



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

**ESTUDIO Y ANTEPROYECTO DEL SISTEMA
ELECTRICO DE ILUMINACION Y FUERZA DE
DE LA PLANTA : PRODUCTOS GEDEON
RICHTER - AMERICA - , S. A.**

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA**

**PRESENTA :
ARTURO RAMIREZ DIAZ**



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 esta 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.

Para llevar a efecto éste trabajo, sentí la satisfacción de adquirir una serie de acontecimientos y experiencias, de tal manera que deseo manifestar mi agradecimiento a las personas que directamente contribuyeron a ello:

A mis padres que sin su ayuda moral y económica, no hubiera sido posible - llevar a buen término este trabajo y la realización de mis estudios.

A mis hermanos, especialmente a Paty, esperando que este trabajo les motive a la culminación de sus estudios.

Al Sr. Ingeniero David Cano Saucedo
Director de ésta Tesis.

Por sus opiniones y consejos.

I N D I C E

I. INTRODUCCION GENERAL.	
I.1 Introducción.	1
II. GENERALIDADES.	
II.1 Presentación.	3
II.2 Resumen de departamentos de produccion. . .	5
III. ESTUDIO DE CARGAS.	
III.1 Introducción.	6
III.2 Resumen de cargas por departamento. . . .	6
III.3 Eleccion de la mejor tension.	20
III.3a Tension primaria.	21
III.3b Tension secundaria.	21
III.4 Memoria de cálculo para el diseño del dia- grama unifilar.	24
III.5 Alternativas de distribucion eléctrica. .	29
IV. ILUMINACION.	
IV.1 Introducción.	31
IV.2 Cálculo de alumbrado del almacén general. .	34
IV.3 Cálculo de alumbrado de oficinas (Planta alta).	36
IV.4 Cálculo de alumbrado exterior.	42
V. ESTUDIO DE CORTO CIRCUITO.	
V.1 Introducción.	44

V.2	Características básicas de una subestacion e.	51
V.3	Corto circuito simétrico y fuentes que lo pro porcionan.	52
V.4	Comportamiento de la corriente de corto c. .	57
V.5	Conceptos de corriente de corto circuito. .	61
V.6	Cálculo de la corriente de corto c.	62
VI.	SISTEMA DE TIERRAS.	
VI.1	Introducción.	71
VI.2	Necesidad de la red de tierras.	73
VI.3	Fundamento para el diseño de red de tierras	74
VI.4	Factores considerados en el diseño de la - red de tierras.	78
VI.5	Datos para el diseño preliminar.	81
VII.	SUBESTACION ELECTRICA COMPACTA.	
VII.1	Introducción.	87
VII.2	Selección del centro de carga para la trans formación.	88
VII.3	Componentes del centro de carga para la - transformación.	90
VII.4	Transformador trifásico.	95
VIII.	CONCURSO No. IE -01. INST. ELECTRICA TOTAL.	
VIII.1	Condiciones generales.	97
VIII.2	Catálogo de conceptos.	98
VIII.3	Análisis de precios unitarios.	99

VIII.4 Programa de trabajo.	102
VIII.5 Planos de la obra.	102
VIII.6 Propuesta económica.	102
VIII.7 Explicacion del proyecto.	103
IX. CONCLUSIONES.	106
LISTA DE PLANOS ELECTRICOS.	108
BIBLIOGRAFIA.	109

C A P I T U L O I

INTRODUCCION GENERAL

I.1 Introducción.

La industria fabricante de productos químicos para uso medicinal, aunque se inició en la década de los 40's con la fabricación de hormonas esteroideas, se desarrolló propiamente hace una década y se puede considerar como la rama más joven de la industria Química.

Actualmente la industria farmacéutica mexicana cuenta aproximadamente con 800 laboratorios que le permiten producir casi la totalidad de especialidades farmacéuticas y por su alto volumen de ventas, está considerada junto con la de Brasil y Argentina como una de las tres principales Industrias de América Latina.

Por ello, la necesidad de aumentar eficiencia en las empresas industriales se hace patente, no solo una vez que éstas ya se encuentran en operación, sino desde su concepción y formulación.

Desde hace varios años el sector industrial ha venido siendo el más dinámico de la economía mexicana, y es por eso que el desarrollo económico no debe dejarse abandonado al juego de la fuerza de la economía, sino que es necesario aplicar una fuerza orientadora capaz de inducir eficiencia al proceso de desarrollo industrial.

En adición a los factores de influencia adversa que surgen de decisiones de naturaleza técnico y evaluación de los proyectos, sin la debida ponderación de los elementos objetivos del juicio y sin el auxilio de adecuadas técnicas de análisis.

