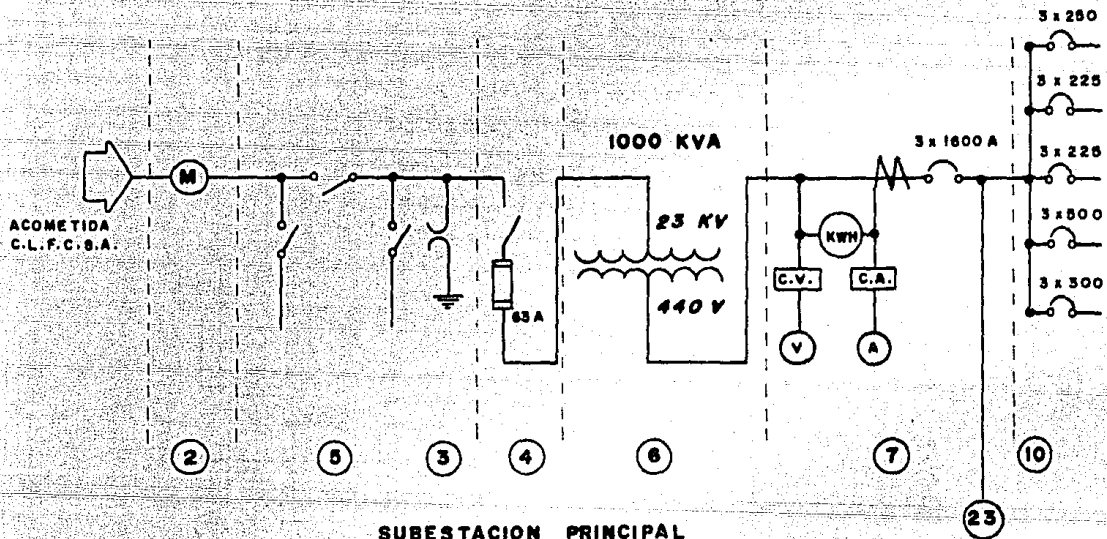
#### c) Por su construcción:

- 1.- Tipo intemperie
- 2.- Tipo interior
- 3.- Tipo blindado

### 2.7.3.- ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DE LA SUBESTACION ELECTRICA PRINCIPAL.

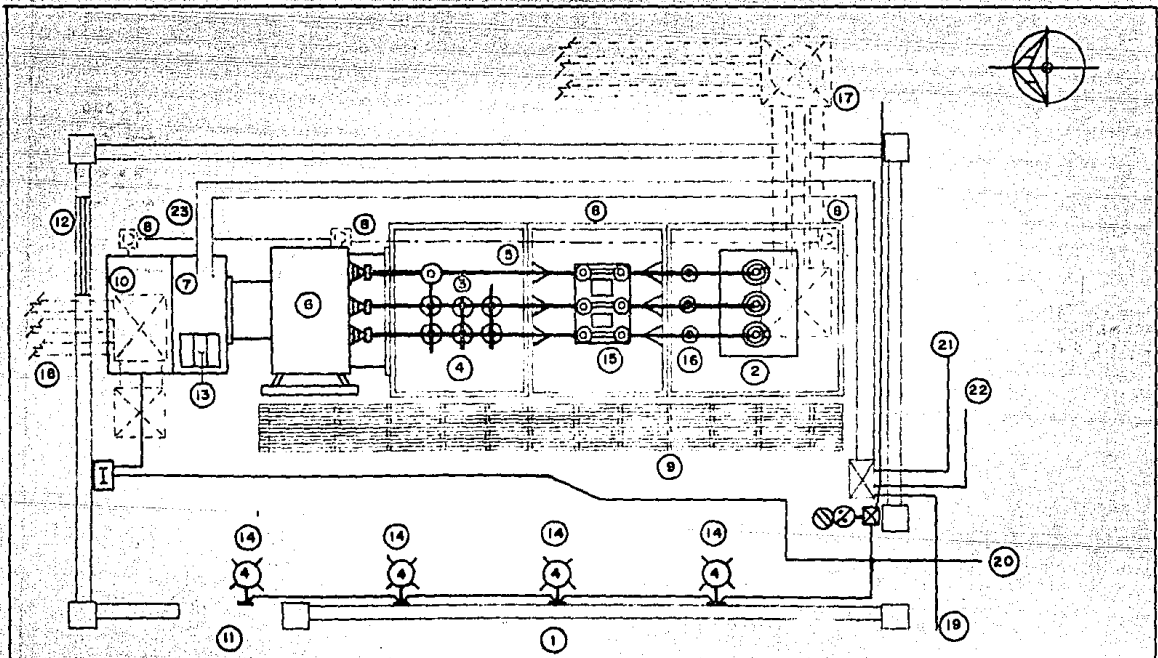
Se dibujaron planos donde se indican los componentes de la subestación.

Primeramente se obtuvo el diagrama unifilar de la subestación numerando todas sus partes (Plano CUA-1200-EL-02), un plano de planta de la subestación con todas sus partes numeradas (Plano CUA- - 1200-EL-03), finalmente una lista de todos los componentes de que está constituida una subestación eléctrica (Plano CUA-1200-EL-04 y 05). Todos estos componentes son los principales con que puede contar una subestación eléctrica.



**SUBSTACION PRINCIPAL**  
 DIAGRAMA UNIFILAR

DIRECCION DE ADMINISTRACION	
UNIDAD CUAUTITLAM	
SECCION 1000	
Plano CUA-1200-EL-02	
Abril 87	Rev 0



**PLANTA**  
**SUBESTACION PRINCIPAL**  
**COMPONENTES**

DIRECCION DE ADMINISTRACION	
UNIDAD CUAUTITLAN	
SECCION 1000	
Plano CUA-1200-EL-03	
Abril 87	Rev 0

<u>No.</u>	<u>C O N C E P T O</u>	<u>M A R C A</u>	<u>REGISTRO S.I.C.-D.G.E</u>
1	Subestación Unitaria	Accesorios E	855
2	Equipo de Medición		
3	Apartarrayos autovalvulares 23 KV. de operación de circuito con neutro conectado a tierra.	SIEMENS	6135
4	Seccionador de operación en grupo con carga por medio de palanca al frente servicio interior 3P. 400A. 23 KV. equipado con 3 fusibles de 63A normales y 1000 KVA de capacidad interruptiva tendrá un mecanismo de seguridad para mantener asegurada la puerta mientras el seccionador este cerrado.	DRIESCHER	5949
5	Conexión de A.T. formada por solera de cobre de 6.4 x 25.4.		
6	Transformador trifásico en baño de aceite tipo distribución 1000 KVA. 20/23 KV. en el primario conexión delta 440/254 V. en el secundario conexión estrella con 4 derivaciones de 2 x 500V c/u, 50/60 CPS. 85°C de elevación de temperatura, impedancia 7.53% para operación a 2300 MSNM.	I E S A	2938
7	Gabinete de medición y tablero general de B.T. 3P. 1600 A. 440V.	F P E	5031
8	Sistema de tierras formado por 3 varillas - - - copperweld de 6.25 mm. de $\phi$ y 3.05 Mts. de largo de cobre desnudo Cal. 1/o AWG.		
9	Tapete de hule estriado en tarima de madera.		

DIRECCION DE ADMINISTRACION	
UNIDAD CUAUTITLAN	
SECCION 1000	
Plano CUA - 1200 - EL - 04	
Abril 87	Rev 0

No.	C O N C E P T O	M A R C A	REGISTRO S.I.C.-D.C.E.
10	Gabinete de distribución de B.T. 440V. 1000 A.	F.P.E.	5031
11	Puerta de acceso con ventilación.		
12	Persiana para ventilación forzada.		
13	3 Capacitores industriales para corrección del F.P.		
14	Sistema de alumbrado.		
15	Cuchillas desconectadoras 3P. 400A. para 23 KV. grupo con mecanismo manual al frente.	A E	855
16	Aisladores soporte para 23 KV. tensión de flameo en húmedo 85 KV.	BALTEAU	4213
17	4 ductos de 10 cm. de $\phi$ para acometida de la - CLFMCSA.		
18	Ductos para líneas en baja tensión al Laboratorio de Investigación y Almacén.		
19	Alimentación al pozo No. 4 y clorinación.		
20	Alimentación a pozo No. 6 cárcamo y fosas sépticas.		
21	Alimentación a los Edificios.		
22	Alimentación a la Planta de Fuerza.		
23	Ducto para alimentadores.		

DIRECCION DE ADMINISTRACION UNIDAD CUAUTITLAN	
SECCION 1000	
Plano CUA -1200- EL - 05	
Abril 87	Rev 0

**2.7.4.- CARACTERISTICAS QUE DEBE REUNIR UN LOCAL PARA UNA SUBESTACION ELECTRICA COMPACTA.**

El local en que se instale el equipo debe tener las características siguientes:

- 1.- AMPLIO.- Siendo muy pequeño, se dificulta su montaje, su operación y mantenimiento.
- 2.- NO DEBE DESTINARSE A OTROS USOS.- Hacerlo así, permite el acceso a personas no autorizadas. Puede obstruirse la operación del equipo y lo que es mas, tratándose de equipo de alta tensión, lo hace peligroso a la propiedad y a las personas.
- 3.- DEBE ESTAR SECO.- La humedad perjudica al equipo eléctrico. Enmohece los mecanismos de hierro, los contactos de cobre pierden su conductibilidad y en general se destruye el equipo que siempre es costoso.
- 4.- DEBE ESTAR BIEN VENTILADO.- La corriente eléctrica a su paso por barras, conductores, transformadores y demás aparatos, produce calor, que debe disiparse, pues de otra manera pierden eficiencia.
- 5.- DEBE ESTAR BIEN ILUMINADO.- Tanto de luz natural, como artificial, sobre todo cuando hay trabajo nocturno. La buena luz permite una fácil localización de los aparatos de control, lectura de instrumentos, reparación y conservación.
- 6.- DEBE ESTAR LIBRE DE POLVO, DE HUMOS O GASES CORROSIVOS.- Estos elementos, como la humedad perjudican en general los mecanismos, contactos eléctricos e instrumentos.
- 7.- DEBE TENER UNA PUERTA AMPLIA.- Según el Reglamento de Cbras e Instalaciones Eléctricas, las puertas de acceso al local de la Subestación, deben ser metálicas y abrirse hacia afuera. Se recomienda para subestaciones puertas de los hojas, con un claro libre de 3 metros de altura y 2.50 metros de ancho. Para tableros de distribución ópticamente es necesario un claro de 2.50 metros de altura y 1.5 metros de ancho.



- 8.- Según el Reglamento antes citado, el local para subestaciones debe tener coladera para drenaje, delante de los transformadores; un extinguidor y tarima de madera sin clavos.

#### 2.7.5.- CONDICIONES ACTUALES DEL LOCAL DE LA SUBESTACION PRINCIPAL

Después de consultar las características que debe reunir un local para una subestación eléctrica compacta se darán las condiciones actuales del lugar donde se encuentra instalada la subestación -- eléctrica principal de la Unidad Cuautitlán, en la forma siguiente:

- 1) No se dispone de equipo para extinguir incendios.
- 2) Iluminación natural y artificial deficiente, además, actualmente no funciona la instalación eléctrica del local de la subestación.
- 3) Se está ocupando el local de la subestación como bodega y esto no es permitido ya que reduce el espacio de maniobras dentro del local.
- 4) No existe limpieza dentro del local. Actualmente hay una gran cantidad de polvo.
- 5) Se encuentra instalado un interruptor termomagnético (controla la alimentación al cárcamo, fosas sépticas, pozo No. 6) en una pared del local y no dentro del gabinete de distribución de baja tensión como debe ser.
- 6) Los alimentadores conectados al interruptor del punto anterior no se instalaron dentro de ductos para protegerlos y en cambio están colocados en el piso, además de impedir el cierre de la puerta principal. Esta disposición puede llegar a producir un accidente por deterioro del aislamiento del conductor o por algún corte del cable.
- 7) La ventilación es pobre. Las persianas colocadas en las venta-

nas se encuentran muy deterioradas.

- 8) Se dispone de dos puertas que no reúnen las dimensiones recomendadas, una de ellas no cuenta con cerradura y esto provoca que personal no autorizado tenga acceso al interior del local.
- 9) De la caja de conexiones salen cables (alimentación al pozo No. 4, tanque de reserva de agua) que no se alojan en ducto o tubo conduit, siendo peligrosa este tipo de instalación.

Es necesario tomar en cuenta las condiciones en que actualmente se encuentra el local de la subestación principal para que se incluya en un programa de mantenimiento y así tenerla funcionando correctamente.

## 2.8.- TIPOS DE ENFRIAMIENTO MAS EMPLEADOS EN TRANSFORMADORES.

### TIPO OA

Sumergido en aceite con enfriamiento propio. Por lo general en transformadores de más de 50 KVA se usan tubos radiadores o tanques corrugados para disminuir las pérdidas; en capacidades mayores de 3000 KVA se usan radiadores del tipo desmontable. Este tipo de transformadores con voltajes de 46 KV o menores puede tener como medio de enfriamiento líquido inerte aislante en vez de aceite.

El transformador OA es el tipo básico y sirve como norma para capacidad y precio de otros.

### TIPO OA/FA

Sumergido en aceite con enfriamiento propio, por medio de aire forzado. Este es básicamente un transformador OA con adición de ventiladores para aumentar la capacidad de disipación de calor.

### TIPO OA/FA/FOA

Sumergido en aceite con enfriamiento propio a base de aire forzado y aceite forzado. Este transformador es básicamente un OA, --

con adición de ventiladores y bombas para circulación de aceite.

#### TIPO FOA

Sumergido en aceite, enfriado con aceite forzado y con enfriador de aire forzado. Este tipo de transformadores se usa únicamente donde se desea que operen al mismo tiempo las bombas de aceite y los ventiladores; tales condiciones absorben cualquier carga a pico a plena capacidad.

#### TIPO OW

Sumergido en aceite y enfriado con agua. En este tipo de transformadores el agua de enfriamiento es conducida por serpentines, los cuales están en contacto con el aceite aislante del transformador. El aceite circula alrededor de los serpentines por conversión natural.

#### TIPO AA

Tipo seco con enfriamiento propio, no contiene aceite ni otros líquidos para enfriamiento; son usados en voltajes nominales menores de 15 KV, en pequeñas capacidades.

#### TIPO AFA

Tipo seco, enfriado por aire forzado. Estos transformadores tienen una capacidad simple basada en la circulación de aire forzado por ventiladores o sopladores.

### 2.9.- SUGERENCIAS

Actualmente la Unidad cuenta con un sistema de distribución eléctrica radial simple, con alimentadores secundarios aéreos y subterráneos. Al concluir el Proyecto de desmontaje de la Sección industrial de la Unidad, es de gran importancia cambiar el tipo de instalación de los alimentadores de aéreo a subterráneo. Las razones de recomendar este cambio se debe a que una instalación aérea sufre un mayor número de fallas que una instalación subterránea. Descargas atmosféricas, contacto con árboles próximos a las

líneas, deterioro de los postes, vientos muy fuertes que provoque caídas de las líneas, otra razón para la utilización de líneas subterráneas es la estética, punto importante para ser tomado en - - cuenta cuando se instalen sistemas de distribución en zonas no industriales.

Si se llega a cabo la construcción de edificios cuya instalación eléctrica requiera un transformador de gran capacidad, es conveniente adaptar el sistema radial simple a un sistema radial expandido.

Este cambio tiene la ventaja de sostener la carga nueva que se desee alimentar sin que la capacidad del transformador principal -- sea utilizada. Además, deben emplearse transformadores de tensión en el secundario a 220/127 volts y así, no emplear equipo auxiliar para la reducción del voltaje de 440V a 220/127V.

Un problema frecuente en los sistemas subterráneos es la acumulación de humedad o inundación de tubos y registros, teniendo como consecuencia el deterioro del aislamiento de los cables provocando fallas en el sistema. Una correcta selección del aislamiento de los cables, así como la buena construcción de los registros y el adecuado desnivel de los tubos en los que se alojarán los conductores traerá como resultado una vida útil mayor de la instalación eléctrica y un porcentaje bajo de fallas por corto circuito.

### CAPITULO III DIAGRAMA UNIFILAR

#### 3.1.- DEFINICION DE DIAGRAMA UNIFILAR

Un sistema trifásico equilibrado se resuelve siempre como un circuito monofásico, formado por una de las tres líneas y un neutro de retorno; por ésta razón, muy rara vez, es necesario representar en el esquema del circuito, más de una fase y el neutro. con frecuencia se hace todavía otra simplificación mayor, suprimiendo el cierre del circuito por el neutro e indicando sus partes componentes por medio de símbolos normalizados, mejor que por sus circuitos equivalentes. Los parámetros del circuito no se indican y la línea de transmisión o de distribución se representa por una sola línea entre los dos extremos. Al diagrama resultante de esta simplificación de un sistema eléctrico se le llama diagrama unifilar. Representando por medio de una sola línea simple y de símbolos normalizados, a las líneas de transmisión, distribución y aparatos asociados de un sistema eléctrico.

#### 3.2.- OBJETO DE UN DIAGRAMA UNIFILAR

El objeto de un diagrama unifilar es suministrar de manera concisa los datos más significativos e importantes de un sistema eléctrico. La importancia de las diferentes características de un sistema varían según el problema que se considere y la cantidad de información que se incluye en el diagrama depende del fin para el que se desea. Por ejemplo, la colocación de los interruptores y los relevadores no tienen importancia en un estudio de cargas; por otra parte, la determinación de la estabilidad de un sistema en condiciones de régimen transitorio, resultantes de una falla depende de la velocidad con la que los relevadores e interruptores del circuito aislen la parte con falla del sistema. Por tanto, la información sobre los interruptores puede ser de importancia trascendental. Algunas veces, los diagramas unifilares incluyen información sobre los transformadores de corriente y de tensión que unen los relevadores al sistema o que estén instalados para realizar medidas por medio de instrumentos. La información contenida, pues en un diagrama unifilar, varía según el problema

que se estudia y según la práctica de la compañía en particular - que lo prepare.

### 3.3.- CONTENIDO DE UN DIAGRAMA UNIFILAR.

Un diagrama unifilar debe contener las siguientes características:

- A) Acometida de la Compañía de Luz.
- B) Subestaciones.
- C) Tipo, tamaño, capacidad y número de conductores.
- D) Características de los transformadores (KVA, tensiones, impedancia, conexión interna, tipo de enfriamiento, método de puesta a tierra).
- E) Identificación de los aparatos de protección (relvadores, fusibles, interruptores, etc.)
- F) Relaciones de transformadores de potencial y de corriente.
- G) Cargas.
- H) Características de capacitores industriales (KVA capacitivos, tensión).
- I) Características de los motores (caballos de potencia, tensión, número de fases).
- J) Características de los arrancadores (tamaño, tensión, tipo de arrancador).
- K) Tableros de fuerza y de alumbrado.
- L) Centros de control de motores.

### 3.4.- DIAGRAMA UNIFILAR DE LA PLANTA DE FERTIMEX

Se realizó el diagrama unifilar de la Planta, considerando únicamente las secciones que demandan energía eléctrica. Este diagrama está presentado en el plano CUA-1200-EL-06.

En este plano se indican motores y transformadores únicamente, en la siguiente relación se dan las secciones que se encuentran conectadas en el lado secundario de los transformadores.