Por lo tanto, está en nosotros poder enfocar todos nuestros proyectos con una conciencia orientadora hacia una creatividad mas dinámica, segura y con todos los grados de confiabilidad que se puede esperar de ella. Es por eso que nuestro objetivo es implementar uno de los más importantes aspectos con que debe contar una industria, ya que de ella depende toda su productividad y eficiencia que puede tener, de esta manera está en nuestras manos presentar un anteproyecto de la instalación eléctrica.

El control y desarrollo de proyectos industriales, adquieren mayor relevancia ahora que nuestro país - esta viviendo una etapa de desarrollo económico e industrialización, en la cual la competencia de precio y calidades de los productos en los mercados interno y externo habrán de requerir de una mayor eficiencia en los factores productivos y demandar la nacionalización del uso de los recursos que concurren hacia las actividades industriales.

C A P I T U L O I I

GENERALIDADES

II.1 Presentación.

Los laboratorios Ritcher - América Filial de Johnson & Johnson comprenden dentro de su producción las áreas de :

Anestesia

Patología

Pediatría

Otorrinolaringología

Oftalmología

Medicina Nuclear

Odontología

Etc.

La diversidad de las áreas descritas anteriormente, así como la alta producción necesaria para poder satisfacer la demanda existente en el mercado, han obligado a la empresa a ampliar la capacidad de sus plantas, por lo cual una vez desarrollado el proyecto en su fase civil-arquitectónica básica, se ha encomendado la labor de anteproyectar la instalación eléctrica.

Nuestro primer objetivo es empezar a desarrollar la información necesaria y una vez reunida esta y complementada con las bases y criterio de diseño, - las cuales fueron proporcionadas por Johnson & Johnson, se procederá a desarrollar el estudio.

La superficie total a construir consta aproximadamente de 7,500.00 M² y está localizada al sur de la Ciudad de México, sobre la avenida Miguel Angel de Quevedo y las calles Kapra Y Acazulco. Referirse a la planta de conjunto (Lay Out), Plano No. IE-1.

Dicho lugar recibe una alimentacion por parte de la C.F.E. de 23 Kv y en base a dicha informacion se procederá diseñar la instalacion eléctrica. (Ver Plano No. IE - 9).

II.2 Resumen de departamentos de producción.

Los laboratorios constan principalmente con los siguientes departamentos :

- | | |
|--------------------|--------------------------------|
| 1.- Lavado | 8.- Almacén General |
| 2.- Esterilización | 9.- Almacén producto terminado |
| 3.- Control | 10.- Almacén de solventes |
| 4.- Orales | 11.- Planta química |
| 5.- Inyectables | 12.- Cuarto de máquinas |
| 6.- Jarabe | 13.- Taller mecánico |
| 7.- Empaque | 14.- Oficinas generales |

Para la distribución de los mismos, referirse a la planta de conjunto (Lay Out General), plano No. IE -1. En el cual se puede observar la localización física de los diferentes departamentos, de acuerdo a la distribución realizada por Ingeniería de Proceso, para una mayor eficiencia en el ciclo procesivo.

C A P I T U L O I I I

ESTUDIO DE CARGAS

III.1 Introduccion.

El propósito de este capítulo, es hacer un análisis de las características de las cargas que se tienen en el proyecto en estudio, para seleccionar la tensión de alimentación e integrar el diagrama unifilar.

Las características más importantes consideradas en las cargas son :

- a).- Tension de alimentación (v)
- b).- Potencia en HP ó Kw
- c).- Corriente en amperes
- d).- Frecuencia (Hz)
- e).- Número de fases

III.2 Resumen de Cargas por Departamento.

A continuación se hace una recopilación de todas las cargas, indicándose los parámetros anteriores y el departamento a que corresponde.

Finalmente, se hace un resumen de las cargas eléctricas por departamento para obtener la carga total instalada.

POTENCIA		VOLTAJE OPERACION	CORRIENTE NOMINAL	NUMERO DE FASES	DESCRIPCION DEL EQUIPO	AREA DE LOCALIZACION
HP	Kw					
1.0	0.746	110	7.97	1	ELABORADORA DE HIELO	COCINA
3.2	2.38	110	25.5	1	LAVADORA DE PLATOS	"
1.0		110	7.97	1	EXTRACTOR DE AIRE	"
1.0		110	7.97	1	REFRIGERADOR	"
1.5		110	11.95	1	EXTRACTOR DE AIRE	"
1.5		110	11.95	1	REFRIGERADOR	"
2.75		110	21.9	1	LAVADORA DE ROPA	LAVANDERIA
1.0		110	7.97	1	CENTRIFUGA	"
1.5		110	11.95	1	COMPRESOR DE AIRE	"
3.0		110	23.9	1	ESMERIL DE BANCO	TALLER DE MTO.
6.5	4.85	220	14.95	3	PLANTA DE SOLDAR	"
1.0		220	2.3	3	TALADRO DE SOLDAR	"
3.0		220	6.9	3	TORNO	"
1.0	0.746	110	7.97	1	CORTADORA DE VIDRIO	"
0.5		110	3.98	1	COMPRESOR PARA PINTAR	"