- a) Transformador de 25 KVA. Este transformador alimenta a la Dirección de Operación Industrial (diagrama unifilar plano CUA--2200-EL-04).
- b) Transformador de 300 KVA, alimenta a las secciones:

3000 Subgerencia de Mantenimiento (Plano CUA-3200-EL-02)

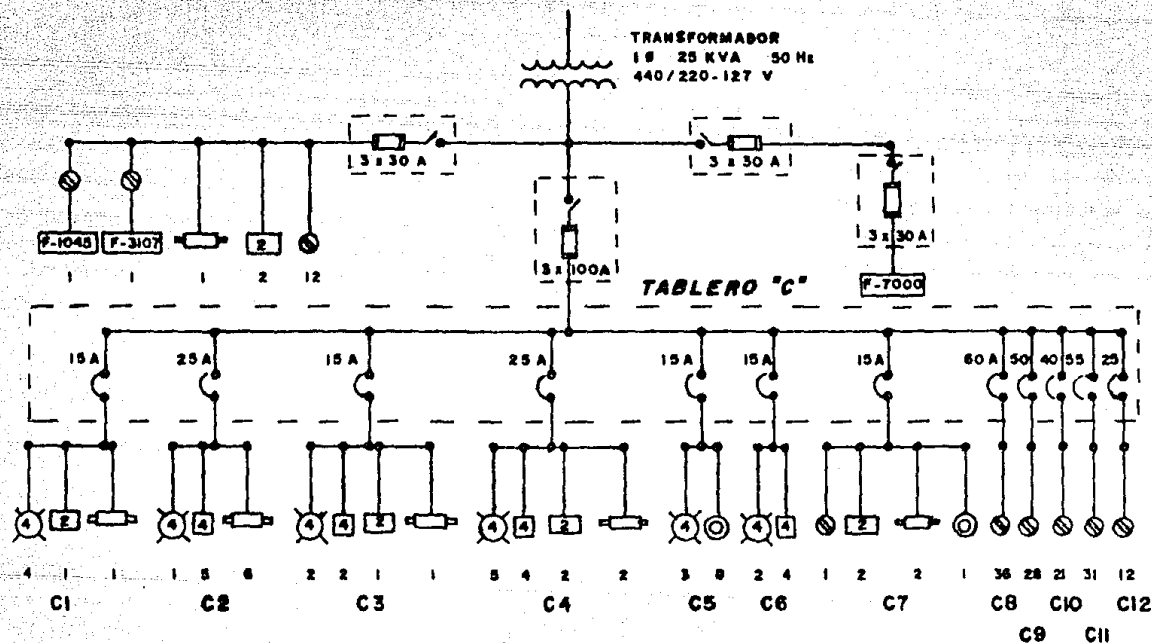
4000 Subgerencia de Ing. de Plantas (Plano CUA-4200-EL-03)

6000 Laboratorio de Investigación, consultar el diagrama unifilar Plano CUA-6200-EL-24.

- c) Almacén Central Distribuidor Sección 5000. Cuenta con tres -- transformadores 50, 30, 50 KVA. ver plano CUA-5200-EL-24, para el seguimiento de tableros e interruptores.
- d) Dirección de Planeación sección 7000. Para la alimentación de este edificio se cuenta con un transformador de 75 KVA. Además, suministra energía eléctrica al Laboratorio de Edafología y a su anexo, Intendencia, Puerta No. 1, Vigilancia. Para consultar los diagramas unifilares de estas secciones ver los planos CUA-7200-EL-17, CUA-8200-EL-04 y CUA-8200-EL-07.
- e) Para la alimentación del Archivo, frontón, puerta No.2 Vigilancia. Se utiliza el transformador de 25 KVA instalado en la -- azotea del Laboratorio Central.
- f) Para la alimentación de alumbrado y contactos se utiliza el -- transformador de 15 KVA esto en el caso del Taller de Maquinado.







DIRECCION DE OP. INDUSTRIAL

DIAGRAMA UNIFILAR

SECCION 2000

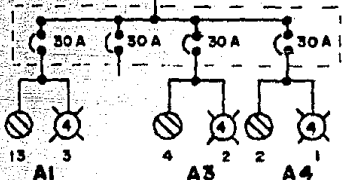
Plano CUA - 2200 - EL - 04

Marzo 87

Rev 0

1-10

127V-1F-2H-60Hz-40 A



**TABLERO "A"**  
DPTO. CONTROL AMBIENTAL

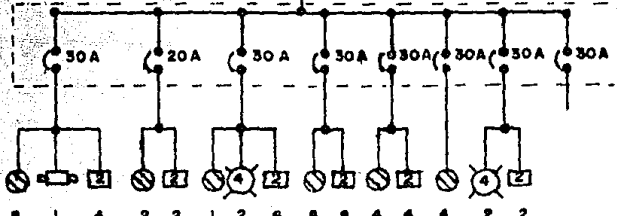


DESDE EL INTERRUPTOR  
LOCALIZADO EN LA  
SUBESTACION SECUNDARIA  
VER PLANO CUA-1200-EL-01

3-6

3x100

220/127-3F-4H-60Hz-25.4 A



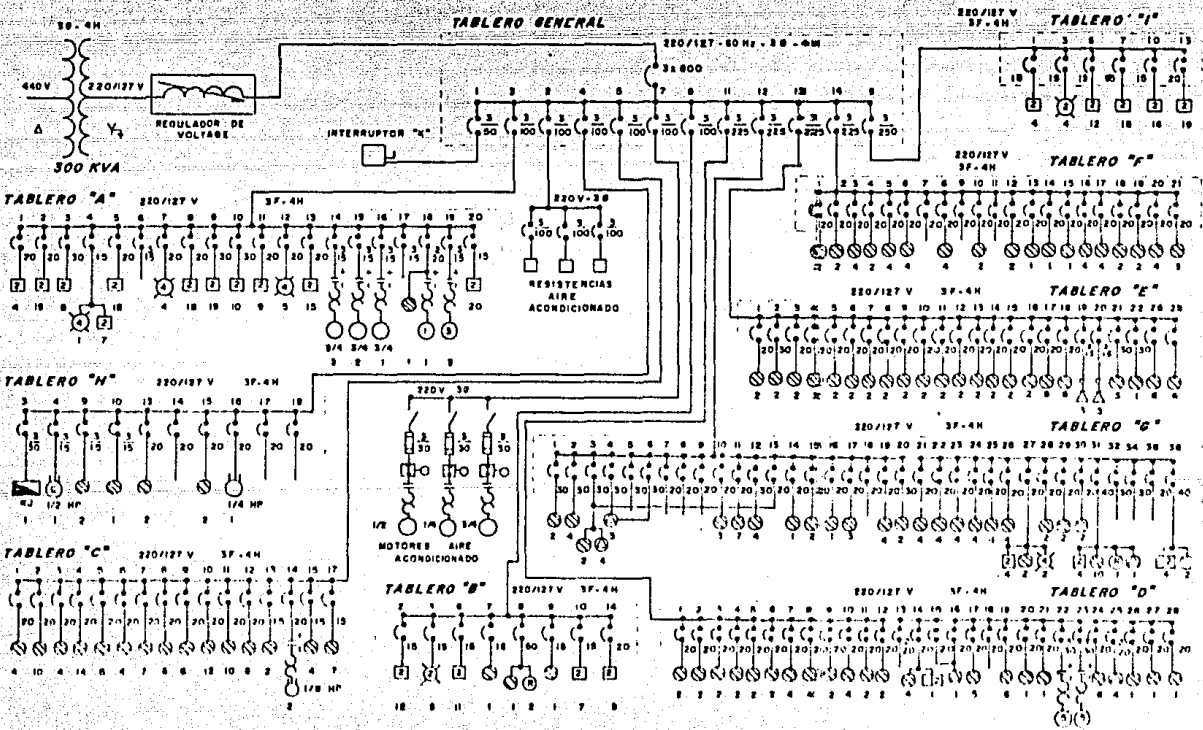
**B1**      **B2**      **B3**      **B4**      **B5**      **B6**      **B7**

**TABLERO "B"**  
AREA DE PROYECTOS

DIRECCION DE OP INDUSTRIAL	
SUBGCIA. INGENIERIA	
DE PLANTAS	
DIAGRAMA UNIFILAR	
SECCION 4000	
Plano CUA-4200-EL-03	
Marzo 87	Rev 0



**TABLERO GENERAL**



DIRECCION DE PLANEACION  
 SUBGECIA DE INVESTIGACION  
 DIAGRAMA UTILITAR  
 SECCION 6000  
 Plant. CUA - 6700 - EL - 24  
 Abril 07 [Rev. 0]

**TABLERO "K"**

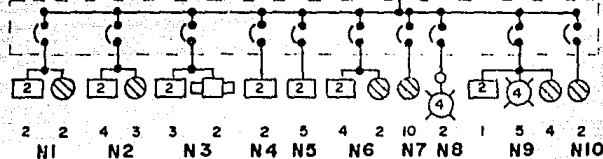
DESDE TRANSFORMADOR  
DE 75 KVA

220-127 V

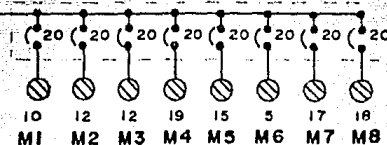
3 x 200

3x60 3x60 2x60 3x60 3x60 2x60

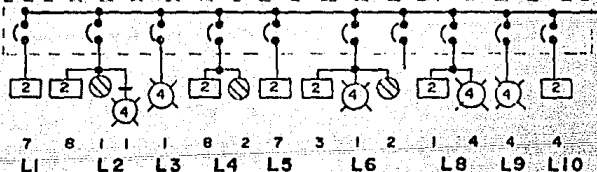
**TABLERO "N"**



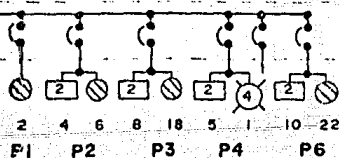
**TABLERO "M"**



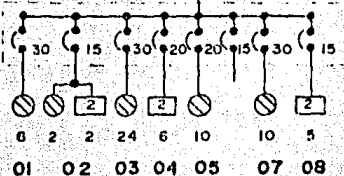
**TABLERO "L"**



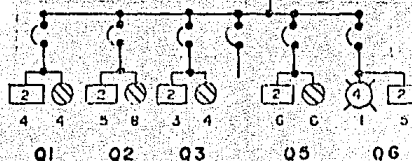
**TABLERO "P"**



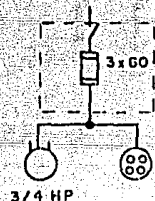
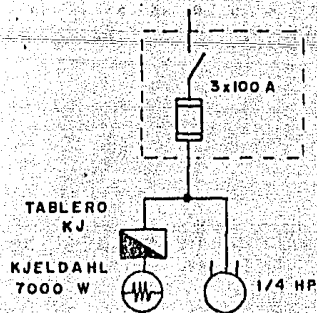
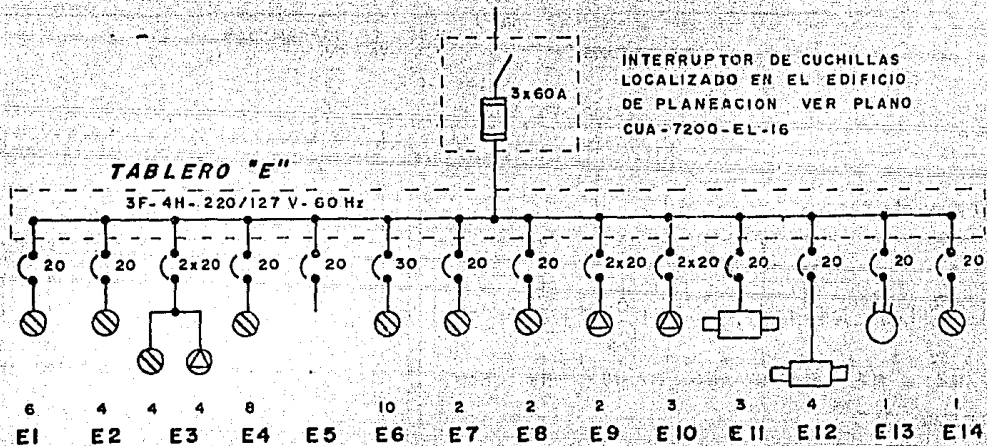
**TABLERO "O"**



**TABLERO "O"**



DIRECCION DE PLANEACION  
DIAGRAMA UNIFILAR  
SECCION 7000  
Plano CUA - 7200 - EL - 17  
Abril 87 Rev 0



DIRECCION COMERCIAL  
GERENCIA DE CAMPO  
LAB. DE EDAFOLOGIA  
DIAGRAMAS

UNIFILARES

SECCION 8000

Plano CUA-8200-EL-04

Abril 87

Rev 0

CUADRO DE CARGAS DE LOS MOTORES INSTALADOS EN LA UNIDAD CUAUTITLAN.

No.	M O T O R							ARRANCADOR			INTERRUPTOR	
	C.P.	KW	FASES	VOLTS	Ip.c.	F.S.	I. A. F.S.	TAMANO	ELEM.TER.	TENSION	TIPO	AMP.
1	50	37.300	3	440/220	65/130	1.10	70/140	3	C90	COMPLETA	TM	150
2	125	93.250	3	440/220	148/296			5		REDUCIDA	CUCHILLAS	200
3	75	55.950	3	440/220	83/166	1.10	91.3/182.6	4		COMPLETA	TM	200
4	30	22.380	3	440/220	41/82	1.00	41/82	3	B50	COMPLETA	TM	70
5	25	18.650	3	440/220	34.2/68.4	1.00	34.2/68.4	3	B50	COMPLETA	TM	70
6	75	55.950	3	440/220	90.5/181	1.15	104/208	4		REDUCIDA	TM	200
7	15	11.190	3	440/220	18.5/37	1.15	21.28/42.55	3		COMPLETA	TM	50
8	15	11.190	3	440/220	19.5/39			3		COMPLETA	TM	50
9	2	1.492	3	440/220	2.6/5.2			1		COMPLETA	TM	15
10	2	1.492	3	440/220	2.6/5.2			1		COMPLETA	TM	15
11	7.5	5.595	3	440/220	10/20	1.00	10/20	1		COMPLETA	TM	
12	7.5	5.595	3	440/220	10/20	1.00	10/20	1		COMPLETA	TM	
13	7.5	5.595	3	440/220	10/20	1.00	10/20	1		COMPLETA	TM	
14	0.5	0.373	1	220/127	4.9/10.9	1.3	5.4/11.6					
"L	437	326.002										

LA FRECUENCIA A LA CUAL OPERAN ESTOS MOTORES ES DE 60 Hz.

ESTE CUADRO DE CARGAS SE PUEDE COMPLEMENTAR CON EL PLANO CUA-1200-EL-06, DIAGRAMA UNIFILAR SIMPLIFICADO DE LA UNIDAD.

NOMENGLATURA DEL CUADRO DE CARGAS

C.P.	Caballos de potencia
KW	Kilowatts
Ip.c.	Corriente a plena carga (amperes)
F.S.	Factor de servicio (%)
I. A F.S.	Corriente a factor de servicio (amperes)
TM	Termomagnético
TL	Total

LOCALIZACION DE LOS MOTORES, DEL CUADRO DE CARGAS ANTERIOR

1.-	Pozo No. 2
2.-	Pozo No. 4
3.-	Pozo No. 6
4, 5.-	Cárcamo
6,7,8.-	Tanque de reserva de agua (clorinación)
9,10.-	Fosas sépticas
11,12,13,	
14.-	Tanque hidroneumático (a futuro)

FACTOR DE SERVICIO (F.S.)

El factor de servicio es el porcentaje de la potencia del motor a que se le puede sobrecargar, sin que el aislamiento se deteriore.

Ejemplo: Un motor con un factor de servicio de 1.15 y una potencia de 125 C.P. se le puede sobrecargar hasta un valor de 143.75 C.P.



## CAPITULO IV.- ANALISIS DE CORTO CIRCUITO

### 4.1.- DESCRIPCION DE UNA FALLA

Una falla consiste en una conexión intencionada o no de dos o más conductores que ordinariamente operan con una diferencia de potencial. Esta conexión puede ocurrir por contacto físico entre elementos metálicos o por medio de un arco. En el primer caso, la tensión se reduce a cero en el punto de contacto, o a un valor -- muy bajo, en el segundo, intensidades anormalmente altas circulan por la red hacia el punto de falla. Estas corrientes de corto -- suelen ser muy superiores a las admisibles en los conductores o -- en las máquinas debido a consideraciones de capacidad térmica. -- Las elevadas temperaturas que resultan pueden causar daños en los conductores, recociendo el metal y carbonizando el aislamiento.

En los sistemas de energía se presentan fallas de muchos tipos y debido a muchas causas.

Las líneas aéreas, en su mayor parte, son de cables desnudos. Esos pueden unirse accidentalmente por acción del viento, de un árbol, de una grúa o por defecto o falla de las estructuras que los soportan. Las sobretensiones ocasionadas por rayos o por la interrupción de una corriente muy fuerte, puede causar descargas en -- arco sobre los aisladores entre el conductor y el soporte, o en -- tre conductores. La suciedad depositada sobre los aisladores pueden también ocasionar descargas sobre ellos, aún a tensiones normales.

Los conductores de los cables para instalaciones subterráneas están separadas entre sí y de la tierra por un aislante sólido que puede ser papel impregnado en aceite o un plástico, tal como el polietileno. Estos materiales se deterioran con el tiempo, especialmente si están sometidos a sobrecargas frecuentes que impliquen operación a temperaturas elevadas. Una burbuja eventual en -- el interior del material aislante dá como resultado la ionización del gas contenido en ella y una reacción química perjudicial para el aislamiento. Su deterioro lleva implícito la pérdida de las -- propiedades aislantes y la consiguiente producción de cortos cir-

cuitos entre los conductores. La posibilidad de falla de un cable aumenta con las tensiones transitorias de alto valor ocasionados por las descargas atmosféricas y por las operaciones de conexión y desconexión de los circuitos.

Las fallas en los transformadores pueden ser el resultado del deterioro del aislamiento combinado con las sobretensiones debidas a fenómenos transitorios por rayos y otras causas. Las sobretensiones aplicadas súbitamente pueden ocasionar corto circuito entre espiras de una bobina con aislamiento defectuoso. El aislamiento principal también puede fallar, permitiendo que se establezcan arcos entre arrollamientos primario y secundarios, o entre un arrollamiento y las partes metálicas conectadas a tierra tales como los núcleos o la carcasa.

Los generadores pueden fallar por ruptura del aislamiento entre espiras adyacentes dentro de una ranura, lo que conduce a un corto circuito en una sola espira. También puede ocurrir la rotura del aislamiento entre una bobina y la estructura de acero en que ella esta situada. La rotura del aislamiento entre bobinas diferentes, alojadas en la misma ranura ocasionan la puesta en corto circuito de varias secciones de la máquina.

Las fallas pueden clasificarse en permanentes y transitorias. Las fallas permanentes son aquellas en que una avería en el aislamiento o en la estructura causa daños de tal naturaleza que hace imposible la operación del equipo y que obliga a efectuar reparaciones. Las fallas transitorias son aquellas que pueden ser eliminadas desenergizando el equipo durante un corto período de tiempo. Los corto circuitos en las líneas aéreas son frecuentemente de esta naturaleza. Vientos muy fuertes pueden ocasionar el balanceo y el contacto momentáneo entre conductores.

#### 4.2.- NECESIDADES DE CALCULAR LAS CONDICIONES DE FALLA

No se puede predecir las fallas en un sistema de energía, ni en cuanto a su localización ni en cuanto al tiempo de ocurrencia. Al hacer el estudio de un sistema para determinar su comportamiento

durante una falla, es necesario suponer la situación de esta configuración de la línea, los transformadores y los generadores existentes antes de que ocurra y, en algunos casos, las cargas del sistema. Las posibilidades de asignarle a un sistema condiciones iniciales y, al mismo tiempo, elegir el lugar de la falla, puede conducir a un gran número de soluciones. Estos estudios proporcionan al Ingeniero una formación para un diseño que asegure una rápida desconexión del equipo que ha sufrido la falla, con mínimas averías y con mínimas perturbaciones en el funcionamiento del resto del sistema.

Para desconectar el equipo en falla se emplean interruptores y fusibles. Como las intensidades de las corrientes de falla son anormalmente elevadas, a estos dispositivos se les exige interrumpir corrientes de intensidad mucho mayor que las observadas durante la operación normal. El proceso de interrupción consiste en la separación de dos contactos entre los cuales se provoca un arco y, luego, en la extinción de éste. Este último problema es tanto más difícil cuando mayor sea la intensidad y más alta la tensión del circuito. Los interruptores y los fusibles se califican en función de la tensión normal del circuito, de las corrientes que deben conducir permanentemente y de las de corto circuito que pueden interrumpir. En condiciones de corto circuito el interruptor puede abrirse con éxito siempre que la corriente interrumpida esté dentro de los límites de diseño. Sin embargo, cuando se le exige cortar una intensidad por encima de estos límites, el arco entre los contactos puede no llegar a extinguirse, ocasionándose así su destrucción por la presión de los gases que se forman en su interior. Los fusibles ordinarios de inserción pueden interrumpir corrientes superiores a las de diseño. En las instalaciones urbanas típicas al ocurrir un corto circuito, se queman los fusibles sin romper los cartuchos en que vienen colocados. Sin embargo, cuando se usan indebidamente, por ejemplo en una instalación industrial en donde los cortos circuitos pueden ser de cientos de amperios, al quemarse puede producir una explosión.

Al aumentar los sistemas con nuevos generadores, líneas y trans--

formadores, las corrientes de corto circuito aumentan. En estas condiciones, suele ser necesario sustituir los interruptores y fusibles por otros de mayor capacidad, a fin de evitar las fallas.

Para que un interruptor opere rápidamente para desconectar el equipo defectuoso, es necesario disponer de un sistema que perciba la falla, localice las piezas que los ocasionan y suministre la energía para accionar los mecanismos de disparo del interruptor. En algunos sistemas sencillos que emplean interruptores de baja tensión, la misma corriente de la red excita la bobina que dispara el interruptor. Si esta corriente excede a cierto valor especificado; el interruptor se dispara y se abre el circuito. En redes complicadas, un sistema de computadoras sobre la línea conocidos entre los técnicos como relés, recibe continuamente información sobre las intensidades y las tensiones en ellas, en los transformadores y en los generadores conectados a las barras de las estaciones generadoras. Al ocurrir una falla, se puede reconocer sus características a base de las condiciones anormales de tensión y de corriente. Los contactos de los relés se cierran para suministrar la corriente necesaria a los interruptores indicados para eliminar la falla. Para poder ajustar aproximadamente estos relés, el Ingeniero de operaciones debe conocer por anticipado los valores y las posiciones de fase de las intensidades y tensiones que resultan de una falla.

#### 4.3.- FUENTES DE CORRIENTE EN FALLA

Las fuentes de la corriente de corto circuito, pueden clasificarse en 4 categorías:

- A) Generadores síncronos
- B) Motores y condensadores síncronos
- C) Motores de inducción
- D) Compañía suministradora

Las corrientes de estas fuentes, que alimentan a la falla, son limitadas por las impedancias del sistema, las cuales en cables y transformadores son de valor fijo y en motores y generadores son

de valores variables con el tiempo.

#### 4.4.- REACTANCIA DE MAQUINAS ROTATORIAS

##### REACTANCIA SUBTRANSITORIA ( $X''d$ )

Es la reactancia aparente del estator en el instante en que se produce el corto circuito y determina el flujo de corriente durante los primeros ciclos.

##### REACTANCIA TRANSITORIA ( $X'd$ )

Es la reactancia inicial aparente del estator, si se desprecian los efectos de todos los arrollamientos amortiguadores y se considera solamente los efectos del arrollamiento del campo inductor. Esta reactancia determina la corriente que circula durante el período siguiente cuando la reactancia subtransitoria ( $X''d$ ) actúa.

##### REACTANCIA SINCRONA ( $X_d$ )

Es la reactancia que determina el flujo de corriente cuando las condiciones se han estacionado y es efectiva hasta algunos segundos después de ocurrir el corto circuito.

En los generadores y motores síncronos se presentan los tres tipos de reactancias anteriores, en el motor de inducción solamente la subtransitoria y en la Cía. suministradora que contribuye en forma constante al corto circuito se presenta sin impedancia por un valor único referido al punto de acometida.

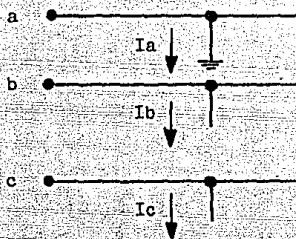
#### 4.5.- TIPOS DE FALLAS

##### a) SIMPLE LINEA A TIERRA

Este tipo de falla consiste en que alguna de las fases de las líneas de distribución haga contacto con la tierra por alguna determinada causa.

En líneas aéreas se puede presentar esta falla debido a deterioro o acumulación de suciedad en los aisladores, por contacto de algún árbol cercano con una fase.

En líneas subterráneas se puede presentar este tipo de falla por deterioro del aislamiento del conductor, por un deficiente aislamiento de las uniones de tramos de conductor.



CARACTERISTICAS:

$$I_b = 0$$

$$I_c = 0$$

$$V_a = 0$$

$$V_f = \frac{KV_{ANT. FALLA}}{KV_{BASE LINEA}}$$

$$\begin{bmatrix} V_{a_0} \\ V_{a_1} \\ V_{a_2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ V_f \\ 0 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} Z_0 & 0 & 0 \\ 0 & Z_1 & 0 \\ 0 & 0 & Z_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_{a_0} \\ I_{a_1} \\ I_{a_2} \end{bmatrix}$$

$$I_{a_1} = \frac{V_f}{Z_1 + Z_2 + Z_0}$$

$$I_{a_1} = I_{a_2} = I_{a_0}$$

$$V_a = V_{a_0} + V_{a_1} + V_{a_2} = 0$$

$$V_b = a^2 V_{a_1} + a V_{a_2} + V_{a_0}$$

Tensiones de línea a línea son:

$$V_{a_1} = V_f - I_{a_1} Z_1$$

$$V_c = a V_{a_1} + a^2 V_{a_2} + V_{a_0}$$

$$V_{ab} = V_a - V_b$$

$$V_{a_2} = - I_{a_2} Z_2$$

$$I_a = I_{a_1} + I_{a_2} + I_{a_0}$$

$$V_{bc} = V_b - V_c$$

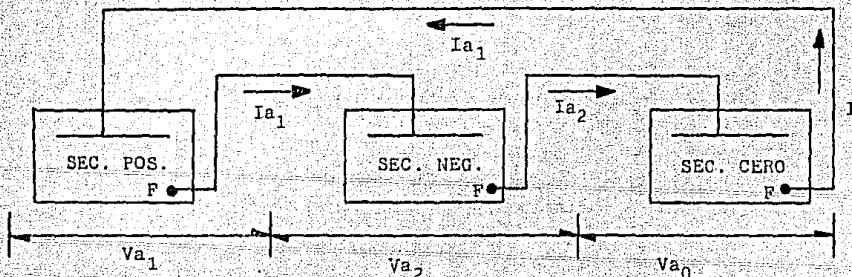
$$V_{ca} = V_c - V_a$$

$$V_{a_0} = - I_{a_0} Z_0$$

$$I_a = 3 I_{a_1}$$

$$I_b = I_{a_1} (a^2 + a + 1) = 0$$

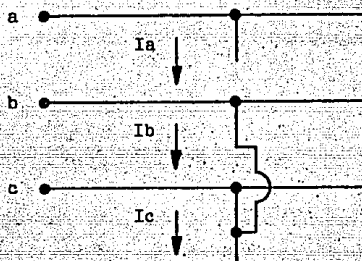
$$I_c = I_{a_1} (a + a^2 + 1) = 0$$



b) FALLA DE LINEA A LINEA

En este caso dos fases hacen contacto produciendo la falla.

En líneas aéreas puede producir esta falla un viento muy fuerte, en líneas subterráneas el deterioro del aislamiento del conductor puede provocar este tipo de fallas.



## CARACTERISTICAS:

$$V_b = V_c$$

$$I_a = 0$$

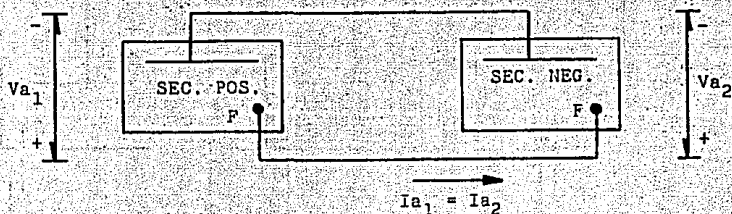
$$I_b = -I_c$$

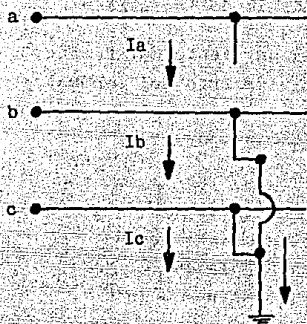
$$V_{a_1} = V_{a_2} \quad I_{a_2} = -I_{a_1} \quad I_{a_0} = 0 \quad I_{a_1} = \frac{V_f}{Z_1 + Z_2}$$

$$I_a = I_{a_1} + I_{a_2} + I_{a_0} = 0 \quad I_b = a^2 I_{a_1} + a I_{a_2} + I_{a_0} \quad I_c = -I_b$$

$$V_{a_1} = V_{a_2} = V_f - I_{a_1} Z_1 \quad V_a = V_{a_1} + V_{a_2} + V_{a_0} \quad V_b = a^2 V_{a_1} + a V_{a_2} + V_{a_0}$$

$$V_c = V_b \quad V_{ab} = V_a - V_b \quad V_{bc} = V_b - V_c \quad V_{ca} = V_c - V_a$$



c).- FALLA DOBLE LINEA A TIERRA

CARACTERISTICA:

$$V_b = V_c = 0$$

$$I_a = 0$$

$$V_{a_1} = V_{a_2} = V_{a_0}$$

$$I_{a_1} = \frac{V_f}{Z_1 + \frac{Z_2 Z_0}{Z_2 + Z_0}} \quad I_{a_2} = \frac{V_{a_2}}{Z_2}$$

$$I_{a_0} = -\frac{V_{a_0}}{Z_0}$$

$$V_{a_1} = V_{a_2} = V_{a_0} = V_f - I_{a_1} Z_1$$

$$V_a = V_{a_1} + V_{a_2} + V_{a_0} = 3 V_{a_1}$$

$$I_a = I_{a_1} + I_{a_2} + I_{a_0}$$

$$V_b = V_c = 0$$

$$I_b = a^2 I_{a_1} + a I_{a_2} + I_{a_0}$$

$$V_{ab} = V_a - V_b$$

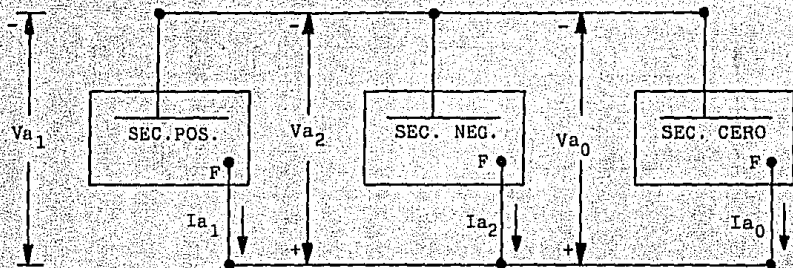
$$I_c = a I_{a_1} + a^2 I_{a_2} + I_{a_0}$$

$$V_{bc} = 0$$

$$I_n = 3 I_{a_0}$$

$$V_{ca} = V_c - V_a$$

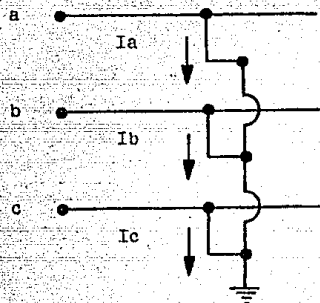
$$I_n = I_b + I_c$$





d).- FALLA TRIFASICA

Esta es la falla más severa ya que las tres fases hacen contacto produciendo corrientes de corto circuito muy elevadas.



## CARACTERISTICAS:

$$I_{a0} = 0$$

$$I_{a2} = 0$$

$$\tilde{V}_{a1} = V_f - Z_1 I_{a1} \quad V_a = V_b = V_c = 0$$

$$V_{a2} = -Z_2 I_{a2} = 0 \quad I_{a1} = \frac{V_f}{Z_1}$$

$$V_{a0} = -Z_0 I_{a0} = 0 \quad I_a = I_{a1}$$

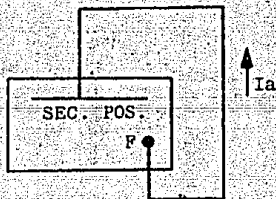
$$I_b = a^2 I_{a2} - a I_{a1} \quad I_a + I_b + I_c = 0$$

$$I_c = a I_{a2} - a^2 I_{a1} \quad I_b = I_c$$

$$I_a = I_{a1} I_B$$

$$I_B = \frac{\text{KVA BASE}}{\sqrt{3} \text{ KV BASE}} \text{ AMP.}$$

$$V_L - N = \frac{\text{KV BASE}}{\sqrt{3}} \text{ VOLTS}$$



$$a = 1 \angle 120^\circ = -0.5 + j 0.866$$

$$a^2 = 1 \angle 240^\circ = -0.5 - j 0.866$$

$$a^3 = 1 \angle 360^\circ = 1 + j0$$

$$a^4 = 1 \angle 120^\circ = -0.5 + j 0.866 = a$$

$$1 + a = 1 \angle 60^\circ = 0.5 + j 0.866 = -a^2$$

$$1 - a = \sqrt{3} \angle -30^\circ = 1.5 - j 0.866$$

$$1 + a^2 = 1 \angle -60^\circ = 0.5 - j 0.866 = -a$$

$$1 - a^2 = \sqrt{3} \angle 30^\circ = 1.5 + j 0.866$$

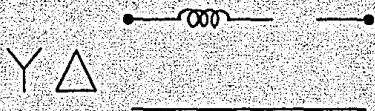
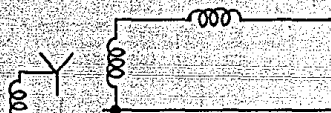
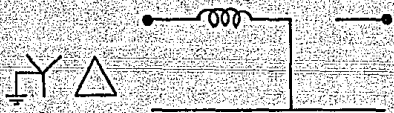
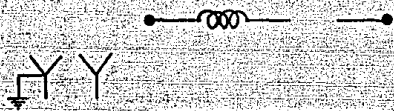
$$a + a^2 = 1 \angle 180^\circ = -1 - j 0$$

$$a - a^2 = \sqrt{3} \angle 90^\circ = 0 + j 1.732$$

$$1 + a + a^2 = 0 = 0 + j 0$$

## SECUENCIA CERO PARA TRANSFORMADORES

## SECUENCIA CERO P/GENERADORES



e).- FALLAS DE ARQUEO A TIERRA

En este tipo de fallas se libera una gran cantidad de energía cuyo efecto es altamente destructivo en el equipo y está expresada de la siguiente forma:

$$\text{Energía del arco en KW - CICLOS} = \frac{I_f \times E_f \times t}{1000}$$

Donde:

$I_f$  = Corriente de la falla a tierra en amperes

$E_f$  = Tensión del arco, en volts

$t$  = Tiempo de duración de la falla en ciclos.

Es práctica de ingeniería, considerar la corriente de fallas de arqueo en aproximadamente el 38% de la falla sólida a tierra y -- aún otras recomendaciones proponen de un 20 al 30% de la falla -- franca. El voltaje de arco estará de entre 70 y 130 volts.

En estudios de Laboratorio se ha demostrado que la falla de arqueo puede variar desde 7.6 a 89% de la falla sólida a tierra y el voltaje de arco de 91 a 336 volts.

El aspecto más importante a predecir en las fallas de arqueo, es estimar el nivel de daños que ello pueda causar, por lo cual; un procedimiento práctico nos dice que este daño no rebasará el límite de 250 veces  $I_N$  por lo que:

$$250 I_n = (I_{ARC})^{1.5} t$$

$I_N$  = Corriente nominal del desconectador.

$t$  = Tiempo que se libere la falla

La pérdida de material en las barras colectoras y envolvente metálico siguen aproximadamente las siguientes fórmulas empíricas.

$$y = 0.6564 \times 10^{-6} (I_{ARC})^{1.5} \times t \text{ (envolvente)}$$

$$y = 0.7230 \times 10^{-6} (I_{ARC})^{1.5} \times t \text{ (barras colectoras de cobre)}$$

$$y = 1.519 \times 10^{-6} (I_{ARC})^{1.5} \times t \text{ (barras colectoras de aluminio)}$$

Estando los resultados en pulgadas cúbicas - segundos.

#### 4.6.- ESTUDIO DE COORDINACION DE PROTECCIONES

La coordinación de protecciones es un análisis organizado tiempo-corriente de todas las curvas de los dispositivos en serie, desde el de utilización hasta la fuente; básicamente es una comparación del tiempo que tardan en operar cada uno de ellos cuando circulan corrientes anormales.

##### 4.6.1.- OBJETO DE UN ESTUDIO DE COORDINACION

El objeto de un estudio de coordinación es determinar las características, gamas y ajustes de los dispositivos de protección de sobrecorriente, que deben interrumpir los corto circuitos con rapidez y proporcionar protección a equipos, aislando la carga que falla cuando se presenta un corto circuito o sobrecarga.

##### 4.6.2.- NECESIDADES DE UN ESTUDIO DE COORDINACION

Debe realizarse un estudio preliminar en la etapa de diseño de un nuevo sistema con el propósito de verificar las características - de transformadores, calibres de alimentadores y gamas de los dispositivos de protección.

Se hace la revisión del estudio de coordinación de una Planta en operación cuando las cargas han sufrido cambios considerables, debido a la variación en la corriente de corto circuito. Los resultados determinarán los nuevos ajustes y/o gamas necesarios.

Si una falla en la periferia del sistema dispara una gran porción del mismo, mediante un estudio definitivo de coordinación se sabrá si es necesario efectuar cambios de dispositivos.

Un estudio de coordinación provee datos de gran utilidad para la selección de los transformadores de corriente y de potencial, de gamas de fusibles y de características y ajustes para los interruptores de bajo voltaje y los relevadores de protección.

#### 4.6.3.- ETAPAS DE UN ESTUDIO DE COORDINACION

##### A) ESTUDIO DE CORTO CIRCUITO

En primer término, es necesario contar con un estudio de corto -- circuito; obteniendo para cada barra colectora las corrientes:

- 1.- Corrientes momentáneas de corto circuito trifásico
- 2.- Corrientes interruptivas de corto circuito trifásico
- 3.- Corriente de corto circuito trifásico para relevadores con re -- tardo de tiempo.
- 4.- Corrientes de corto circuito de línea a tierra.

Las corrientes momentáneas se utilizan para determinar los valo -- res de respuesta de los relevadores con ajuste instantáneo y de -- los dispositivos con disparo de acción directa. Además, para ve -- rificar la capacidad momentánea de interruptores, fusibles, desco -- nectadores, reactores y barras colectora.

Las corrientes interruptivas sirven, como su nombre lo indica, pa -- ra verificar la capacidad de interrupción de cables e interrupto -- res.

Las corrientes para relevadores con retardo de tiempo se utilizan para determinar el valor en el que se terminarán de graficar las curvas de coordinación. Con respecto a este valor deben darse -- los márgenes de coordinación.

##### B).- DIAGRAMA UNIFILAR DE PROTECCIONES

Este diagrama debe contener la información necesaria para calcu -- lar los límites y ajustes de protección:

- 1.- Potencia de todos los equipos
- 2.- Impedancia, relación de voltaje, conexión interna y enfriamien -- to de los transformadores.
- 3.- Relación de transformación de todos los transformadores de co -- rriente.
- 4.- Capacidad de fusibles
- 5.- Calibre de conductores.

Asimismo, se recomienda elaborar una tabla que contenga la marca, tipo y gamas de ajuste de los dispositivos que se van a coordinar así como su respectiva identificación en el tablero. Las curvas características del fabricante son imprescindibles.

#### C).- LIMITES DE PROTECCION

Es necesario conocer las características de operación, tanto las normales como las anormales, de todo el equipo del sistema. Esto marcará los límites dentro de los que deben operar las protecciones.

#### D).- CALCULO DE AJUSTES

Si se cumplen los tres incisos anteriores, se culminará el estudio que consistirá en graficar los límites de protección, calcular los ajustes correspondientes y graficar las curvas respectivas.

Los elementos principales que deben protegerse en los sistemas - - eléctricos son: Motores de inducción, máquinas sincronas, transformadores, cables.

## CONCLUSIONES

Las instalaciones eléctricas ocupan un lugar preponderante en el suministro y utilización de la energía eléctrica. En la actualidad son necesarias en cualquier zona de concentración humana para la operación de motores, frigoríficos, alumbrado, aparatos domésticos y equipo diverso. Constantemente se les aumenta su grado de seguridad y eficiencia incrementando los dispositivos de protección a lo largo de sus componentes y colocando conductores de calibres adecuados, aislamientos con la capacidad de soportar las temperaturas que imperan o imperarán en los sitios donde se colocarán.