POTENCIA		VOLTAJE DE OPERACION		CORRIENTE NOMINAL	NUMERO DE FASES	DESCRIPCION DEL EQUIPO	AREA DE LOCALIZACION
HP	Kw	VOLTS	AMPERES				
1.5		220	3.45	3	BOMBA CALDERA No. 2	CUARTO DE MAQ.	
1.0	220	220	2.3	3	" " No. 1	"	
1.5		220	3.45	3	VENTILADOR CALDERA No. 1	"	
1.5		220	3.45	3	" " No. 2	"	
7.5		220	17.25	3	BOMBA DE AGUA SERVICIO	"	
7.5		220	17.25	3	" " "	"	
1.5		220	34.5	3	BOMBA DE SISTEMA DE SERVICIO	"	
7.5		220	17.25	3	BOMBA DE AGUA C/INCENDIO	"	
7.5		220	17.25	3	" " "	"	
1		220	2.3	3	BOMBA POTATIL	"	
5		220	11.5	3	TORRE DE ENFRIAMIENTO	"	
0.5		220	1.15	3	SISTEMA HIDRONEUMATICO	"	
1.25		220	2.87	3	MOTOR AIRE ACONDICIONADO	CONTROL	
3.2	2.39	220	7.36	3	HORNO ELECTRICO	"	
0.17	0.127	110	1.35	1	POLARIMETRO	"	

POTENCIA		VOLTAJE D OPERACION	CORRIENTE NOMINAL	NUMERO DE FASES	DESCRIPCION DEL EQUIPO	AREA DE LOCALIZACION
HP	Kw	VOLTS	AMPERES			
0.37	0.27	110	2.94	1	TERMO BALANZA	CONTROL
1	0.746	110	7.97	1	PARRILLA ELECTRICA	"
1.5		110	11.92	1	REFRIGERADOR	"
1		220	2.3	3	EXTRACTOR DE AIRE	"
4	2.98	110	31.88	1	HORNO O MUELA	"
1	0.746	110	7.97	1	PARRILLA ELECTRICA	"
1	0.746	110	7.97	1	BALANZA ELECTRICA	"
0.33		110	2.63	1	AGITADOR DE MAQUINA	"
1.5	1.12	110	11.95	1	ESPECTROFOTOMETRO ULTRAVIOL.	"
2.9	2.16	110	23.11	1	POTENCIOMETRO	"
0.3	0.22	110	2.39	1	TITULADOR POTENCIOMETRO	"
0.3	0.22	110	2.39	1	" "	"
0.5	0.37	110	3.98	1	PUNTO DE FUSION	"
0.5	0.37	110	3.98	1	VISCOSIMETRO	"
0.3	0.22	110	2.39	1	REFRACTOMETRO	"
0.5	0.37	110	3.98	1	CLOROMETRO	"
0.37	0.27	110	2.94	1	ESPECTROFOTOMETRO	"

POTENCIA		VOLTAJE D OPERACION	CORRIENTE NOMINAL	NUMERO DE FASES	DESCRIPCION DEL EQUIPO	AREA DE LOCALIZACION
HP	Kw	VOITS	AMPERES			
0.8	0.6	110	6.37	1	GRATIFICADOR	CONTROL
1.1	0.82	110	8.76	1	REGULADOR	"
1.1	0.82	110	8.76	1	REGULADOR	"
0.8	0.6	110	6.37	1	ESPECTROFOTOMETRO	"
1.5	1.12	110	11.95	1	GRATIFICADOR	"
0.5		110	3.98	1	CENTRIFUGA	"
0.8	0.6	110	6.37	1	GRATIFICADOR	"
2.86	2.13	110	22.79	1	CROMATOGRAFO DE GAS	"
1.2		110	9.56	1	MEZCLADOR DE POLVO	"
0.5	0.37	110	3.98	1	REVELADOR DE PLACA DE CROMAT.	"
1.5	1.12	220	3.45	3	HORNO ELECTRICO	"
1.5		220	3.45	3	EXTRACTOR DE AIRE	"
1.33		220	3.0	3	" "	"
1.5	1.12	220	3.45	3	SENSOR TERMICO	"
5	3.73	220	11.5	3	BANCO DE RESISTENCIAS	"
0.75	0.56	220	1.72	3	CAMPANA	"
1.5	1.12	110	11.95	1	ESTUFA DE INCUBACION	"

POTENCIA		VOLTAJE DE CORRIENTE		NUMERO DE FASES	DESCRIPCION DEL EQUIPO	AREA DE LOCALIZACION
HP	Kw	VOLTS	AMPERES			
1.5	1.12	110	11.95	1	ESTUFA DE INCUBACION	CONTROL
1.5	1.12	110	11.95	1	" "	"
1.5	1.12	110	11.95	1	" "	"
1.5	1.12	110	11.95	1	REGULADOR	"
2.13	1.5	220	4.9	3	HORNO ELECTRICO	"
1.18	0.8	220	2.71	3	" "	"
3	2.2	220	6.9	3	" "	"
1.86	1.4	220	4.3	3	AUTOCLAVE	"
1		110	7.97	1	REFRIGERADOR	"
0.5	0.37	110	3.98	1	ESTUFA DE SECADOR	"
0.8	0.6	110	6.37	1	ESTUFA DE VACIO	"
0.5	0.37	110	3.98	1	ESPECTROFOTOMETRO	"
0.25	0.18	110	1.99	1	PLACA DE AGITACION	"
0.2	0.15	110	1.594	1	MICROSCOPIO	"
0.5	0.37	110	3.98	1	BAÑO	"
0.5	0.37	110	3.98	1	BALANZA ANALITICA	"
0.5	0.37	110	3.98	1	AGITADOR	"

POTENCIA		VOLTAJE D OPERACION	CORRIENTE NOMINAL	NUMERO DE FASES	DESCRIPCION DEL EQUIPO	AREA DE LOCALIZACION
HP	Kw					
0.2	0.15	110	1.59	1	AGITADOR	CONTROL
0.3	0.22	110	2.39	1	"	"
0.3	0.22	110	2.39	1	POTENCIOMETRO	"
0.2	0.15	110	1.59	1	ROTAVAPOR	"
0.5		110	3.98	1	BOMBA DE VACIO	"
0.5	0.37	110	3.98	1	REACTOR	"
1		220	2.3	3	EXTRACTOR DE AIRE	"
2.8	2.0	220	6.44	3	ESTUFA	"
1.25	0.9	110	9.96	1	PARRILLA	"
1.25	0.9	110	9.96	1	"	"
1.3	0.96	110	10.36	1	MUFLA	"
1	0.746	110	7.97	1	REFUJO	"
1	0.746	110	7.97	1	AQUOMETRO	"
0.5	0.37	110	3.98	1	CALENTADOR CIRCULAR	"
0.25		110	1.99	1	BOMBA DE VACIO	"
0.2	0.15	110	1.59	1	DESINTEGRADOR PARA TABLETA	"

POTENCIA		VOLTAJE D' OPERACION	CORRIENTE NOMINAL	NUMERO DE FASES	DESCRIPCION DEL EQUIPO	AREA DE LOCALIZACION
HP	Kw	VOLTS	AMPERES			
17	12.7	220	39.1	3	MAQUINA AEROMATIC	ORALES
2.5	1.86	220	5.75	3	MOLINO COLOIDAL	"
26.8		220	61.64	3	MEZCLADORA DIOSNA " A "	"
26.8		220	61.64	3	MEZCLADORA DIOSNA " N "	"
6.79		220	15.6	3	" " "	"
5		220	11.5	3	" HOBART	"
1.75		220	4.0	3	EXTRACTOR DE AIRE	"
0.2	0.15	110	1.59	1	ESTUFA DE ASBESTO	"
2.5		220	5.75	3	MOLINO DE ASPA STOKES	"
2	1.5	220	4.6	3	ESTUFA DE VACIO ITALIUM	"
5		220	11.5	3	MEZCLADORA DE HOBART	"
1.25		220	2.87	3	EXTRACTOR DE AIRE	"
1.5	1.12	220	3.45	3	TABLETEADORA	"
1.5	1.12	220	3.45	3	"	"
1.25		220	2.87	3	EXTRACTOR DE AIRE	"
1		220	2.3	3	" "	"
1		220	2.3	3	" "	"
0.66		220	1.5	3	BOMBA DE COBRE	"
1.5		220	3.45	3	BOMBA DE ACERO	"

PODERENCIA		VO. T.C.	AMPERES	NUM. DE FUSIBLES	DESCRIPCION DEL EQUIPO	AREA DE LOCALIZACION
HP	Kw	VO. T.C.	AMPERES			
1		220	2.3	3	COMPRESOR DE AIRE	ORALES
1.25		220	2.87	3	EXTRACTOR DE AIRE	"
1		220	2.3	3	MECLADORA STOKES	"
1.5	1.12	220	3.45	3	HORNO ELECTRICO	"
5	3.7	220	11.5	3	LLENADORA DE CAPSULAS	"
1.25		220	2.87	3	PULIDORA	"
0.6	0.45	110	4.78	1	ORIENTADORA DE CAPSULAS	"
1.5	1.12	220	3.45	3	LLENADORA DE CAPSULAS	"
1.5	1.12	220	3.45	3	" "	"
0.37	0.28	220	0.85	3	LLENADORA DE CREMA GASTI	"
0.5	0.37	220	1.15	3	LLENADORA DE ESPUMAS	"
1	0.746	220	2.3	3	" DE SUSPENSIONES	"
0.2	0.15	110	1.59	1	ETIQUETA MANUAL	"
1.25		220	2.87	3	EXTRACTOR DE AIRE	"
1		110	7.97	1	" DE CAMPANA	"
0.5		220	1.15	3	AGITADORES INOX	"
0.5		220	1.15	3	BOMBA DE VACIO	"
1.5	1.12	220	3.45	3	DESTILADOR ROTAVAPOR	"
1		110	7.97	1	AGITADOR INOX.	"