En todo el mundo se han dictado normas que rigen el diseño y construcción de todo tipo de instalaciones eléctricas para alta, media y baja tensión. En México se cuenta con las normas para el diseño de las instalaciones eléctricas, además, de los requisitos de la Dirección General de Electricidad, para el uso de la energía eléctrica siendo de gran ayuda en la realización de los cálculos necesarios en los diseños, así como la orientación sobre muchos aspectos prácticos que se necesitan conocer por parte de las personas dedicadas a esta importante área. Sin embargo, muchas compañías de instalaciones no toman en consideración muchas de las normas establecidas, dando lugar a múltiples fallas en los sistemas eléctricos.

En muchos edificios, industrias y otros lugares donde se utilizan sistemas de distribución a 3 fases 4 hilos en los cuales se pueden conectar tanto equipos trifásicos como monofásicos no se toma en cuenta el correcto porcentaje de desbalance entre fases, provocando un deterioro mayor de la fase con mayor carga y en un determinado momento constantes aperturas de los interruptores generales por sobrecarga de alguna de las fases (la más cargada) y como consecuencia la paralización de las zonas alimentadas desde ese tablero, suspendiendo la producción y teniendo pérdidas económicas y daños al equipo más sofisticado. El porcentaje de desbalance entre fases máximo permitido es del orden del 5%.

Regularmente ocurre que por muy diversas razones en las Plantas - Industriales no se realiza la labor de actualización de todos los planos de las instalaciones eléctricas de las diferentes secciones que conforman sus áreas de producción. Debe llevarse periódicamente a cabo la revisión de los planos para incluir las ampliaciones a los edificios y el nuevo equipo que constantemente instala la Empresa para aumentar la capacidad de producción o por modernización de sus instalaciones. El no actualizar los planos de la Planta, provoca la pérdida del control de la información referente a todo el equipo conectado, además de no conocer el valor exacto de la demanda de energía de toda la Unidad, dando lugar a que se desconosca si los transformadores, alimentadores, protecciones tienen aún la capacidad de seguir sosteniendo la carga y no sufrir un deterioro prematuro debido a sobrecargas continuas o constantes, o por lo contrario si aún tienen algún margen de capacidad.

En todo sistema eléctrico al incrementar la cantidad de motores, transformadores, conductores para la alimentación de equipo se eleva el valor de la corriente de corto circuito de una probable falla en los cables o en cualquier lugar del sistema de distribución, al no disponer de planos actualizados no se podrán llevar a cabo estudios de coordinación de protecciones y si se realizan -- los valores obtenidos no serán ya confiables dando paso a que el valor de la capacidad interruptiva de los interruptores (termomagnéticos, electromagnéticos, de cuchillas con fusibles) no sea la adecuada para soportar la falla provocando la destrucción de mucho equipo al ocurrir alguna.

Al desarrollar un proyecto de levantamiento de la carga instalada y aplicar los niveles de demanda para cada tipo de equipo e instalación y conocer el factor de demanda total del lugar donde se está realizando este tipo de trabajo se puede encontrar que el valor calculado es mayor que el real, así como, el cálculo de la capacidad de los transformadores, conductores, protecciones termomagnéticas, etc. Sin embargo, la persona que labore en proyectos de esta magnitud debe tomar en cuenta las condiciones máximas de demanda exigidas a la instalación eléctrica por los consumidores



El no hacerlo ocurrirá que en cierto período de tiempo que se le requiera a toda la potencia que puede soportar o un porcentaje mayor el nivel de las protecciones sea insuficiente y se produzcan fallas o simplemente cortes de energía por sobrecarga, además, de deterioro de aislamiento, recocimiento de conductores, etc.

Los objetos principales trazados para la realización de este Proyecto son :

- 1.- Estudio de la carga actualmente instalada en la Unidad.
- 2.- Elaboración y actualización de planos.
- 3.- Actualización de la carga contratada con la Compañía de Luz y Fuerza del Centro, S.A.

Junto con otros objetivos secundarios.

Los dos primeros objetivos propuestos en el desarrollo de este -- Proyecto, se cumplieron en su totalidad y a lo largo de los puntos del presente trabajo se pueden observar y consultar.

El tercer objetivo no se logró llevar a cabo ya que la Unidad, -- tardará algún tiempo prolongado en rebasar los 440 KW contratados a la Cía. de Luz.

Se propusieron objetivos secundarios como son:

La adquisición de experiencia profesional en una Empresa como es Fertimex, S.A.

La aplicación de los conocimientos adquiridos en la F.E.S. - C.

La obtención de conocimientos para la realización de proyectos - de alto nivel.

La formación de un mayor criterio sobre una industria.

**A P E N D I C E**

### A.1.- TRANSFORMADOR IDEAL.

El moderno transformador con núcleo de hierro se acerca tanto a la perfección que puede considerarse en muchos problemas como un dispositivo transformador perfecto. En la forma más sencilla de la teoría del transformador se supone que:

- 1.- Son despreciables las resistencias de los devanados;
- 2.- Es despreciable la pérdida en el núcleo;
- 3.- El flujo magnético total atraviesa todas las espiras de ambos devanados;
- 4.- La permeabilidad del núcleo es tan elevada que con una fuerza magnetomotriz despreciable se consigue el flujo necesario;
- 5.- La capacidad de los devanados son despreciables.

Es decir, se supone que el transformador tiene unas características que se aproximan a las de un transformador ideal, sin pérdidas sin fugas magnéticas y sin corriente de excitación.

### A.2.- PROBLEMAS DE LOS TRANSFORMADORES.

Aún cuando muchos problemas referentes a las capacidades de los transformadores se pueden resolver satisfactoriamente considerando un transformador como un dispositivo perfecto, otros muchos problemas surgen a causa de la divergencia de las características respecto a las de un transformador ideal. La solución satisfactoria de tales problemas es importante en el diseño y también porque estas características del transformador suelen afectar notablemente al comportamiento de la red eléctrica de la que forma parte el transformador.

#### 5a.- PÉRDIDAS

El rendimiento de un transformador está determinado por las pérdidas en el cobre de los devanados y por las pérdidas por histéresis y corrientes de Foucault en el núcleo. El costo de estas pérdidas es tema de gran importancia para la mayoría de los transformadores que suministren potencias de algunos watts. Como el aumento del rendimiento suele llevar consigo el encarecimiento del transforma-

dor, el diseño correspondiente a la mejor economía total depende principalmente del equilibrio adecuado entre el costo anual de las pérdidas y los costos anuales de capital del transformador. Aún cuando el costo de las pérdidas no suelen tener importancia en muchos transformadores pequeños para comunicaciones, las pérdidas -- pueden tener importancia en otro sentido: por lo que afectan a la amplificación, distorsión y características de respuesta del circuito a las frecuencias. Luego, será importante para el diseñador poder predecir las pérdidas y para el técnico que utilice el transformador, comprender sus efectos y la manera en que varían con las condiciones de funcionamiento. En el análisis de problemas en que intervienen pérdidas de potencia, suele ser suficientemente preciso el despreocupar las fugas magnéticas y la corriente de excitación.

#### 5b.- REFRIGERACION

Las pérdidas desarrollan calor en el interior de los devanados y del núcleo, la eficacia con que se disipa determina la elevación de temperatura a una carga dada y por tanto la duración del aislamiento. El costo del transformador y su duración determinan las cargas anuales de depreciación. Como la reducción de la elevada temperatura a una carga dada incrementa el costo del transformador, la carga de seguridad máxima o potencia aparente característica -- del transformador estará determinada principalmente por el balance entre la duración del transformador y su costo inicial que dé origen al costo anual de capital más bajo. Así, las pérdidas dan lugar a muchos problemas térmicos de importancia económica. Aún cuando -- en los transformadores pequeños los problemas térmicos suelen ser relativamente sencillos, se hacen extraordinariamente complicados en los grandes transformadores de potencia, puesto que, al aumentar el tamaño, las pérdidas crecen más de prisa que el área de la superficie que debe disiparla en forma de calor. Es interesante -- observar que el diseño de un transformador grande, el incremento -- del rendimiento por encima del valor mínimo aceptable puede dar lugar, en realidad, a un costo más bajo, a causa de la disminución -- del costo de los medios de refrigeración.

### 5c.- FUGAS MAGNÉTICAS

Si no hubieran fugas magnéticas, la razón de la tensión entre terminales del primario a la del secundario diferiría de la razón de los números de espiras tan sólo en las caídas óhmicas, relativamente pequeñas, de los devanados indicados en las ecuaciones:

$$V_1 = R_1 i_1 + N_1 \frac{d\phi}{dt} = R_1 i_1 + P_1$$

$$V_2 = R_2 i_2 + N_2 \frac{d\phi}{dt} = R_2 i_2 + P_2$$

No obstante las fugas magnéticas constituyen a la caída de tensión a través del transformador con una componente reactiva adicional y aumentan la diferencia entre la razón de las tensiones y la razón ideal. Como ésta caída de tensión es inductiva, no solo dependerá de la carga sino que crece con la frecuencia y la razón de tensiones de un transformador para comunicaciones será diferente a frecuencias elevadas que a bajas. La determinación de estas características de respuesta a las frecuencias es un problema extraordinariamente importante en los circuitos de comunicaciones.

Aún cuando la frecuencia de un sistema de potencia es sustancialmente constante, el consumo varía y por tanto variará la tensión del secundario de un transformador de un sistema de potencia aún cuando se mantenga constante la tensión del primario. Esta lociva regulación de tensión está determinada principalmente por las fugas magnéticas. Por otra parte, las fugas magnéticas tienen un efecto beneficioso al reducir las corrientes excesivamente intensas debidas a cortocircuitos accidentales en los sistemas de potencia. Estas corrientes de cortocircuito crean en los devanados grandes fuerzas electromagnéticas y por tanto afectan al diseño mecánico de los transformadores de los sistemas de potencia.

De ésta manera, las fugas magnéticas introducen varios problemas importantes en los circuitos de comunicaciones y de potencia. En el análisis de éstos problemas suele permitirse el despreciar la corriente de excitación y las pérdidas en el núcleo y también suele permitirse el despreciar las resistencias de los devanados.

#### 5d.- CORRIENTE DE EXCITACION

La corriente de excitación dá lugar a un cierto número de problemas, aquí bastará mencionarlás brevemente. En los circuitos de comunicaciones la corriente de excitación origina una caída de tensión en la impedancia interna del generador al que está conectado el primario del transformador y así hace que la tensión entre las terminales del primario sea diferente de la fuerza electromotriz del generador. Este efecto es particularmente importante a frecuencias bajas, cuando la corriente de excitación puede ser relativamente intensa. Luego, el extremo de baja frecuencia de la característica de respuesta a las frecuencias está determinado principalmente por la corriente de excitación y además de éste efecto -- (que existiría aún cuando fueran lineales las propiedades magnéticas del núcleo) la falta de linealidad del núcleo introduce armónicas en la forma de onda de la tensión. Así, pues, la corriente de excitación será importante en los problemas en que intervenga la respuesta a las frecuencias y la distorsión por armónicas en los circuitos de comunicaciones.

En los sistemas de potencia, la corriente de excitación suele hacer disminuir el factor de potencia y por tanto intensifica la corriente requerida para alimentar a una determinada carga de kilowatts, incrementa las pérdidas en el cobre, en las líneas de transmisión y generadores e incrementa la regulación de tensión. Además de éstos efectos nocivos, las armónicas de las corrientes de excitación de los transformadores de un sistema de potencia puede originar una fuerte interferencia inductiva en los circuitos de comunicación adyacentes.

Por tanto, las corrientes de excitación de los transformadores tanto de potencia como para comunicaciones se mantienen tan débiles -- como sea compatible con un costo razonable. En el análisis de problemas en los que interviene la corriente de excitación suele ser permisible despreciar las fugas magnéticas y en los problemas de sistemas de potencia suelen despreciarse también las impedancias de los circuitos primarios.

#### 5e.- CAMPO ELECTRICO

Existen varias clases de problemas que afectan a la distribución del campo eléctrico en la proximidad de los devanados. Este campo hace que los devanados tengan capacidades propias y mutuas y capacidades a tierra y a los circuitos adyacentes. En los circuitos de comunicaciones, los efectos de éstas capacidades pueden ser importantes a frecuencias suficientemente elevadas y pueden hacer -- que el transformador se comporte de una manera totalmente diferente de la que sería previsible si se despreciaran las capacidades.

En los transformadores que deben funcionar a más de unos centenares de volts, es problema importante el diseño del aislante. El gradiente de potencial en el aislante en condiciones normales de funcionamiento afecta a la duración del aislante y por tanto es un factor importante en la determinación del valor de la tensión normal. En particular es importante que los transformadores de sistemas de potencia se diseñen para soportar éstos esfuerzos anormales.

#### 5f.- PROBLEMAS DE FABRICACION

Además de estos problemas pertenecientes a las características -- eléctricas, térmicas y mecánicas de los transformadores, el diseñador debe enfrentarse a un gran número de problemas de fabricación de tanta importancia, al menos, como los anteriores. La meta que se quiere alcanzar es el mejor compromiso entre la calidad del problema y su costo. Algunos de los principales factores que contribuyen a un costo reducido son la producción en cantidad por procesos mecanizados, normalización de las partes, desarrollo de diseños normalizados convenientes para una variedad de aplicaciones generales y la eliminación de materiales de desperdicio.

#### 5g.- OTRAS CONSIDERACIONES

Otros factores a considerar por el diseñador y el técnico de la -- aplicación son el costo de la instalación, mantenimiento y reparaciones. El transporte puede tener un efecto importante sobre el diseño, especialmente en unidades grandes. Algunas veces hay que considerar ante todo el tamaño o peso, el ruido magnético, la apa-

riencia y el peligro de incendio. Para el diseñador son de importancia primordial los problemas térmicos, dieléctricos, mecánicos y de fabricación.

A.3.- Acuerdo por el que se establecen los trámites relativos a la aprobación de los proyectos y construcción de instalaciones destinadas al uso de energía eléctrica y los datos y condiciones que deben satisfacer los mismos proyectos y construcciones.

(Publicado en "DIARIO OFICIAL" del 17 de Marzo de 1982).

#### SECRETARIA DE PATRIMONIO Y FOMENTO INDUSTRIAL.

##### CONSIDERANDO

Que el Proyecto y construcción de las instalaciones destinadas al uso de energía eléctrica deben cumplir con el Reglamento de instalaciones eléctricas y sus normas técnicas, en tanto que su elaboración o ejecución deben estar a cargo de personas registradas en esta Secretaría como responsables de Proyecto y construcción de instalaciones eléctricas; sin embargo, se ha observado que en gran parte de los proyectos representados se omite la información suficiente para efectuar su revisión, lo que produce retrasos en la autorización correspondiente.

Que para contratar el servicio público de energía eléctrica o modificar los contratos respectivos por aumento en su demanda, los interesados deben contar con el proyecto de la instalación eléctrica de tal forma que pueda ser revisado oportunamente.

Que con el objeto de agilizar, simplificar y facilitar los trámites a realizar por los interesados para la revisión y autorización de los proyectos e instalaciones, se ha considerado la conveniencia de señalar cuales son los datos y requisitos de los proyectos, las condiciones a que deben sujetarse las construcciones y los procedimientos a seguir, por lo que he tenido a bien expedir el siguiente:



Acuerdo por el que se establecen los trámites relativos a la aprobación de los proyectos y construcción de instalaciones destinadas al uso de energía eléctrica y los datos y condiciones que deben satisfacer los mismos proyectos y construcciones.

ART. PRIMERO.- Los proyectos y la construcción de instalaciones -- destinadas al uso de energía eléctrica, deberán elaborarse y construirse por personas que estén autorizadas por la Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial, que en lo subsecuente se denominará La Secretaría.

Los usuarios deberán contar con el proyecto y la responsiva de construcción a disposición de la Secretaría para cuando ésta se los solicite.

ART. SEGUNDO.- El proyecto estará constituido por:

- 1.- Planos
- 2.- Memoria, exclusivamente para las instalaciones que contengan alta tensión, o alta y baja tensión.

ART. TERCERO.- Los planos se elaboran tomando en cuenta lo siguiente:

- 1.- El original se dibujará a tinta, en papel albano o cualquier otro que permita obtener copias heliográficas con claridad.
- 2.- El tamaño de los planos se sujetará a lo que fija la norma Nom-M-19 vigente.
- 3.- La letra será de un alto de 2 mm. y puede ser escrita con plantilla o a mano usando el tipo de imprenta, en cuyo caso deberá ser lo suficientemente clara.
- 4.- Las escalas serán las adecuadas para que en los tamaños fijados, para lo que se desee presentar, anotándose en cada plano la escala utilizada.

- 5.- Se usará el sistema internacional de unidades, de acuerdo con la norma NOM-2-1 vigente.
- 6.- Contendrá exclusivamente la instalación eléctrica, serán claros y contendrán la información suficiente para su correcta interpretación y que permita construir la instalación. Se indicarán notas alusivas a los puntos que el proyectista considere necesario.
- 7.- Se usarán los símbolos que se indican en la tabla 1. En caso de tener que usar algún símbolo que no aparezca en dicha tabla, se indicará su descripción en los planos.
- 8.- Se dejará en la esquina inferior derecha un cuadro en el que se anotará:
  - a) Nombre o razón social del usuario o propietario de la instalación
  - b) Domicilio (entidad, municipio, población, calle y número).
  - c) Uso al que se vaya a destinar la instalación (giro o actividad)
  - d) Nombre, número de registro de la Secretaría y firma del responsable del proyecto. En el caso de la elaboración de planos de instalaciones ya construidas, el que firma como responsable del proyecto también se hace responsable de éste.
  - e) Fecha de elaboración del proyecto.
- 9.- En caso de que el proyecto esté integrado por varios planos, se anotará la continuidad de cada plano con respecto al general de conjunto en el que se indicará la acometida, la subestación en su caso, los alimentadores principales hasta los centros de cargas, anotando los números de los planos correspondientes y acotándose la parte de la instalación comprendida en cada plano.

## 10.- El proyecto contendrá:

- a) Diagrama unifilar
- b) Cuadro de distribución de cargas por circuito.
- c) Planos de planta y alzado, en su caso.

## 11.- El diagrama unifilar comprenderá:

- a) Acometida
- b) Subestación, en su caso, mostrando las características principales de los equipos que la integran. Si la subestación es del tipo unitario se indicará el número de la autorización de la Dirección General de Normas de la Secretaría.
- c) Alimentadores hasta los centros de carga, tableros de fuerza, alumbrado, etc.
- d) Alimentadores y circuitos derivados, excepto los controlados desde los tableros de alumbrado.
- e) Tipo y valor de cada una de las protecciones de los alimentadores principales y derivados.
- f) Calibre, tipo de material y aislamiento de los conductores activos y neutros de los alimentadores principales y derivados.
- g) Tipo y dimensiones de la canalización empleada en cada alimentador.

## 12.- Los planos de planta y alzado comprenderán:

- a) Localización del punto de la acometida y del tablero o tableros generales de distribución.
- b) Localización de centros de control de motores tableros de fuerza, de alumbrado y contactos y de concentraciones de interruptores.
- c) Trayectoria horizontal y vertical (cuando esta exceda de 4 m.) de alimentadores y circuitos derivados, tanto de fuerza como de alumbrado identificando cada circuito, localización de motores y equipos alimentados de los

circuitos derivados, localización de los arran-  
cadores y sus medios de desconexión, localiza-  
ción de contactos y unidades de alumbrado con  
sus circuitos y tablero correspondiente.

- 13.- Si en el proyecto existen puntos que puedan dar lugar a diferentes interpretaciones, se detallará la información pertinente, como por ejemplo - en los casos de concentración de interruptores, derivaciones de alimentadores principales, etc.

ART. CUARTO.- La memoria comprenderá:

- 1.- Los datos que sirvieron de base para establecer el criterio de diseño y que fijará la forma de operar la instalación, tales como factor de demanda de cada alimentador derivado, régimen de trabajo y tipo de servicio de motores y soldadoras, etc.
- 2.- Los cálculos de corto circuito, para la adecuada selección de la capacidad interruptiva simétrica de todas las protecciones de la instalación.