POTENCIA		VOLTAJE D'OPERACION	CORRIENTE NOMINAL	NUMERO DE FASES	DESCRIPCION DEL EQUIPO	AREA DE LOCALIZACION
HP	Kw	VOLTS	AMPERES			
0.25		110	1.99	1	REFRIGERADOR	ORALES
0.25	1.18	110	2.0	1	MARCADORAS MARKEM	INYECTABLES
0.25	1.18	110	2.0	1	" "	"
1.33	1.0	220	3.0	3	REVISADORA BREVENTTI	"
0.75		220	1.72	3	LAVADORA BREVENTTI	"
0.125		110	1.0	1	LAVADORA COZZOLI	"
0.125		110	1.0	1	" "	"
0.75		220	1.72	3	" LARA MONTANO	"
1.25		220	2.87	3	EXTRACTOR DE AIRE	"
0.5	0.37	110	3.98	1	POTENCIOMETRO	"
0.5	0.37	110	3.98	1	"	"
0.5		110	3.98	1	AGITADOR	"
0.4	0.3	220	0.92	3	HORNO VAIENTINI	"
1.25		220	2.87	3	EXTRACTOR DE AIRE	"
1.5		220	3.45	3	BOMBA DE FEDEGARI	"
5	3.73	220	11.5	3	DESTILADOR MASCARINI	"
0.25	0.18	110	1.99	1	TANQUE DE DESTILACION	"

POTENCIA		VOLTAJE DE OPERACION	CORRIENTE NOMINAL	NUMERO DE	DESCRIPCION	AREA DE
HP	Kw	VOLTS	AMPERES	FASES	DEL EQUIPO	LOCALIZACION
2		220	4.6	3	EXTRACTOR CTO. ESTERIL	INYECTABLES
10		220	23	3	MOTOCOMPRESOR FIG. 150	"
10		220	23	3	" "	"
20		220	46	3	" L 40	"
20		220	46	3	" L 40	"
7.5		220	17.25	3	BOMBAS DE VACIO	"
7.5		220	17.25	3	" "	"
6		220	13.8	3	MOTOR AIRE ACONDICIONADO	"
3		220	6.9	3	VENTILADOR DE MOTOCAMP	"
0.25	0.18	220	0.57	3	ENFRIADOR DE AGUA	"
0.5	0.37	220	1.15	3	CERRADORA DE MARZOCHI	"
0.5	0.37	220	1.15	3	LLENADORA Y CERRADORA	"
0.5	0.37	220	1.15	3	CERRADORA	"
0.5	0.37	220	1.15	3	LLENADORA Y CERRADORA	"
1.25	0.9	220	2.87	3	SIEMI	"
7.5	5.6	220	17.25	3	CAMARA LIOFILIZADORA FIG	"
1	0.746	220	2.3	3	" " "	"
1.25		220	2.87	3	EXTRACTOR DE AIRE	"

POTENCIA		VOLTAJE DE OPERACION	CORRIENTE NOMINAL		NUMERO DE BASES	DESCRIPCION DEL EQUIPO	AREA DE LOCALIZACION
HP	Kw		VOLTES	AMPERES			
0.75		110	5.97	1	REFRIGERADOR DE AIRE	ALMACEN GENERAL	
1.5		110	11.95	1	REFRIGERADOR	"	
1.5		110	11.95	1	"	"	
2.5		220	5.75	3	COMPRESOR	EMPAQUE	
0.25	0.18	110	1.99	1	ENCELOFANADORA No. 1	"	
0.25	0.18	110	1.99	1	" No. 2	"	
7	5.2	220	16.1	3	ENCARTONADORA	"	
1.25	0.93	220	2.87	3	ETIQUETADORA PARA FRASCOS	"	
0.33	0.25	220	0.76	3	LOTADORA HAPA	"	
0.33	0.25	220	0.76	3	LOTADORA DE ETIQUETA	"	
0.2	0.15	110	1.59	1	ETIQUETADORA MANUAL	"	
1	0.746	110	7.97	1	IMPRESA	"	
0.5	0.37	220	1.15	3	ETIQUETADORA No. 2	"	
0.25	0.18	110	1.99	1	LENADORA DE LIQUIDOS	"	
0.75	0.5	220	1.72	3	ETIQUETADORA No. 1	"	
0.5	0.37	220	1.15	3	SOPLANTEADORA	"	
0.4	0.3	220	0.92	3	ENCARTONADORA	"	
0.25	0.18	220	0.57	3	BANDA No. 1	"	