ART. QUINTO.- En la elaboración de los planos de las partes componentes de las instalaciones se tomará en cuenta:

- 1.- Para subestaciones.
  - a) Mostrar el arreglo del equipo eléctrico que integra la subestación, indicando las distancias entre las partes activas entre sí y partes activas y tierra; además de altura de montaje de cuchillas, interruptores, apartarrayos, postes, etc., cuando se trata de subestaciones abiertas. La vista de planta, alzado y detalles de la subestación, mostrarán con claridad la acometida del servicio, subidas y bajadas de conductores, cruzamientos entre líneas, mufas, instalaciones de aisladores de suspensión de alfiler, de tensores y reten-

das, etc.

- b) Indicar el lugar donde se localiza el drenaje los extinguidores, los accesos al local, las tarimas aislantes que haya y las unidades de alumbrado normal y de emergencia que el proyecto incluya.
- c) Mostrar también (excepto lo referente a la acometida, del servicio), la localización e instalación de cables en ductos, los registros y las vueltas que los cables efectuen en su recorrido. Asimismo, anotar las características de estos conductores.
- d) Indicar claramente la interconexión realizada entre el interruptor de alta tensión y el primario del transformador, incluyendo sus medios de soporte y terminales, en su caso.
- e) Anotar el tipo de apartarrayos utilizado y su tensión nominal de operación o los tipos de interruptores utilizados, su corriente nominal en amperes, su calibración o ajuste del disparo y la capacidad interruptiva simétrica de los mismos; cuando se utilicen fusibles, se indicará si son de expulsión o no, si son limitadores de corriente o son de potencia y si son del tipo indicador, así como el valor del elemento fusible y el valor de su capacidad interruptiva.
- f) Anotar la capacidad de corto circuito disponible en el punto de suministro, consultando para el efecto al suministrador.
- g) Señalar la existencia de enclaves que impidan operar con carga los desconectores y abrir las puertas de los gabinetes cuando existan partes energizadas en el caso de subestaciones compactas.

- h) Anotar las características completas del o de los transformadores, tales como; relación de transformación o, en su lugar, las tensiones primarias y secundarias; capacidad en KVA del transformador y su número de fases; tipo de enfriamiento y el tipo de conexión interna. -- Estos mismos datos deben anotarse para los -- transformadores de distribución en baja tensión.
- i) Indicar tipo y mecanismos de operación de desconectores e interruptores, material y dimensiones de las barras o conductores de alta tensión; características de capacitores y sus medios de desconexión y puesta a tierra.
- 2.- Para protecciones contra sobrecorriente, indicar el tipo de la protección (si es fusible, anotar si es de doble elemento, limitador de corriente o del tipo convencional); tensión y corriente nominal (especificar el valor del elemento fusible o la calibración, en caso de termomagnéticos y electromagnéticos con disparo ajustable); marco y capacidad interruptiva en amperes simétricos y tipo de cubierta.
- 3.- Para conductores, indicar calibre, tipo de material, clase de aislamiento y tensión en volts, mencionando si es cable o alambre, así como el tipo y material de sus cubiertas y si cuentan con pantallas semiconductoras.
- 4.- Para canalizaciones.
- a) Tubo conduit. Indicar tipo de material, espesor de la pared, recubrimiento, diámetro nominal y si es flexible o rígido.
- b) Ducto metálico con tapa.- Indicar el área o sección transversal del ducto.

- c) Charolas.- Anotar tipo de material y ancho de la charola y dibujar detalle del acomodo de los cables en cada tramo.

5.- Para motores:

- a) Indicar para cada motor, la tensión y corriente a plena carga, número de fases, tipo de cubierta (a prueba de lluvia, polvo, explosión, etc.) corriente alterna o directa, tipo de devanado y capacidad.
- b) Cuando se trate de soldadoras, indicar el tipo de estas.
- c) Indicar el tipo de arrancador (clavija, desconector o contactor), si es automático o manual y si es a tensión reducida o completa, - así como el tamaño y tipo de cubierta del mismo.
- d) Anotar el valor, en amperes, de la protección contra sobrecarga del motor.
- e) Tipo, capacidad, tensión nominal y tipo de cubierta del medio de desconexión.
- f) Identificar todos los motores con los que aparecen en diagramas unifilares y vistas físicas, así como en los cuadros de cargas.

6.- Para alumbrado y contactos:

- a) Indicar el tipo de lámparas y portalámparas; tensión nominal; capacidad en watts; pérdidas en watts del balastro o reactor, mencionando el número de lámparas que dependan de cada reactor y si éste es parte integrante del portalámparas o no; asimismo, especificar el tipo de cubierta del portalámparas.
- b) Indicar la capacidad en watts de los contactos, número de fasces (especificando si está o no aterrizado); tensión nominal y tipo de cubierta.

- 7.- Para sistemas de tierras, la instalación referente al aterrizado del sistema eléctrico y a la puesta a tierra de las partes metálicas no conductoras de corriente del equipo eléctrico, puede representarse en planos o memorias descriptivas, pero en cualquier caso contendrá las características de electrodos, dimensiones, tipo de material y longitud que conecta el electrodo de entrada del servicio con los conductores de tierra enterrada; especificar las características del conductor de tierra del sistema, las correspondientes al medio de conexión individual de los equipos y/o aparatos al sistema de tierras, señalando las características de los conectores empleados para realizar las conexiones necesarias, incluyendo si son del tipo soldable o atornillable anotar los criterios y cálculos, en su caso, que dieron base a la selección del sistema de tierras.

ART. SEXTO.- La construcción de una instalación o su ampliación deberá ejecutarla o dirigirla persona autorizada por la Secretaría.

Dicha construcción se hará tomando en cuenta lo siguiente:

- 1.- Apegarse al proyecto.
- 2.- Utilizar los materiales, dispositivos, aparatos y equipos oficialmente aprobados, con especial cuidado en las áreas peligrosas.
- 3.- En caso de que el proyecto tenga alguna deficiencia, se corregirá ésta información al propietario o al usuario.
- 4.- Cuando durante la construcción surjan cambios al proyecto, se proporcionará al propietario o al usuario la información necesaria para que éste actualice el proyecto.



- 5.- Una vez terminada la instalación y antes de energizarla, se harán las pruebas necesarias y el responsable de la construcción, deberá contar con los equipos y aparatos necesarios, además de que deberá conservar copia de la hoja de los resultados de las pruebas.

ART. SEPTIMO.- El mínimo de pruebas referidas a las normas técnicas, será el siguiente:

- 1.- Resistencia de aislamiento (102.5)
- 2.- Continuidad de conductores (301.6)
- 3.- Continuidad de canalizaciones (301.5)
- 4.- Resistencia de electrodos artificiales (206.49)
- 5.- Resistencia total del sistema de tierras en las subestaciones (603.2)

ART. OCTAVO.- La responsiva de construcción contendrá lo siguiente:

- 1.- Declaración del responsable de la construcción en la que manifieste:
  - a) Que la construcción se hizo ajustándose al Proyecto.
  - b) Nombre y número de registro del responsable del proyecto y fecha de elaboración del mismo, exceptuándose de esta información los casos comprendidos en la fracción C del artículo décimo.
  - c) Que se utilizaron los materiales y equipos oficialmente aprobados.
  - d) Que se cumplió con el Reglamento de instalaciones eléctricas y sus normas técnicas.
  - e) Que la carga en KW (KVA para subestaciones) corresponde a lo construido.
- 2.- Relación de cargas de la instalación.
- 3.- Nombre del propietario o usuario de la instalación.
- 4.- Dirección de la instalación y giro.

- 5.- Nombre, número de registro de la Secretaría y --  
firma del responsable de la construcción.
- 6.- Fecha en que se terminó la construcción.

ART. NOVENO.-El responsable de los proyectos y construcciones e -  
instalaciones eléctricas enviará a la Subdirección -  
General de Electricidad de la Dirección General de -  
Energía, de la Secretaría, dentro de los primeros --  
cinco días hábiles de cada mes, la siguiente informa  
ción correspondiente al mes anterior:

A.- Por lo que se refiere a Proyectos:

- 1.- Relación de los proyectos elaborados en el -  
mes, anotando el nombre de la persona física  
o moral propietarios o usuarios de la insta  
lación, dirección (entidad, municipio, pobla  
ción, calle y número), uso al que se vaya a  
destinar la instalación y carga (KW). La re  
lación deberá contener el nombre, firma y nú  
mero de registro del responsable y se envia  
rá únicamente cuando se hayan elaborado pro  
yectados en el mes.
- 2.- Una copia de cada Proyecto que comprenda y -  
corresponda a las instalaciones siguientes:
  - a) A las citadas en las normas técnicas 501  
a 513 y 515.
  - b) Las de alta y baja tensión.
  - c) Las de baja tensión, cuya carga de diseño  
sea de 40 KW o más.
  - d) las que utilicen para bombeo de aguas po  
tables y negras.

B.- Por lo que se refiere a construcción.

- 1.- Una relación de las instalaciones terminadas  
en el mes, probadas y listas para contratar  
el servicio de energía eléctrica, anotando -  
el nombre de la persona física o moral, pro  
pietario o usuario de la instalación, direc-

ción (entidad, municipio y población) y carga en KW. La relación deberá contener el nombre firma y número de registro del responsable y se enviará únicamente cuando se hayan terminado instalaciones en el mes.

- 2.- Una copia de cada responsiva de construcción de las instalaciones mencionadas en el inciso A-2 de este artículo.

ART. DECIMO.- Para efectuar la contratación del servicio público de energía eléctrica, se procederá como sigue:

A.- Instalaciones con carga menor de veinte (20) KW:

Se solicitará el servicio en la oficina de suministrador mas cercana al domicilio de la instalación.

B.- Instalaciones con carga de veinte (20) KW o más:

- 1.- Previamente a la elaboración del Proyecto, se consultará al suministrador si puede proporcionar el servicio en cantidad y oportunidad.
- 2.- Satisfecho lo señalado en el punto anterior se podrá proceder a elaborar el Proyecto.
- 3.- El servicio se solicitará en la correspondiente oficina del suministrador.
- 4.- Se presentará en la oficina del suministrador una copia de la responsiva de construcción. El suministrador únicamente verificará la vigencia de los registros y lo anotará en la solicitud de servicio, siendo facultad exclusiva de la Secretaría la revisión y aprobación de los proyectos y de las instalaciones.

C.- Independientemente de la carga:

Se solicitará el servicio en la oficina del sumi

nistrador mas cercana al domicilio de la instalación, cuando ésta corresponde a los siguientes tipos:

- Con un hilo de corriente.
- Molinos de nixtamal en baja tensión.
- Bombeo para riego agrícola
- De carácter temporal.

ARTICULO UNDECIMO. Para verificar que los proyectos y las instalaciones destinadas al uso de energía eléctrica cumplan con el Reglamento de instalaciones eléctricas, la Dirección General de Energía, procederá como lo disponen los artículos 94 y 96 del Reglamento de la Ley de la Industria Eléctrica y las demás disposiciones legales aplicables.

La Subdirección General de Electricidad de la Dirección General de Energía, comunicará a los responsables del proyecto y de la construcción de las instalaciones, el resultado de la verificación que efectúa y las correcciones que deban hacerse.

Cuando alguna instalación presente riesgos para la vida o bienes de las personas, se otorgarán los plazos que al respecto fija el Reglamento de la Ley de la Industria Eléctrica y demás disposiciones aplicables, a fin de que sea corregida y en el supuesto de que no se efectuen, se mandará suspender el servicio en la forma prevenida por la Ley del servicio público de energía eléctrica, independientemente de que se apliquen las sanciones que correspondan.

ART. DUODECIMO.- Se llevará un control de las actividades que realicen los responsables inscritos en la Dirección General de Energía y con base en el se determinarán -- los casos en que sea procedente refrendar o revocar el registro, independientemente de la aplicación de las sanciones que legalmente procedan.

#### A.4.- 102.5 RESISTENCIA DE AISLAMIENTO

Toda instalación eléctrica debe ejecutarse de manera que, cuando esté terminada, quede libre de cortocircuitos y de contactos con tierra (salvo la conexión a tierra del sistema, para fines de protección, a que se refiere la sección 206). Consecuentemente la resistencia de aislamiento en la instalación debe conservarse dentro de los límites adecuados, de acuerdo con las características de los conductores y la forma en que están instaladas.

Vease la tabla 1.5 como guía para comprobar los valores mínimos de resistencia de aislamiento.

TABLA 1.5

Valores mínimos de resistencia de aislamiento recomendados para instalaciones de 1000 volts o menos.

INSTALACION			RESISTENCIA DE AISLAMIENTO (OHMS)
Para circuitos con conductores No. 14 o No. 12 AWG			1 000,000
Para circuitos con conductores No. 10 AWG O Mayores y con capacidad de conducción de corriente de:			
25	a	50 amperes	250,000
51	a	100 amperes	100,000
101	a	200 amperes	50,000
201	a	400 amperes	25,000
401	a	800 amperes	12,000
MAS	a	800 amperes	5,000

#### NOTAS.-

- Los valores de esta tabla deben medirse con todos los equipos que normalmente forman parte de los circuitos, tales como table

ros, portafusibles, medios de desconexión y dispositivos de -- de protección contra sobrecorriente, instalados en su lugar y conectados.

- Cuando estén conectados a los circuitos derivados las lámparas y los aparatos de utilización, la resistencia mínima de aislamiento de los circuitos puede tomarse como la mitad de los valores de esta tabla.
- Donde las condiciones del ambiente sean tales que las canalizaciones o equipos estén expuestos a una humedad excesiva, puede ser necesario considerar valores diferentes a los de esta tabla.

### 301.5 Continuidad eléctrica y mecánica de canalizaciones y cubiertas de cables.

- a) Continuidad eléctrica. Las canalizaciones metálicas y armaduras de cables, así como sus conexiones a cajas, accesorios, gabinetes y similares, deben tener una continuidad eléctrica -- efectiva a lo largo de todo el sistema de canalización, con -- una adecuada conexión a tierra como se especifica en la sección 206, subsección D.
- b) Continuidad mecánica. Las canalizaciones y cubiertas de cables deben ser continuas de caja a caja o de accesorio a accesorio.

## A.5.- SECCION 206.- PUESTA A TIERRA

### D. Puesta a tierra de canalizaciones y cubiertas de cables.

#### 206.20 Canalizaciones y cubiertas de cables de acometida.

Las cubiertas o armaduras de cables de acometida y sus canalizaciones, cuando sean metálicas, deben conectarse a -- tierra (vease artículo 206.36, que se refiere al caso de -- un sistema de suministro subterráneo).

#### 206.21 Canalizaciones y cubiertas de cables en instalaciones de -- utilización.

Las canalizaciones y cubiertas de cables en instalaciones

de utilización, cuando sean metálicas, deben conectarse a tierra.

**EXCEPCION No. 1.-**

No requieren conectarse a tierra los tramos de canalización metálica de 8 metros o menos, que se agreguen a instalaciones visibles existentes, siempre que estén libres de la posibilidad de un contacto con partes metálicas puestas a tierra, o con otras partes conductoras y que además, estén fuera del alcance de las personas.

**EXCEPCION No. 2.-**

No requieren conectarse a tierra las canalizaciones metálicas utilizadas para proteger, contra daño mecánico, a cables de varios conductores aislados integrados en una cubierta.

**206.22 Separación con respecto a los conductores de pararrayos.**

Las canalizaciones y cubiertas metálicas de cables y otras partes metálicas de equipos eléctricos que no lleven corriente, deben mantenerse por lo menos a 2 metros de distancia de los conductores que interconecten los pararrayos de edificios con sus electrodos de tierra; o bien, solo cuando esto no sea posible, dichas partes deben conectarse firmemente a los conductores mencionados.

**206.36 Acometida con cable subterráneo.**

Quando la acometida a un inmueble se realiza desde un sistema continuo subterráneo de cable con cubierta o armadura metálica, la cubierta o armadura del cable de acometida subterráneo o el ducto metálico que contenga a dicho cable mecánicamente unidos al sistema subterráneo, no requieren conectarse a tierra dentro del inmueble y pueden aislarse eléctricamente de canalizaciones metálicas interiores.

**301.6 Continuidad de conductores.**

a) En tubos y en ductos cerrados sin tapa, los conductores deben ser físicamente continuos (sin empalmes) entre dos cajas o entre dos accesorios consecutivos.

- b) En circuitos multifilares, la continuidad de un conductor puesto a tierra (neutro) no debe depender de la conexión de dispositivos tales como portalámparas, contactos, etc., ya que el retiro de tales dispositivos interrumpiría la continuidad.

#### 206.49 Resistencia de electrodos artificiales.

El valor de la resistencia a tierra de los electrodos artificiales no debe ser superior a 25 OHMS, en las condiciones más desfavorables. Cuando no se pueda lograr esta resistencia con un sólo electrodo, debe emplearse, cuando menos un electrodo adicional.

Los sistemas de tubería metálica continua y subterránea para la conducción de agua fría, tienen, en general una resistencia a tierra menor de 3 OHMS. Los armazones metálicos de edificios, la tubería metálica subterránea, tienen en general una resistencia a tierra considerablemente menor de 25 OHMS. Se recomienda probar la resistencia a tierra de los electrodos al instalarlos y repetir la prueba periódicamente, haciéndolo de preferencia en tiempo de secas (estiaje), en que pueden esperarse las condiciones más desfavorables.

#### A.6.- 603.2 CARACTERISTICAS DEL SISTEMA DE TIERRAS.

- A) Disposición física. Se recomienda que un cable continuo forme el perímetro exterior de la malla que se menciona en el último párrafo del artículo anterior, de manera que encierre toda el área en que se encuentra el equipo de la subestación. La malla puede estar constituida por cables colocados paralela y perpendicularmente, con un espaciamiento razonable (por ejemplo, formando rectángulos de 3 por 6 metros). En lo que sea posible, los cables que forman la malla deben colocarse a lo largo de las hileras de estructuras o equipo, para facilitar la conexión a los mismos. Se recomienda que los conductores de la malla sean de cobre, con calibre mínimo de 4/0 AWG (107.2 milímetros cuadrados) y que los conductores de puesta a tierra del equipo no sean de un calibre menor al No. 2 AWG (33.6 milímetros cuadrados).



En cada cruce de conductores de la malla, estos deben conectar se rígidamente entre sí y en los puntos adecuados, conectarse a electrodos de tierra de 2.5 metros de longitud o más, clavados verticalmente. Donde sea posible, se recomienda construir registros en los mismos puntos.

b) Materiales.- Cada elemento del sistema de tierras (incluyendo la malla, conectores y electrodos) debe ser elegido de manera que cumpla con los siguientes puntos:

B-1.- Tener un punto de fusión suficientemente alto para no sufrir deterioro bajo las más severas condiciones de las magnitudes de corriente de falla y duración de las mismas.

B-2.- Tener resistencia mecánica suficiente y ser resistente a la corrosión.

B-3.- Tener suficiente continuidad, de manera que dichos elementos no contribuyan substancialmente a originar diferencias de potencial peligrosas.

El material más usado para los conductores es el cobre. Para los electrodos puede usarse alguno de los tipos mencionados en el artículo 206.48.

c) Resistencia a tierra de la malla. La resistencia total de la malla con respecto a tierra se puede determinar, en forma simplificada, por la expresión:

$$R = \frac{P}{4r} + \frac{P}{L}, \text{ en OHMS } \oplus$$

DONDE:

r.- Es el radio en metros de una placa circular equivalente, cuya área es la misma que la ocupada por la malla real de tierra.

L.- Es la longitud total de conductores enterrados, en metros.

P.- Es la resistencia eléctrica del terreno, en OHMS - metros.

⊕ Fórmula de Laurent y Niemann, publicada en la guía para seguridad en la conexión a tierra de subestaciones, Instituto de

## Ingeniería en Electricidad y Electrónica - ILEE.

La resistencia eléctrica total del sistema de tierras debe conservarse en el valor mas bajo posible (los valores aceptables van -- desde 10 OHMS hasta menos de 1 OHM, incluyendo todos los elementos que forman el sistema de tierras, esto es, la malla, los electrodos y los conductores de puesta a tierra). Para reducir la resistencia total del sistema se puede aumentar el área total de la malla, reduciendo los espaciamentos entre los conductores de ésta, o bien, usar un mayor número de electrodos.

Se recomienda hacer las pruebas necesarias para comprobar que los valores reales de la resistencia a tierra de la malla se ajustan a los valores que dá el diseño; por otra parte, se recomienda repetir periódicamente estas pruebas para comprobar que se conservan las condiciones originales, en el curso del tiempo o que se mantienen dentro de límites aceptables.

### A.7.- SECCION 603 SISTEMAS DE TIERRAS

#### 603.) Generalidades.

Las subestaciones deben contar con un adecuado sistemas de tierras, al cual se deben conectar todos los elementos de la instalación que requieran la conexión a tierra.

Las funciones principales de tierras son las siguientes:

- a) Proporcionar un circuito de muy baja impedancia para la circulación de las corrientes de tierra, ya sean debidas a una falla de tierra del sistema o a la operación de apartarrayos.
- b) Evitar que durante la circulación de éstas corrientes de tierra, puedan producir diferencias de potencial entre distintos puntos de la subestación (ya sea sobre el piso o con respecto a partes metálicas puestas a tierra) que puedan ser peligrosas para el personal.
- c) Facilitar mediante la operación de relevadores u otros elementos adecuados, la eliminación de las fallas a tierra en los sistemas eléctricos.

- d) Dar mayor confiabilidad y continuidad al servicio eléctrico.

En el caso general, los elementos principales del sistema de tierras son:

- 1) Red o malla de conductores enterrados, a una profundidad que usualmente varía entre 0.50 y 1.0 metros.
- 2) Electrodo de tierra, conectados a la red de conductores y enterrados a la profundidad necesaria para obtener el mínimo valor de resistencia a tierra.
- 3) Conductores de puesta a tierra, a través de los cuales se hace la conexión a tierra de las partes de la instalación o del equipo que requieren dicha conexión.

#### A.8.- ELECTRODOS DE PUESTA A TIERRA

##### 206.46.- Tubería de agua

Una tubería metálica subterránea para la conducción de agua fría puede usarse como electrodo de puesta a tierra pero siempre que esté en contacto directo con la tierra, cuando menos en una longitud de 3 metros.

La tubería debe ser eléctricamente continua en su trayectoria hasta el punto de la conexión con el conductor del electrodo de tierra. Si existen coples o secciones de tubo de material aislante, ésta continuidad puede lograrse mediante puentes de unión. La continuidad de la trayectoria hacia tierra, o la puesta a tierra de una tubería de agua interior no debe depender de medidores de agua.

Se recomienda que un electrodo de tubería metálica de agua sea complementado por un electrodo adicional, como lo indican los artículos 206.47 y 206.48, para formar un sistema más seguro, cuando la importancia de la instalación lo justifique.

## 206.47 Otros electrodos utilizables

Otros elementos metálicos que pueden ser utilizados como electrodos de tierra, son los siguientes:

- a) La estructura metálica de un edificio si está efectivamente puesta a tierra.
- b) Las varillas de refuerzo de acero ubicados cerca del fondo de una cimentación de concreto que esté en contacto directo con la tierra. Es conveniente, para este fin, que las varillas sean de 13 milímetros de  $\varnothing$ , como mínimo y de una longitud no menor de 6 metros.
- c) Otros sistemas metálicos subterráneos, tales como la tubería metálica de revestimiento de un pozo profundo, una cañería metálica de drenaje, un tanque metálico o similares, con excepción de tuberías o tanques que contengan algún material combustible.

## 206.48 Electrodos artificiales (electrodos construidos especialmente).

Donde no se disponga de alguno de los electrodos descritos en los artículos precedentes, el electroducto de puesta a tierra puede estar constituido por un tubo, una barra o una placa enterradas o por otro dispositivo apropiado para el objeto, que llene los requisitos siguientes:

- a) Electrodos de placa. Cada electrodo de placa debe tener por lo menos 2,000 cm<sup>2</sup> de superficie en contacto con la tierra. Los electrodos de placa de fierro o acero deben tener un espesor no menor de 6 mm y los de metal no ferroso, no menor de 2 mm.
- b) Electrodos de tubo. Los electrodos de tubo deben tener por lo menos 19 mm. de diámetro exterior y si son de fierro o acero, deben estar galvanizados.
- c) Electrodos de barra. Los electrodos de barra de acero o de fierro deben tener por lo menos 1.6 cm de diámetro (2.0 centímetros cuadrados de sección transversal).

Las barras de materiales no ferrosos deben tener un diámetro no menor a 1.27 cm. (1.26 centímetros cuadrados de sección transversal).

Los electrodos de tubo o de barra, mencionados en los incisos b) y c) deben tener una longitud de 2.40 metros, - como mínimo.

Los electrodos no deben tener revestimiento de baja conductividad, como pintura, barniz, etc.

Siempre que las condiciones del caso lo permitan, los -- electrodos deben enterrarse hasta sobrepasar el nivel de la humedad permanente. Cuando se encuentre un lecho de roca, pueden enterrarse horizontalmente a la mayor profundidad que permita el mismo lecho de roca.

Cuando se usen sistemas de electrodos para distintos fines, como los de circuitos de comunicaciones, pararrayos de edificios, etc., cada electrodo de un sistema debe -- distar, por lo menos, 1.80 metros de los otros sistemas.

#### 206.50 Conductores y electrodos de pararrayos.

Los conductores y electrodos artificiales de pararrayos de edificios, no deben utilizarse para la puesta a tierra de instalaciones y equipos eléctricos a que se refiere ésta - sección (los cuales deben tener su propio sistema de tierra), pero se recomienda interconectar entre sí los electrodos de diferentes sistemas de tierra de una misma instalación.

## CAPACIDAD DE CORRIENTE DE CONDUCTORES DE COBRE AISLADOS (AMPERES)

TEMPERATURA MAXIMA DEL AISLAMIENTO	60 °C		75 °C		85 °C		90 °C	
TIPOS	THWN, RUW, T, TW, TWD, MTW.		RH, RHW, RUH, THW, THWN, DF, XHHW.		PILC, V, MI		TA, TBS, SA, AVS, SIS, FEP, THW, RHH, THHN, MTW, EP, XHHW.	
CALIBRE AWG, MCM	EN TUBERIA O CABLE	AL AIRE	EN TUBERIA O CABLE	AL AIRE	EN TUBERIA O CABLE	AL AIRE	EN TUBERIA O CABLE	AL AIRE
14	15	20	15	20	25	30	25	30
12	20	25	20	25	30	40	30	40
10	30	40	30	40	40	55	40	55
8	40	55	45	65	50	70	50	70
6	55	80	65	95	70	100	70	100
4	70	105	85	125	90	135	90	135
3	80	120	100	145	105	155	105	155
2	95	140	115	170	120	180	120	180
1	110	165	130	195	140	210	140	210
0	125	195	150	230	155	245	155	245
00	145	225	175	265	185	285	185	285
000	165	260	200	310	210	330	210	330
0000	195	300	230	360	235	385	235	365
250	215	340	255	405	270	425	270	425
300	240	375	285	455	300	480	300	480
350	260	420	310	505	325	530	325	530
400	280	455	335	545	360	575	360	575

## CAPACIDAD DE CORRIENTE DE CONDUCTORES DE COBRE AISLADOS (AMPERES)

TEMPERATURA MAXIMA DEL AISLAMIENTO.	60 °C		75 °C		85 °C		90 °C	
TIPOS	THWN, RUW, T, TW, TWD, MTW		RH, RHW, RUH, THW, THWN, DF, XHHW.		PILC, V, MI		TA, TBS, SA, AVS, SIS, FEP, THW, RHH, THHN, MTW, EP, XHHW.	
CALIBRE AWG, MCM	EN TUBERIA O CABLE	AL AIRE	EN TUBERIA O CABLE	AL AIRE	EN TUBERIA O CABLE	AL AIRE	EN TUBERIA O CABLE	AL AIRE
500	320	515	380	620	405	660	405	660
600	355	575	420	690	455	740	455	740
700	385	630	460	755	490	815	490	815
750	400	655	475	765	500	845	500	845
800	410	680	490	815	515	880	515	880
900	435	730	520	870	555	940	555	940
1000	455	780	545	935	585	1000	585	1000

+ Los tipos EP y XHHW pueden ser directamente enterrados (Veanse notas de esta table al final de la misma).

CAPACIDAD DE CORRIENTE DE CONDUCTORES DE COBRE AISLADOS (AMPERES)

TEMPERATURA MAXIMA DEL AISLAMIENTO	110 °C		125 °C		200 °C	
TIPOS	AVA, AVL		AI, SA, AIA		A, AA, FEPB	
CALIBRE AWG, MCM	EN TUBERIA O CABLE	AL AIRE	EN TUBERIA O CABLE	AL AIRE	EN TUBERIA O CABLE	AL AIRE
14	30	40	30	40	30	45
12	35	50	40	50	40	55
10	45	65	50	70	55	75
8	60	85	65	90	70	100
6	80	120	85	125	95	135
4	105	160	115	170	120	180
3	120	180	130	195	145	210
2	135	210	145	225	165	240
1	160	245	170	265	190	280
0	190	285	200	305	225	325
00	215	330	230	355	250	370
000	245	385	265	410	285	430
0000	275	445	310	475	340	510
250	315	495	335	530	-	-
300	345	555	380	590	-	-
350	390	610	420	655	-	-
400	420	665	450	710	-	-
500	470	765	500	815	-	-
600	525	855	545	910	-	-
700	560	940	600	1005	-	-
750	580	980	620	1045	-	-



A.12.- TABLA No. 1

## CAPACIDAD DE CORRIENTE DE CONDUCTORES DE COBRE AISLADOS (AMPERES)

TEMPERATURA MAXIMA DEL AISLAMIENTO	110 °C		125 °C		200 °C	
TIPOS	AVA, AVL		AI, SA, AIA		A, AA, FEPB	
CALIBRE AWG, MCM	EN TUBERIA O CABLE	AL AIRE	EN TUBERIA O CABLE	AL AIRE	EN TUBERIA O CABLE	AL AIRE
800	600	1020	640	1085	-	-
900	-	-	-	-	-	-
1000	680	1165	730	1240	-	-

VEANSE NOTAS DE ESTA TABLA AL FINAL DE LA MISMA.

A.13.- NOTAS DE LA TABLA No. 1

Nota No. 1.- Los valores de la tabla No. 1 son aplicables cuando se tienen 3 conductores como máximo alojados en una canalización o en un cable multiconductor. Para un número mayor de conductores deben aplicarse los siguientes factores de corrección (excepto en casos específicos en que se indique lo contrario):

Tabla No. 1 a).- Factores de corrección p/grupam.

NUMERO DE CONDUCTORES	POR CIENTO DEL VALOR INDICADO EN LA TABLA No.
4 a 6	60
7 a 24	70
25 a 42	60
MAS a 42	50

Cuando se instalen conductores de sistemas diferentes dentro de una canalización, los factores de corrección por agrupamiento anteriores deben aplicarse solamente al número de conductores para fuerza y alumbrado.

En el caso de conductor neutro que transporte solamente la corriente de desequilibrio de otros conductores como en el caso de los circuitos normalmente equilibrados de tres o más conductores no se debe afectar su capacidad de corriente con los factores indicados en esta tabla.

Nota No. 2.- Los valores de la tabla No. 1 deben corregirse para temperaturas ambiente (del local o del lugar en que se encuentren los conductores) mayores de 30°C, de acuerdo con la siguiente tabla:



## A: 14.- TABLA No. 2

AREA PROMEDIO DE LOS CONDUCTORES ELECTRICOS DE COBRE SUAVE O RECOCIDO, CON AISLAMIENTO TIPO TW, THW, VINANEL 900.

	CALIBRE AWG O MCM	AREA DEL COBRE EN mm <sup>2</sup>	AREA TOTAL CON TODO Y AISLAMIENTO mm <sup>2</sup>	AREA TOTAL DE ACUERDO AL CALIBRE Y AL NUMERO DE CONDUCTORES ELECTRICOS, PARA SELECCIONAR EL DIAMETRO DE LAS TUBERIAS SEGUN LA TABLA No. 3				
				2	3	4	5	6
ALAMBRE	14	2.06	8.30	16.60	24.90	33.20	41.50	49.80
	12	3.30	10.64	21.28	31.92	42.56	53.20	63.84
	10	5.27	13.99	27.98	41.97	55.96	69.95	83.94
	8	8.35	25.70	51.40	77.10	102.80	128.50	154.20
CABLE	14	2.66	9.51	19.02	28.53	38.04	47.55	57.06
	12	4.23	12.32	24.64	36.96	49.78	61.60	73.92
	10	6.83	16.40	32.80	49.20	65.60	82.00	98.40
	8	10.81	29.70	59.40	89.10	118.80	148.50	178.20
	6	12.00	49.26	98.52	147.78	197.04	246.30	295.56
	4	27.24	65.61	131.22	196.83	262.40	328.05	393.65
	2	43.24	89.42	178.84	268.26	357.68	447.10	536.52
	0	70.43	143.99	287.98	431.97	575.96	719.95	853.94
	00	98.91	169.72	339.44	509.16	678.83	848.60	1018.32
	000	111.97	201.06	402.12	603.18	804.24	1005.30	1206.36
	0000	141.23	239.98	479.96	719.94	959.92	1199.90	1439.88
	250	167.65	290.65	597.30	895.95	1194.46	1493.25	1791.19
	300	201.06	343.07	626.14	1029.21	1372.28	1715.35	2058.42
	400	268.51	430.05	850.10	1290.15	1720.80	2150.25	2580.30
	500	334.91	514.72	1029.44	1544.16	2058.88	2573.36	3088.32

A.15.- TABLA No. 3

## DIAMETROS Y AREAS INTERIORES DE TUBOS CONDUIT Y DUCTOS CUADRADOS

DIAMETROS NOMINALES		AREAS INTERIORES EN mm <sup>2</sup>			
		PARED DELGADA		PARED GRUESA	
PULGADAS	mm	40%	100%	40%	100%
1/2	13	78	196	96	240
3/4	19	142	356	158	392
1	25	220	551	250	624
1 1/4	32	390	980	422	1056
1 1/2	38	532	1330	570	1424
2	51	874	2185	926	2316
2 1/2	64	-	-	1376	3440
3	76	-	-	2116	5290
4	102	-	-	3575	8938
2 1/2 X 2 1/2	65 X 65			1638	4096
4 X 4	100 X 100			4000	10000
6 X 6	150 X 150			9000	22500

## CORRECCION DE FACTOR DE POTENCIA

FACTOR DE MULTIPLICACION POR CARGA EN KW PARA OBTENER KVA - CAPACITIVOS NECESARIOS PARA CORREGIR AL FACTOR DE POTENCIA DESEADO.

FACTOR DE POTENCIA EXISTENTE %	FACTOR DE POTENCIA CORREGIDO					
	100%	95%	90%	85%	80%	75%
50	1.732	1.403	1.247	1.112	0.982	0.850
52	1.643	1.314	1.158	1.023	0.893	0.761
54	1.558	1.229	1.073	0.938	0.808	0.676
55	1.518	1.189	1.033	0.898	0.768	0.636
56	1.479	1.150	0.994	0.859	0.729	0.597
58	1.404	1.075	0.919	0.784	0.654	0.522
60	1.333	1.004	0.848	0.743	0.583	0.451
62	1.265	0.936	0.780	0.645	0.515	0.383
64	1.201	0.872	0.716	0.581	0.451	0.319
65	1.166	0.839	0.683	0.548	0.418	0.286
66	1.139	0.810	0.654	0.519	0.389	0.257
68	1.078	0.749	0.593	0.458	0.328	0.196
70	1.020	0.691	0.535	0.400	0.270	0.138
72	0.964	0.635	0.479	0.344	0.214	0.082
74	0.909	0.580	0.424	0.289	0.159	0.027
75	0.882	0.553	0.397	0.262	0.132	
76	0.855	0.526	0.370	0.235	0.105	
78	0.802	0.473	0.317	0.182	0.052	
80	0.750	0.421	0.265	0.130		
82	0.698	0.369	0.213	0.078		
84	0.646	0.317	0.161			
85	0.620	0.291	0.135			
86	0.594	0.265	0.109			
88	0.540	0.211	0.055			
90	0.485	0.166				
92	0.426	0.097				
94	0.363	0.034				
95	0.329					

Ejemplo para la obtención de los KVA - capacitivos necesarios en la corrección del factor de potencia de una cierta carga, utilizando la tabla No. 4.

Se tiene una carga de 500 KW a 70% de factor de potencia y se desea encontrar la cantidad de KVA - Capacitivos necesarios para corregir el factor de potencia a 85%. De la tabla No. 4 se toma el factor de multiplicación 0.400 correspondiente al factor de potencia existente de 70% y el deseado de 85%. por lo tanto:

$$0.400 \times 500 = \underline{200 \text{ KVA} - \text{CAPACITIVOS}}$$

Ahora se consulta un catálogo de cualquier fabricante de capacitores industriales, para en ésta forma conocer cual será el valor más próximo al calculado del o los capacitores que se deben conectar.

Cuando los KVA de un capacitor no sean suficientes para corregir el factor de potencia al valor deseado se pueden conectar varios capacitores en paralelo, para de esta forma contar con los KVA - C requeridos.

Si se cuenta con varios capacitores y se desea contar con un valor alto de KVA - C, se deberán conectar en paralelo todos los capacitores. Si por el contrario se quiere un nivel bajo de KVA - C los debemos conectar en serie.

A.17.- ¿PORQUE LA POTENCIA NOMINAL DE LOS TRANSFORMADORES SE DA EN -  
KVA EN LUGAR DE EN KW?.

Al igual que en los alternadores, las potencias nominales de los transformadores están expresadas en KVA en lugar de en KW. A factores de potencia bajos, un transformador puede quedar cargado con la corriente nominal transfiriendo solamente una pequeña cantidad de potencia activa. Las potencias nominales expresadas en KVA aseguran el límite por debajo del cual un transformador nunca estará sobrecargado, independientemente del valor del factor de potencia de la carga que se aplique (de 1 a 0).

**EJEMPLO:**

Tenemos un transformador cuya potencia esta expresada en KW. Se calculará el valor de los KVA a diferentes valores de factor de potencia.

- 1.-  $KVA = 500 / 0.0$
- 2.-  $KVA = 500 / 0.1 = 5000$
- 3.-  $KVA = 500 / 0.2 = 2500$
- 4.-  $KVA = 500 / 0.3 = 1666.667$
- 5.-  $KVA = 500 / 0.4 = 1250$
- 6.-  $KVA = 500 / 0.5 = 1000$
- 7.-  $KVA = 500 / 0.6 = 833.333$
- 8.-  $KVA = 500 / 0.7 = 714.285$
- 9.-  $KVA = 500 / 0.8 = 625$
- 10.-  $KVA = 500 / 0.9 = 555.556$
- 11.-  $KVA = 500 / 1.0 = 500$

Como podemos ver, si se expresa la potencia del transformador en KW tendríamos que, al disminuir el factor de potencia, los KVA aumentarían a un nivel muy alto quedando el transformador sobrecargado.

Ahora si la potencia del transformador se expresa en KVA. Se calculará el valor de los KW variando el factor de potencia.



- 1.- KW = (500) (0) = 0
- 2.- KW = (500) (0.1) = 50
- 3.- KW = (500) (0.2) = 100
- 4.- KW = (500) (0.3) = 150
- 5.- KW = (500) (0.4) = 200
- 6.- KW = (500) (0.5) = 250
- 7.- KW = (500) (0.6) = 300
- 8.- KW = (500) (0.7) = 350
- 9.- KW = (500) (0.8) = 400
- 10.- KW = (500) (0.9) = 450
- 11.- KW = (500) (1.0) = 500

De ésta forma podemos darnos cuenta que el transformador nunca se sobrecargará si la potencia de éste se expresa en KVA.