POTENCIA		VOLTAJE D' OPERACION	CORRIENTE NOMINAL	NUMERO DE FASES	DESCRIPCION DEL EQUIPO	AREA DE LOCALIZACION
HP	Kw	VOLTS	AMPERES			
0.25	0.18	220	0.57	3	BANDA No. 2	EMPAQUE
1.25		220	2.87	3	AGITADOR PORTATIL	JARABES
1		220	2.3	3	" FIJO	"
1.5		220	3.45	3	BOMBA FIJA	"
1.5		220	3.45	3	" PORTATIL	"
7.86	5.86	220	18.0	3	MOLINO COLOIDAL	"
1.5	1.12	220	3.45	3	MARMITA 6211	"
0.85	0.63	220	1.95	3	OLLA DE REPARACION	"
1.5	1.12	220	3.45	3	MARMITA 8216	"
1.25		220	2.87	3	EXTRACTOR DE AIRE	"

DEPARTAMENTO O SERVICIO	CARGA INSTALADA (KW)	VALOR DE PUNTO DE CARGA (kW)	CARGA TOTAL POR DEPARTAMENTO (kW)
COCINA	6.3	—	6.3
LAVANDERIA	3.9	—	3.9
TALLER DE MANTENIMIENTO	3.36	7.83	11.2
CUARTO DE MAQUINAS	—	42.52	42.52
CONTROL	30.33	21.0	51.0
ORALES	2.42	96.56	96.0
INVESTIGACIONES	1.10	63.13	64.0
EMPAQUE	1.45	10.5	12.0
JARABES	—	13.6	13.6
ALUMBRADO SUPERIOR Y CENT.	64.6	—	64.6
ALUMBRADO INFERIOR	—	7.2	7.2
PLANTA QUIMICA	3.0	5.0	8.0
ALUMBR. SUPERIOR (OPERA)	26.4	—	26.4
CARGA TOTAL INST. (KW)	150.0	215.0	435.2

III.3 Elección de la Mejor Tensión.

Las pérdidas en cualquier circuito eléctrico son determinadas por las corrientes y la resistencia en el.

Como las pérdidas en plena carga por KVA varían en forma, aproximadamente, en relación inversa con el cuadrado de la tensión, entonces, es deseable, desde este punto de vista, usar una tensión lo más alta posible, tan to en los alimentadores primarios como en los circuitos de utilización.

También, es preferible conducir la energía eléctrica lo mas cerca posible de la carga en su tensión primaria. Consecuentemente en circuitos de baja tensión deberán ser lo más cortos como sea posible.

La selección de la tensión adecuada significa : mejor funcionamiento general, un sistema más sencillo, una operación al más bajo costo posible, considerándose para tal fin :

- a).- La distancia a la que se transmitirá la e -
nergía.
- b).- El tamaño de la carga .
- c).- La seguridad .
- d).- El equipo de utilización disponible, como #
una función de la cap. de la tensión .
- e).- Códigos y normas.

III.3a Tensión Primaria.

Dentro de las tensiones de recepción para las subestaciones compactas, utilizadas industrialmente se tienen :

23KV, 13.2 KV, 6.9/11.9 KV, 2.4/4.16 KV, 6.9 KV ,
2.4 KV .

En el proceso de evolución que presenta la Ciudad de México, en donde la magnitud de los aumentos de la densidad de carga han obligado a la C.F.E. a utilizar la tensión de 23 KV en la zona de nuestro estudio; esto se debe a la doctrina que ha llevado para la estandarización de su equipo.

Por lo tanto, la tensión primaria, es fijada por la compañía suministradora. Exclusivamente nos restará seleccionar la tensión secundaria con la cual se alimentará la carga. Esto se hará en base a una serie de condiciones que se enumeran a continuación.

III.3b Tensión Secundaria.

El equipo utilizado en esta gama de instalaciones eléctricas corresponde a voltajes de utilización de 600 V ó menores.

- 1).- Tensión de 600 V a 480 V. El sistema con una tensión de 600 V presenta la ventaja de cos-

tar un 2 % al 7 % menos que un sistema a 480 V . Pero tiene el inconveniente de que la mayor parte del equipo motorizado, no siempre se obtiene con motores de 550 a 575 V, salvo en casos especiales. Luego la elección es en favor de 480 V para los motores de 440 V.