CARACTERISTICAS ELECTRICAS PRINCIPALES DE LAS SUBESTACIONES NORMALES					
TRANSFORMADOR			INTERRUPTOR		BARRAS
KVA	KV	AMP.	MVA	AMP. FUS.	AMP.
50	2.4	13	100	25	400
	4.16	11	100	25	
	6.0	5	150	10	
	13.2	2	150	6	
	23.0	1	1000	4	
75	2.4	18	100	40	400
	4.16	10	100	25	
	6.0	7	150	16	
	13.2	3	150	6	
	23.0	2	1000	4	
112.5	2.4	27	100	63	400
	4.16	16	100	40	
	6.0	11	150	25	
	13.2	5	150	10	
	23.0	3	1000	6	
150	2.4	36	100	63	400
	4.16	21	100	40	
	6.0	15	150	40	
	13.2	7	150	16	
	23.0	4	1000	10	
225	2.4	54	100	100	400
	4.16	31	100	63	
	6.0	22	150	40	
	13.2	10	150	25	
	23.0	6	1000	16	
300	2.4	72	100	100	600
	4.16	42	100	100	
	6.0	29	150	63	
	13.2	13	150	25	
	23.0	8	1000	16	

**CARACTERISTICAS ELECTRICAS PRINCIPALES DE LAS SUBESTACIONES NORMALES**

TRANSFORMADOR			INTERRUPTOR		BARRAS
KVA	KV	AMP.	MVA	AMP. FUS.	AMP.
500	6.0	48	150	100	600
	13.2	22	150	40	
	23.0	13	1000	25	
750	6.0	72	150	100	600
	13.2	33	150	63	
	23.0	19	1000	40	
1000	6.0	96	150	160	600
	13.2	44	150	100	
	23.0	25	1000	63	

## A.19.- INSPECCION Y PRUEBAS DE UNA SUBESTACION

### A) REVISION GENERAL

Antes de poner el equipo en servicio, debe hacerse una revisión general de montaje, de conexiones y de funcionamiento mecánico -- del equipo. Si se encuentra un defecto debe corregirse inmediatamente, pues ya en servicio, es más complicado y peligroso y puede dar lugar a males de mayor importancia.

Se recomienda hacer la revisión como sigue:

#### REVISION ELECTRICA

- 1.- Conexiones firmes y con aislamiento adecuado
- 2.- Conexiones a tierra conectadas a sus electrodos, revisando -- uniones entre gabinetes.
- 3.- Conexiones secundarias para medición y control, firmes, sin -- brincadores ni conexiones provisionales.
- 4.- Revisión de fusibles, que estén colocados en su lugar, tanto de alta como de baja tensión.

#### REVISION MECANICA

- 1.- Que estén todas las tapas colocadas, que se hayan removido du -- rante el montaje, aseguradas con todos sus tornillos.
- 2.- Las puertas, bisagras y cierres, estén funcionando engrasadas y libres.
- 3.- Que todo el equipo ocupe su lugar preciso, especialmente aquel que se haya removido o se suministre por separado.
- 4.- Que se hayan removido los soportes de bloqueo o amarres en in -- terruptores, relés y otros aparatos.
- 5.- Que los interruptores en aceite y los transformadores de dis -- tribución, tengan su nivel de aceite adecuado.
- 6.- Que los mecanismos de operación estén lubricados y funcionen libremente.
- 7.- Revisar los enlaces mecánicos de algunos interruptores (inter -- locks).
- 8.- Revisar que los interruptores con elementos de retardo en - - aceite (Dash-Pots) funcionen con su aceite especial.

## B) PRUEBA: FINALES

Después de hacer la revisión general anterior, es conveniente para estar seguro de que el montaje y conexiones se han hecho correctamente, hacer las pruebas eléctricas siguientes:

### 1.- PRUEBA DE AISLAMIENTO CON MEGOHMETRO (MEGGER)

Tanto de los circuitos primarios como en los secundarios, de control y medición una regla antigua pero orientadora es la de: "Resistencia adecuada es de 1 megohm por cada 1,000 volts".

### 2.- PRUEBA DIELECTRICA

Esta prueba no es a veces fácil por no tener el cliente a su disposición voltajes altos, pero en el comercio hay unos aparatos relativamente sencillos, los "HYPOT" de la Associates Research Inc.

En caso de tener tensión adecuada, las pruebas dieléctricas se hacen manteniendo durante un mínimo la siguiente prueba, teniendo cuidado de desconectar los aparatos e instrumentos que puedan dañarse, como: Transformadores de potencial, transformadores de control, apartarrayos, etc.

TENSION NOMINAL KV	TENSION DE PRUEBA KV
0.6	1.2
5.0	10.0
7.5	14.0
15.0	27.0
23.0	40.0

### 3.- PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO ELECTRICO

Con la corriente ya puesta en el interruptor principal verifique se:

- a) La secuencia correcta de fases para la rotación A - B - C, de izquierda a derecha, viendo el interruptor principal de frente.
- b) La rotación correcta de motores trifásicos.
- c) Conecte y desconecte el interruptor principal operándolo con el conmutador de operación eléctrica o manual, según el caso.
- d) Dispare el interruptor principal haciendo operar la protección con que este provisto, haciendo pasar los suficientes amperes por los relés de protección.
- e) Hagase después la misma operación, que se hizo con el interruptor principal, en el caso de los interruptores secundarios que sean del mismo tipo.

Por último recuerde siempre: que mas vale un gramo de precaución que una tonelada de conocimiento; su propia vida y la de las otras personas que colaboren con usted, así como del valor del equipo - dependen de las precauciones que se tengan.

#### A.20.- SOBRETENSIONES EN SUBESTACIONES ELECTRICAS.

Las sobretensiones en las líneas y subestaciones tienen origen -- por diversas causas, siendo las mas frecuentes las siguientes

##### SOBRETENSIONES INTERNAS, ORIGINADAS DENTRO DE LAS SUBESTACIONES.

- 1).- Por campos de bobinas y condensadores o resonancia.
- 2).- Por variaciones repentinas de carga, corto circuito o desconexión.

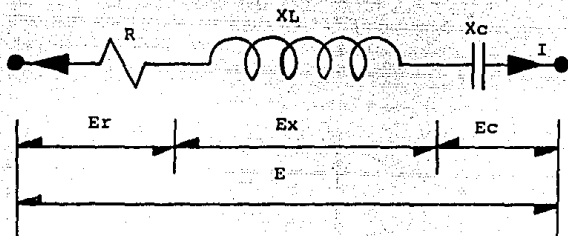
Sobretensiones externas, o sean independientes de las características o manejo del equipo, como son las descargas atmosféricas y las tempestades de arena.

En esta sección, se tratará, por ser las mas usuales, las sobretensiones por RESONANCIA, DESCONEXION, DESCARGAS ATMOSFERICAS.

- 1).- SOBRETENSIONES POR RESONANCIA.- Si en un circuito se conectan en serie varios aparatos cuyas características dominantes seas: Resistencia (R), Inductancia (X) y Capacitancia -- (Xc) se tendran la siguiente relación.

$$E = I \sqrt{R^2 + \left( L\omega - \frac{1}{C\omega} \right)^2}$$

$$\omega = 2\pi f$$



En ciertos casos que pueden ser raros pero posibles, pueden variar las condiciones normales del circuito, por cambio de cargas o roturas de conductores, presentándose sobre tensiones. Esto sucede - - cuando coincidan los valores.

$$L\omega = \frac{1}{C\omega}$$

Este fenómeno se le conoce por resonancia.

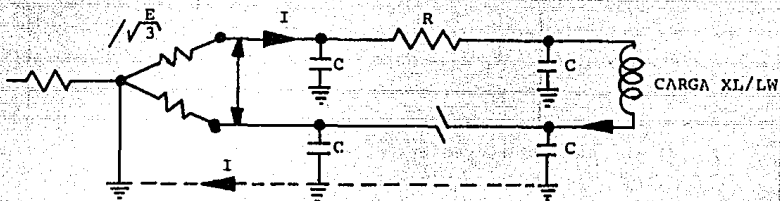
$$L\omega = \frac{1}{C\omega} \quad \therefore \quad \omega = 2\pi f = \sqrt{\frac{1}{L \cdot C}}$$

Los valores parciales de las tensiones son:

$$E_R = I R = E, \text{ En caso de resonancia.}$$

$$E_L = I L \omega = I L \sqrt{\frac{1}{L C}} = I \sqrt{\frac{L}{C}}$$

$$E_C = I \frac{1}{C \omega} = I \frac{1}{C \sqrt{\frac{1}{L C}}} = I \sqrt{\frac{L}{C}}$$



La figura anterior representa eléctricamente una alimentación con cable, con una resistencia OHMICA y una capacitancia debida a su aislamiento con una carga resistiva.

Si por accidente se rompe un cable en "A", se formará un circuito en serie, que debe dar origen a resonancia dependiendo de los valores  $R, C, L$ , y la frecuencia  $f$  del circuito es decir de  $\omega$ .

EJEMPLO: Si en el diagrama anterior se supone:

$$R = 10 \text{ OHMS}; L = 3.4 \text{ Hy}; C = 3 \times 10^{-6} \text{ FARADS}; E = 2400 \text{ VOLTS.}$$

En caso de la rotura del cable en el lugar a, se tendría:

La frecuencia de resonancia es:

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1}{L C}} = \frac{1}{6.28} \sqrt{\frac{1}{3.4 \times 3 \times 10^{-6}}} = 50 \text{ C.P.S.}$$

Si la frecuencia normal del circuito es de 50 ciclos por segundo -- muy próxima a la resonancia (coincidencia no frecuente) la corriente  $I$  sería máxima, puesto que es equivalente a la de un circuito -- con la resistencia OHMICA  $R$  únicamente, y valdría.



$$I = \frac{E \sqrt{3}}{R} = \frac{2400}{\sqrt{3} \times 10} = 139 \text{ AMPS.}$$

Y la tensión a tierra o en la carga sería:

$$E_C = E_L = (139) \sqrt{\frac{3.4}{3 \times 10^{-6}}} = 148,500 \text{ VOLTS} = 148.5 \text{ KV.}$$

Tensión que rompería los aislamientos si no hay una protección adecuada.

2).- SOBRETENSIONES POR DESCONEXION. La conexión o desconexión -- abrupta de cargas en un sistema, con frecuencia dan lugar a so bretensiones que aunque de corta duración son de 2 a 3 veces -- el valor normal de la tensión. Con frecuencia la presencia de autotransformadores para alumbrado, arrancadores de motores -- grandes, la desincronización de una máquina y su separación -- del sistema, complica el problema y puede dar origen a sobre- tensiones mas severas.

El valor del factor de sobretensión

$$K_s \text{ ES} = \frac{1}{1 - \frac{L}{R t}}, \text{ DONDE:}$$

L - Inductancia del circuito en HENRYS.

R - Resistencia del circuito en OHMS.

t - Tiempo de desconexión en segundos.

EJEMPLO:

$$L = 0.04 \text{ Hy, } R = 0.05 \text{ OHMS, } t = 1 \text{ SEG.}$$

$$K_s = \frac{1}{1 - \frac{0.04}{(0.05) (1)}} = 5$$

Si el circuito normal es de 2,400 V la sobretensión será:

$$E_s = (5) (2,400) = 12,000 \text{ V}$$

3).- SOBRETENSIONES EXTERNAS. (Descargas Atmosféricas). Las mas -- grandes sobretensiones se registran por las descargas atmosféricas que alcanzan 1,000 megavolts y corrientes del orden de 200 KA aún cuando su duración sea solo de unas millonésimas -- de segundo.

## A.21.- PROTECCION DE SUBESTACIONES ELECTRICAS"

### 1) APARTARRAYOS

Para proteger el equipo de sobretensiones, arriba de su prueba de impulso, se usan principalmente apartarrayos. Estos aparatos ofrecen una gran impedancia al paso de la corriente al voltaje normal pero al presentarse una sobretensión, se modifica la impedancia -- permitiendo la descarga atmosférica pasar a tierra, volviendo a su impedancia normal cuando ésta desaparezca. Por ésta acción automática se le denomina tipo autovalvular.

Hay otros apartarrayos tipo de expulsión que trabajan por soplo -- sobre los arcos para extinguirlos una vez concluida la sobreten--- sión. Estos apartarrayos son menos propios para protección de e--- quipo industrial, usándose exclusivamente en éste caso el tipo --- autovalvular.

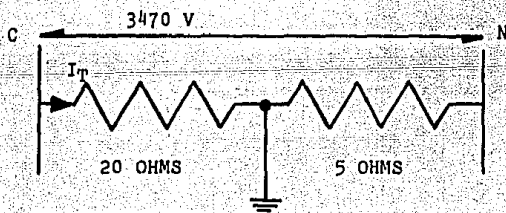
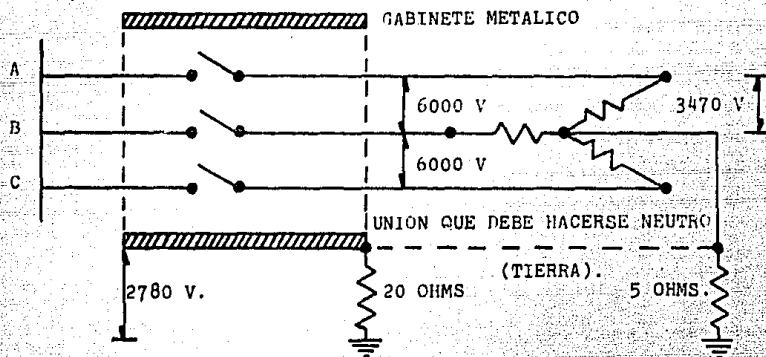
Normalmente en las subestaciones blindadas tipo intemperie, cuando la conexión se hace con líneas aéreas a través de pasamuros, es ne cesaria la protección con apartarrayos dentro de los gabinetes. -- Si la subestación intemperie o interior es conectada a una distan- cia no muy larga por medio de cable armado subterráneo a una lí- nea aérea, la protección puede hacerse en el poste pero es de reco mendarse también protección en el interior de los gabinetes cuando el cable subterráneo no sea tipo armado o sin blindaje puesto a -- tierra.

Los gabinetes de las subestaciones blindadas y los apartarrayos -- deben ponerse a tierra con los sistemas adecuados para cada caso.

### 2) TIERRAS

Es bueno recordar la diferencia que existe entre el neutro del sis tema eléctrico y la tierra, pues en ocasiones conviene no conectar el neutro a tierra y en otras, que es la mayoría, si es ventajoso poner el neutro a tierra. El neutro es un conductor co-----

mún a dos o más circuitos, a fin de reducir el número de conductores y se le supone que tiene un potencial nulo, con relación a -- los otros conductores, en cambio, el conductor de tierra es aquel que se conecta al blindaje de aparatos eléctricos y se lleva a -- electrodos en contacto con la tierra o al suelo que pisamos para evitar potenciales peligrosos a las personas que toquen esos aparatos eléctricos. En algunas ocasiones puede haber diferencia de potencial entre el neutro y la tierra.



Como ilustración (figura anterior), supongamos un circuito en cuyo neutro del transformador se puso a tierra. Independientemente de una mancha defectuosa, se puso a tierra el gabinete de desconexión. Al existir una falla de aislamiento entre el conductor "C" y el gabinete se produce una descarga de 139 amperes y una diferencia de potencial entre el gabinete y tierra de 2780 VOLTS que puede

de ser mortal a una persona que lo toque.

Para evitar estas diferencias de potencial deben unirse entre sí las tierras, reduciendo en lo que sea posible a cero las resistencias. Un sistema a tierra con una resistencia de 1 a 2 OHMS es aceptado.

Como práctica, debe utilizarse como conductor a tierra, cable suave no menor del AWG, hasta 15 KV, debiendo ser mayor para mayores voltajes y capacidades de corriente a tierra grandes. Normalmente en las muy grandes subestaciones (20,000 KVA y MAS) con cable 4/0 es suficiente.

Dentro de los gabinetes de una subestación compacta debe haber -- una barra de tierra, a la que deben unirse eléctricamente con cables todos los gabinetes y los armazones de los aparatos: Aparta rrayos, interruptores, transformadores, transformadores de instrumentos, etc. La barra de tierra generalmente se le dá el 50% de la sección de las barras principales. Teóricamente la sección de una barra unida con tornillos, si se supone que su temperatura, - en caso de falla a tierra, no debe exceder de 250°C.

En este caso la sección puede calcularse prácticamente con la -- fórmula:

$$a \text{ (mm}^2\text{)} = \frac{5.36}{10^3} I \sqrt{t}$$

I - Intensidad de corto circuito a tierra en amperes.

t - Segundos de duración que puede considerarse no excederá de 5 a 10 segundos con equipo de protección adecuado.

$$\text{Suponiendo } t = 10 \text{ SEG.} \quad a = 0.017 I = \frac{2}{100} I$$

Las conexiones a tierra o electrodos actualmente se hacen, por -- ser más prácticas y efectivas que las placas, con tubos clavados verticalmente. Se usan como electrodos también varillas de cobre-ucero de 16 mm. (5/8") de diámetro.

Un electrodo de tubo de 25 mm. clavado verticalmente en un suelo -

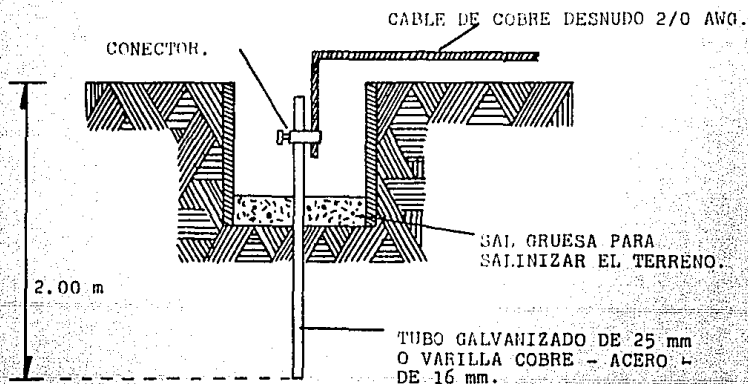
algo húmedo tiene las siguientes resistencias:

LARGO (CENTIMETROS)	RESISTENCIA (OHMS)
50	100
100	60
200	30
300	25

Y con mayor longitud la resistencia disminuye muy poco, por lo -- que la longitud económica puede considerarse como de 2 metros. - El diámetro del tubo influye poco, con un diámetro de tubo de 25 mm (1") comparado con uno de 100 mm (4") disminuye su resistencia unos 8 OHMS y con uno de 200 mm (8") disminuye 10 OHMS. En cambio la resistencia con varios tubos conectados entre sí, disminuye inversamente a su número, es decir si con un tubo la resistencia es de 20 OHMS con 2 será aproximadamente 10 OHMS y con 4 de 5 OHMS.

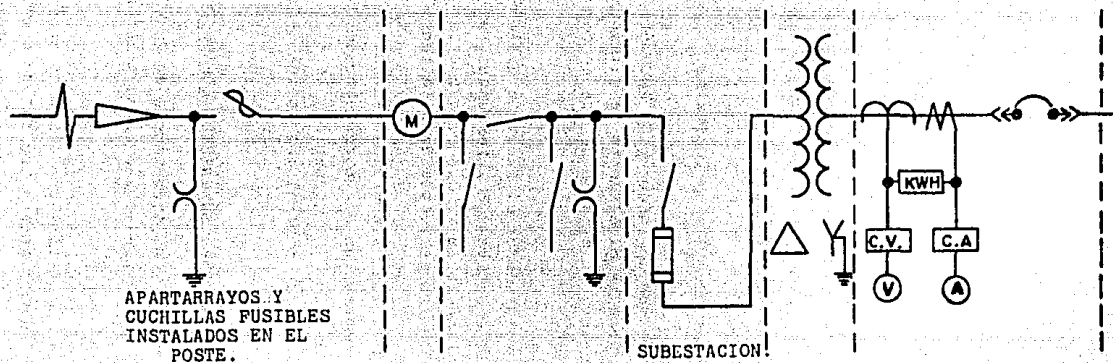
En subestaciones pequeñas basta con 2 electrodos, en cambio, en grandes subestaciones a tensiones mayores de 15 KV son de 20 electrodos, unidos entre sí con cables desnudos de cobre 2/0 AWG, formando una malla. En estas últimas condiciones se obtendrá una resistencia combinada de 1 OHM aproximadamente. Una regla práctica es colocar un electrodo por cada 15 m<sup>2</sup> de superficie ocupada por la subestación.

INSTALACION DE UN ELECTRODO, PARA CONEXION A TIERRA.



En los equipos eléctricos que se proporcionan se suministra una barra de tierra corrida a lo largo de los gabinetes en la parte inferior atrás de los componentes principales. Esta barra tiene por objeto, una vez conectada a tierra por el cliente, que los gabinetes y sus aparatos no resulten peligrosos a las personas que toquen esos objetos en caso de fallas en los aislamientos.

La conexión a tierra debe hacerse con cables desnudos de calibre 2/0, unidos a electrodos sumergidos en la tierra (como el mostrado en la figura), de preferencia húmeda. Un buen electrodo es un tubo galvanizado de 25 mm de diámetro (1") sumergido verticalmente 2 metros (ver figura de instalación de electrodo a tierra). -- También se usan en vez de tubos, varillas de cobre - acero - - - (Coperweld) de 16 mm (5/8").



REPRESENTACION DE UN SISTEMA DE PROTECCIONES DE UNA SUBESTACION ELECTRICA COMPACTA CONTRA SOBRETENSIONES EXTERNAS (DESCARGAS ATMOSFERICAS) POR MEDIO DE APARTARRAYOS Y FALLAS DE CORTO CIRCUITO EMPLEANDO INTERRUPTORES Y SISTEMAS DE CONEXION A TIERRA.

#### A.22.- PRECAUCIONES PARA EL CASO DE AVERÍAS EN LAS SUBESTACIONES.

- 1).- Y como paso mas importante, desconectar toda la carga de baja tensión. Jamás desconecte cuchillas con carga.
- 2).- Coloque los guantes y tome la pertiga parándose en la tarima con el tapete de hule, para retirar las cuchillas principales de alimentación.
- 3).- Revise los fusibles y reponga el daño, pero antes de volver a conectar las cuchillas principales, indique si hay algún defecto en los circuitos de baja tensión.
- 4).- Seguro de que no hay defecto en la baja tensión, antes de conectar la carga, meta las cuchillas principales.

Cuando la subestación está dotada de interruptor automático, proceda en la misma forma: Desconecte el circuito de alimentación para poder revisar el interruptor, en el caso de que se desconecte al conectarlo por segunda vez.

Es muy importante no olvidar suspender el servicio de la Empresa, antes de tocar cualquier parte activa del interruptor, el cual -- puede haberse botado por alguna falla en los relevadores o por algún pequeño corto circuito en los circuitos de baja tensión.

Algunas instalaciones industriales, tienen colocado dentro del local de la subestación, el tablero con el interruptor de baja tensión pero es aconsejable por todos los conceptos, tener un local o lugar apropiado para tableros de control y principal, fuera de la subestación de alta tensión.

#### A.23.- DISPOSICIONES PARA ASEGURAR EL SUMINISTRO ELECTRICO

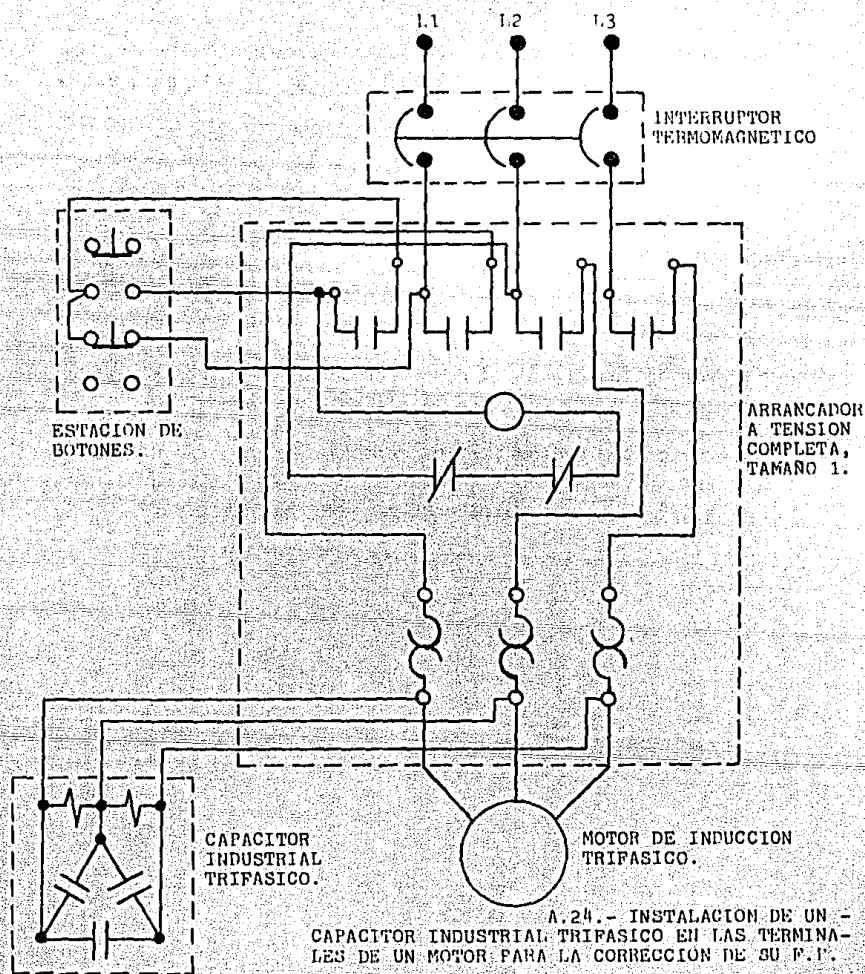
La energía eléctrica ha adquirido tal importancia en la vida moderna, que una interrupción de su suministro causa trastornos y -- pérdidas insoportables.

Para asegurar la continuidad del suministro deben tomarse las disposiciones necesarias para hacer frente a una falla en algún elemento del sistema. A continuación se mencionan las principales --



disposiciones:

- a).- Disponer de la reserva de generación adecuada para hacer frente a la posible salida de servicio, o indisponibilidad, de -- cierta capacidad de generación.
- b).- Disponer de un sistema de protección automático que permita eliminar con la rapidez necesaria cualquier elemento del sistema que ha sufrido una avería.
- c).- Diseñar el sistema de manera que la falla y desconexión de -- un elemento tenga la menor repercusión posible sobre el resto del sistema.
- d).- Disponer de los circuitos de alimentación de emergencia para hacer frente a una falla en la alimentación normal.
- e).- Disponer de los medios para un restablecimiento rápido del -- servicio, disminuyendo así la duración de las interrupciones del servicio, cuando éstas no han podido ser evitadas.



## APLICACION DE CONDUCTORES AISLADOS

NOMBRE COMERCIAL	TIPO	TEMP. MAX. °C	MATERIAL AISLANTE	CUBIERTA EXTERIOR	UTILIZACION
HULE RESISTENTE AL CALOR	RH RHH	75 90	HULE RESISTENTE AL CALOR	NO METALICA, RESIS- TENTE A LA HUMEDAD, RETARDADO DE FLAMA	LOCALES SECOS
HULE RESISTENTE AL CALOR Y A LA HUMEDAD	RHW	75	HULE RESISTENTE AL CALOR Y A LA HUMEDAD	NO METALICA, RESIS- TENTE A LA HUMEDAD, RETARDADORA DE LA FLAMA.	LOCALES SE- COS Y HUME- DOS.
HULE LATEX, RESIS- TENTE AL CALOR	RUH	75	90% HULE NO MOLIDO, SIN GRANO	NO METALICA, RESIS- TENTE A LA HUMEDAD, RETARDADORA DE LA FLAMA.	LOCALES SE- COS.
HULE LATEX, RESIS- TENTE A HUMEDAD.	RUV	60	90% HULE NO MOLIDO, SIN GRANO	NO METALICA, RESIS- TENTE A LA HUMEDAD, RETARDADORA DE LA FLAMA.	LOCALES SE- COS Y HUME- DOS.
TERMOPLASTICO	T	60	COMPUESTO TERMOPLASTICO RE- TARDADOR DE LA FLAMA	NINGUNA	LOCALES SECOS
TERMOPLASTICO RESISTENTE A LA HUMEDAD	TW	60	TERMOPLASTICO, RESISTENTE A LA HUMEDAD, RETARDADOR DE LA FLAMA.	NINGUNA	LOCALES SECOS Y HU- MEDOS.
TERMOPLASTICO DU- PLEX RESISTENTE A LA HUMEDAD.	TWD	60	TERMOPLASTICO, RESISTENTE A LA HUMEDAD, RETARDADOR DE LA FLAMA.	NINGUNA	LOCALES SECOS Y HUMEDOS
TERMOPLASTICO RE- SISTENTE AL CALOR C/CUBIERTA NYLON	THHN	90	TERMOPLASTICO, RESISTENTE A AL CALOR, RETARDADOR DE LA FLAMA	NYLON	LOCALES SECOS

CONTINUACION TABLA No. 5

NOMBRE COMERCIAL	TIPO	TEMP. MAX. °C	MATERIAL AISLANTE	CUBIERTA EXTERIOR	UTILIZACION
TERMOPLASTICO RESISTENTE A LA HUMEDAD Y AL CALOR	THW	75	TERMOPLASTICO RESISTENTE A LA HUMEDAD, RETARDO DE LA FLAMA.	NINGUNA	LOCALES SECOS Y HUMEDOS.
		90			APLICACIONES ESPECIALES EN EQUIPO DE ALUMBRADO POR DESCARGA -- ELECTRICA LIMITADO A UN CIRCUITO ABIERTO - DE 1000 VOLTS O MENOS.
TERMOPLASTICO RESISTENTE A LA HUMEDAD Y AL CALOR, CON CUBIERTA DE NYLON.	THWN	60	TERMOPLASTICO RESISTENTE A LA HUMEDAD Y AL CALOR, RETARDADOR DE LA FLAMA	NYLON	LOCALES CON GRASAS, ACEITE Y GASOLINA.
		75			LOCALES SECOS Y HUMEDOS.
TERMOPLASTICO RESISTENTE A LA HUMEDAD (DOBLE PORRO)	DP +	75	TERMOPLASTICO, RESISTENTE A LA HUMEDAD.	NO METALICA, - RESISTENTE A LA HUMEDAD, RETARDADORA DE LA FLAMA	LOCALES SECOS Y HUMEDOS HASTA 1000 VOLTS
SINTETICO RESISTENTE AL CALOR	SIS	90	HULE RESISTENTE AL CALOR	NINGUNA	SOLO ALAMBRADO DE TABLEROS.
AISLANTE MINERAL CUBIERTA METALICA	MI	85	OXIGENO DE MAGNESIO	COBRE	LOCALES SECOS Y HUMEDOS.
		250			TEMP. MAXIMA DE OPERACION P/APLICACIONES ESPECIALES

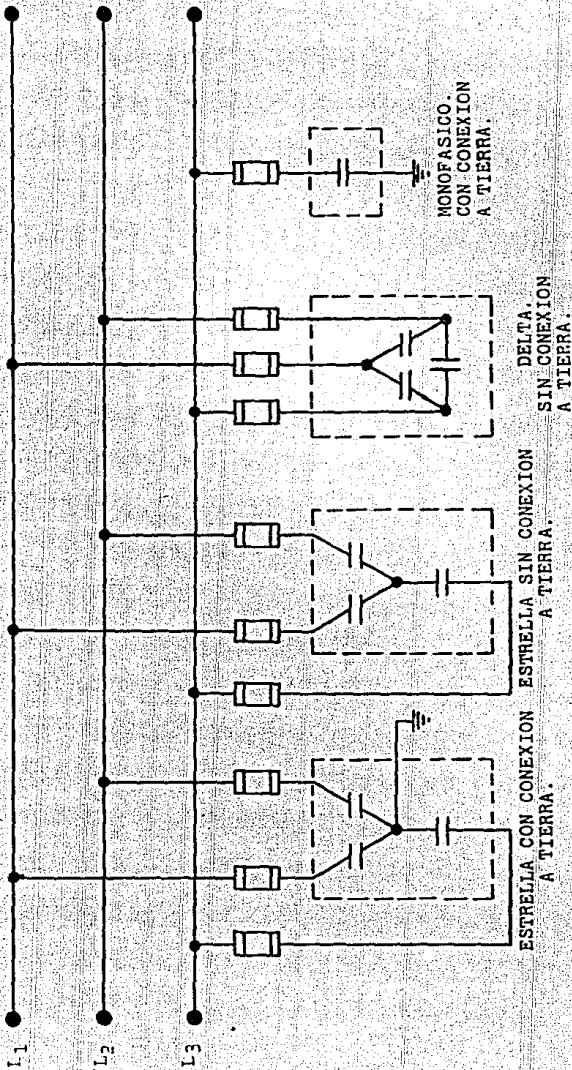
CONTINUACION TABLA No. 5

NOMBRE COMERCIAL	TIPO	TEMP. MAX. °C	MATERIAL AISLANTE	CUBIERTA EXTERIOR	UTILIZACION
SILICON ASBESTO	SA	90	HULE SILICON	ASBESTO O VIDRIO	LOCALES SECOS
		125			TEMP. MAX. DE OPERACION PARA APLICACIONES ESPECIALES.
ETILENO PROPILENO	EP	90	ETILENO PROPILENO	NO METALICA RESISTENTE A LA HUMEDAD Y AL CALOR Y RETARDADORA DE LA FLAMA	LOCALES HUMEDOS Y SECOS Y DIRECTAMENTE ENTERRADOS.
ETILENO PROPILENO FLUORINADO	FEP	90	ETILENO PROPILENO FLUORINADO	NINGUNA	LOCALES SECOS
	FEPB	200	ETILENO PROPILENO FLUORINADO	MALLA DE VIDRIO O MALLA DE ASBESTO	APLICACIONES ESPECIALES LOCALES SECOS
TERMOPLASTICO RESISTENTE A LA HUMEDAD Y A LA CORROSION - (CABLE PLANO BIPOLAR O TRIPOLAR)	NMC +	90	TERMOPLASTICO RESISTENTE A LA HUMEDAD Y AL CALOR, RETARDADOR DE LA FLAMA	NO METALICA RESISTENTE A LA HUMEDAD A LOS HONGOS, A LA CORROSION Y RETARDADORA DE LA FLAMA.	LOCALES SECOS Y HUMEDOS.
TERMOPLASTICO RESISTENTE A LA HUMEDAD, PARA ALUMBRADO INDUSTRIAL.	NMC + ASP +	60	TERMOPLASTICO RESISTENTE A LA HUMEDAD Y RETARDADOR DE LA FLAMA.	NO METALICA RESISTENTE A LA HUMEDAD Y RETARDADORA DE LA FLAMA.	ALUMBRADO INDUSTRIAL.
POLIETILENO VULCANIZADO RESISTENTE A HUMEDAD Y CALOR	XHHW	75	POLIETILENO VULCANIZADO.	NO METALICA RESISTENTE A LA HUMEDAD.	LOCALES HUMEDOS Y DIRECTAMENTE ENTERRADOS.
		90		NINGUNA	LOCALES SECOS.
TERMOPLASTICO RESISTENTE A LA HUMEDAD, AL CALOR Y AL ACEITE PARA MAQUINAS - HERRAMIENTAS.	MTW	60	TERMOPLASTICO RESISTENTE A LA HUMEDAD, AL CALOR Y AL ACEITE RETARDADOR DE LA HUMEDAD.	NINGUNA O NYLON	LOCALES HUMEDOS Y ALAMBRADO EN MAQ. HERRAMIENTAS.
		90			LOCALES SECOS, ALAMBRADO EN MAQUINAS HERRAMIENTAS.

CONTINUACION TABLA No. 5

NOMBRE COMERCIAL	TIPO	TEMP. MAX. °C	MATERIAL AISLANTE	CUBIERTA EXTERIOR.	UTILIZACION
TERMOPLASTICO Y ASBESTO	TA	90	TERMOPLASTICO Y ASBESTO	NO METALICA RETARDADORA DE LA FLAMA	ALUMBRADO DE TABLEROS DE DISTRIBUCION SOLAMENTE.
TERMOPLASTICO Y MALLA DE FIBRA	TBS	90	TERMOPLASTICO	NO METALICA RETARDADORA DE LA FLAMA.	SOLO ALAMBRADO DE TABLEROS.
CAMBRAY BARNIZADO	V	85	ASBESTO Y CAMBRAY BARNIZADO	NO METALICA	LOCALES SECOS.
				FORRO DE PLOMO	LOCALES SECOS Y HUMEDOS.
ASBESTO Y CAMBRAY BARNIZADO	AVB	90	ASBESTO IMPREGNADO Y CAMBRAY BARNIZADO	MALLA DE ALGODON RETARDADORA DE FLAMA	ALAMBRADO DE TABLEROS EN LOCALES SECOS.
	AVL	110		FORRO DE PLOMO	LOCALES HUMEDOS Y SECOS
	AVA	110		MALLA DE ASBESTO O VIDRIO	LOCALES SECOS
ASBESTO	AIA	125	ASBESTO IMPREGNADO	CON MALLA DE ASBESTO O VIDRIO	LOCALES SECOS UNICAMENTE, INSTALACIONES A LA VISTA EN INSTALACIONES SOLAMENTE PARA CONDUCTORES QUE VAN A APARATOS O ESTEN EN SU INTERIOR.
	AI	125	ASBESTO IMPREGNADO	SIN MALLA DE ASBESTO	LOCALES SECOS UNICAMENTE EN INSTALACIONES PARA CONDUCTORES QUE VAN A APARATOS O ESTEN EN SU INTERIOR. LIMITADO A 300 V.
	A	200	ASBESTO	SIN MALLA DE ASBESTO.	
	AA	200	ASBESTO	CON MALLA DE ASBESTO O VIDRIO	
PAPEL	PILC	85	PAPEL IMPREGNADO	FORRO DE PLOMO	PARA CONDUCTORES DE ACCOMETIDAS SUBTERRANEAS O CON FERMISO ESPECIAL.

+ Estos tipos corresponden a cables multiconductores cuya designación se refiere a las características de la cubierta o forro del cable y no a la del aislamiento del conductor.



A:26.- TITOS DE CONEXIONES DE CAPACITORES INDUSTRIALES.

BIBLIOGRAFIA

NORMAS TECNICAS PARA INSTALACIONES ELECTRICAS.

PARTE 1. INSTALACIONES PARA EL USO DE ENERGIA ELECTRICA  
EDICION 1981.

MANUAL DE INSTALACIONES ELECTRICAS, RESIDENCIALES E INDUSTRIALES  
GILBERTO ENRIQUEZ HARPER  
EDITORIAL LIMUSA

FUNDAMENTOS DE INSTALACIONES ELECTRICAS DE MEDIANA Y ALTA TENSION  
GILBERTO ENRIQUEZ HARPER  
EDITORIAL LIMUSA

INSTALACIONES ELECTRICAS INDUSTRIALES  
PEDRO CAMARENA M.  
EDITORIAL C.E.C.S.A.

INSTALACIONES ELECTRICAS INDUSTRIALES  
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.

EQUIPOS ELECTRICOS MODERNOS  
ING. JESUS GARDUÑO FERNANDEZ  
C.E.C.S.A.

MAQUINAS ELECTRICAS Y TRANSFORMADORES  
IRVING L. KOSOW  
EDITORIAL REVERTE

MOTORES ELECTRICOS PARA LA INDUSTRIA  
FACULTAD DE INGENIERIA. U.N.A.M.

GUIA PARA LA PRESENTACION DE PROYECTOS  
ILPES  
EDITORIAL SIGLO XXI



INSTRUCTIVO PARA LA INTERPRETACION DE LAS TARIFAS PARA EL SERVICIO  
PUBLICO DE ENERGIA ELECTRICA.  
GERENCIA GENERAL DE OPERACION  
DIVISION DE DISTRIBUCION DEL BAJIO  
COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD.

MANUAL DE TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCION  
GENERAL ELECTRIC

CATALOGO DE EQUIPO ELECTRICO  
FEDERAL PACIFIC ELECTRIC

CATALOGO DE EQUIPO ELECTRICO  
SQUARE D.

CATALOGO DE TERMINACION  
HOLOPHANE

INTERRUPTORES ELECTROMAGNETICOS DE CATA MOLDEADA  
GENERAL ELECTRIC

BOLETIN IIEE

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ELECTRICAS  
NOVIEMBRE DE 1981  
VOL. 5 No. 11

ESTANDARES DE INGENIERIA  
VOLUMEN 3 (INGENIERIA ELECTRICA)  
HYLSA GERENCIA DE INGENIERIA 1981

SISTEMAS DE TRANSMISION DE ENERGIA ELECTRICA  
R. EATON  
PRINTECE HALL

INDUSTRIAL POWER SYSTEMS HANDBOOK  
D. BEEMAN.

EQUIPOS ELECTRICOS MODERNOS  
ING. JESUS GARDUÑO FERNANDEZ  
C.E.C.S.A.

ANALISIS DE SISTEMAS ELECTRICOS DE POTENCIA  
WILLIAM D. STEVENSON  
MC. GRAW HILL

CIRCUITOS MAGNETICOS Y TRANSFORMADORES  
E.E. STAFF DEL M.I.T.  
REVERTE

INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA  
VITTORIO RE.  
MARCOMBO.