- 2).- Tensión de 480 V a 240 V. El sistema de 480 V presenta una serie de ventajas el costo es un 25% menos que el de 240 V, las pérdidas son menores por ser la corriente menor y la caída de tensión en los cables es menor. Si una tercera parte de la carga puede conectarse a 480 V y utilizar transformadores para proporcionar 220 y 127 V para el resto de la carga, la selección de la tensión de 480 V sería la más conveniente. Cuando la distancia entre el transformador y la carga es mayor de 100 m, el sistema a utilizarse es con una tensión de 480 V.

En resumen, se puede considerar la capacidad de los motores y su tensión de acuerdo a la tabla siguiente :

Tension del Sistema (V)	Tension Nominal del motor (V)	Potencia del Motor (HP)
240	220	Menores de 50
480	440	De 50 a 200
2400	2300	Más de 200
4160	4000	Más de 250

Como la potencia del motor mayor del sistema en estudio es de 26.8 HP, se utilizará una tension nominal del sistema de 240 V y una tension nominal del motor de 220 V. Para el sistema de alumbrado interior una tension de 127 V.

III.4 Memoria de Cálculo para el Diseño del Diagrama Unifilar.

Una vez seleccionada la tensión de utilización y fijada la tensión primaria, se procederá a efectuar los cálculos para integrar el diagrama unifilar.

La memoria de cálculo se va a dividir en dos partes, una para el cálculo de la capacidad del interruptor y otra para seleccionar el calibre del alimentador de los diferentes tableros de distribución.

Para ambos casos se refiere a proceder primero por obtener la corriente nominal (I_n), con la siguiente ecuación :

$$I_n = \frac{Kw}{\sqrt{3} K_v \cos \phi} = \frac{Kw}{\sqrt{3} K_v f.p.}$$

El procedimiento a seguir se ilustra con el cálculo del tablero de distribución del cuarto de máquinas . Este tiene una carga total de 42.52 Kw , considerando una diferencia de potencial de 0.22 Kv y un factor de potencia de 0.85, nos resulta :

$$I_n = \frac{42.52}{\sqrt{3} (0.22) (0.85)} = 131.28 \text{ A}$$

a).- Cálculo de la capacidad del interruptor termagnético. Se considera un factor igual a 1.5 debido a arranque de motores y sobrecargas :

In X 1.5 = Amperes de Disparo

$$131.28 \times 1.5 = 196.8 \text{ A}$$

Por experiencia y especificadores de diseño se tiene un factor de diversidad F.D. = 0.8, debido a que en un instante dado, la demanda de la carga no es del 100%. Con esto resulta :

Amperes de Disparo X F.D. = Cap. del Interruptor

$$196.8 \times 0.8 = 160 \text{ A}$$

El interruptor comercial que se aproxima, es el de 200 A de disparo. De esta manera queda calculada la cap. del interruptor.

b).- Selección del calibre del alimentador No. - III. Para seleccionar este calibre, hacemos uso de la corriente nominal calculada, ésta se multiplica por un factor de temperatura = 1.25. Este factor debido a, que cuando circula la corriente nominal por el conductor, -

produce un calentamiento en el mismo que reduce la capacidad de conducción, de ésta manera :

$$I_{nom} \times 1.25 = 131.2 \times 1.25 = 164 \text{ A}$$

Con este valor y en tablas de fabricantes de conductores, se busca el que tenga la capacidad de conducir 164 A. El cable VINANEL 900 de calibre 2/0 AWG, tiene una ampacidad de 185 Amperes dentro de tubería conduit. En las mismas tablas se observa que tres conductores de calibre 2/0 AWG, por las normas R.O.I.E. (Reglamento de Obras e Instalaciones - Eléctricas) utilizando sólo el 40 % del área disponible de la tubería para cables eléctricos, se recomienda una tubería conduit de 38 mm de diámetro.

Para los alimentadores restantes se sigue el mismo procedimiento anteriormente enunciado.

A éste procedimiento de cálculo del calibre de alimentadores se le llama " selección por ampacidad ".

c) Cálculo de Conductores por Caída de Tension.

En los casos en que la longitud de los alimentadores sea mayor de 70m, se deberá hacer otra consideración para el calibre, basada en que la caída

de tensión a lo largo del alimentador es directamente proporcional a la longitud y a la corriente normal - que circule a través de él, e inversamente proporcional tanto al voltaje de operación como al área del cobre del conductor.

Lo podemos observar en la siguiente ecuación, caída de tensión en por ciento, para circuito trifásico :

$$Av \% = \frac{\sqrt{3} (I_{nom}) (Long)}{57 (volt) (Area)} \times 100$$

Así, para el caso del alimentador III (- Cuarto de Maquinas), resultó una $I_{nom} = 131.28$ A.

Con el cálculo por Ampacidad del alimentador nos resultó que el calibre adecuado es 2/0 AWG . En tablas de fabricante obtenemos el dato del área del cobre para este conductor = 67.43 mm^2 .

Midiendo el alimentador desde el tablero de distribución de baja tensión (TDB-1), hasta la localización física del tablero (TD-E), obtenemos una longitud = 200 m.

Sustituyendo valores en la ecuación :

$$Av \% = \frac{\sqrt{3} (131.28) (200)}{57 (220) (67.43)} \times 100 = 5.37 \%$$

Por las normas R.O.I.E., la caída de potencial no debe de exceder del 4% en la alimentación de fuerza. Debido a esto seleccionamos el calibre siguiente, éste es de 3/0 AWG con un área del cobre = 85.81.

Sustituyendo valores en la ecuación :

$$Av \% = \frac{\sqrt{3} (131.28) (200)}{57 (220) (85.81)} \times 100 = 4.1 \%$$

Este valor se puede tomar como aceptable, ya que no hay caída de tensión muy considerable y el equipo puede trabajar normalmente.

Análogamente se analizan los alimentadores número: II, IV, V, VII, VIII y IX, tomando en consideración que la longitud es mayor de 70 metros.

En los alimentadores I y X, la longitud es menor de 70 metros, la caída de tensión es menor del 4 % por lo cual se selecciona el calibre del alimentador, en base a la capacidad de conducción de corriente.

En el plano No. IE-2 se representa el Diagrama Unifilar General y en el plano No. IE-3, se hace una recopilación de los resultados obtenidos en estos cálculos, resumiéndolos en el cuadro de alimentadores y tubería conduit.

III.5 Alternativas de Distribucion Eléctrica.

Para llevar los alimentadores hasta cada uno de los tableros de distribucion en cada departamento, se puede elegir entre una distribucion aérea (en tubería conduit) y una distribucion subterránea (en ductos subterráneos).

A continuacion, se expondrán algunas características de estos dos tipos de distribucion.

Distribucion aérea.

- a).- Mayor facilidad en la instalacion inicial.
- b).- Mayor accesibilidad para el mantenimiento.
- c).- Costo menor de instalacion.
- d).- Flexibilidad para ampliaciones.

Distribucion subterránea.

- a).- Instalacion oculta. Cuando se lleva dentro de la planta, nos proporciona una mayor área libre, necesaria para llevar tubería de otros servicios.
- b).- Costo mayor de Instalacion. Se requiere una obra civil especializada para hacer el ducto subterráneo y los registros eléctricos.
- c).- Posibles problemas con los roedores.

Desde el punto de vista técnico, los dos tipos son aceptados y utilizados en diversas industrias. La distribución en ductos subterráneos, se utiliza principalmente en refinerías de petróleo y en plantas de procesos químicos inflamables.

La distribución en tubería conduit es un poco menos costosa y es la adecuada para medianas industrias, en donde no se manejan explosivos y sea mínima la corrosión.

De esta manera, la decisión es sobre la distribución de fuerza 220 volts a tableros en tubería conduit (Plano IE -3). Localización de alimentadores y distribución de fuerza 220 volts a tableros.

IV.1 Introduccion.

Al proyectar un sistema de alumbrado lo primero que se requiere es elegir un equipo que proporcione el máximo confort visual y el más alto rendimiento compatibles con las limitaciones impuestas al proyectista, desde el punto de vista económico.

El alumbrado general localizado viene con frecuencia impuesto por estas razones, una vez determinadas las luminarias que se van a utilizar y el nivel de iluminacion requerido, es posible calcular el número de luminarias necesarias para producir tal iluminacion.

El nivel de iluminacion es solo una de las características de las instalaciones luminosas, sin el cual no se podría llevar a cabo ninguna tarea visual de un modo correcto, fácil y seguro.

La I.E.S. (Illuminating Engineering Society) ha hecho recomendaciones de niveles luminosos para una amplia variedad de trabajos industriales y otras actividades visuales, en las cuales se trata del nivel luminoso recomendado para cualquier punto en la zona de trabajo y a cualquier momento.

La facilidad de aplicacion del método de -

C A P I T U L O I V

I L U M I N A C I O N

los lúmenes que proporciona el nivel medio en lux de la iluminación de un local, es el que más se emplea para las áreas más amplias, en las que la iluminación es sensiblemente uniforme.

Este método está basado en la definición -
de lux = $\frac{\text{lumen}}{\text{m}^2}$

$$\text{No. de Lux} = \frac{\text{lúmenes incidentes sobre una superficie}}{\text{Área}(\text{m}^2)}$$

No. de Lux = Nivel de Ilum.

Conociendo la emisión luminosa inicial de cada lámpara (dato de fabricante), el número de éstas y el área en m^2 , se puede calcular los lúmenes - por m^2 generados inicialmente en una área.

$$\text{No. de Lux} = \frac{(\text{Lúmenes iniciales}) (\text{No. de lamp.})}{\text{Área total}}$$

$$\text{No. de Lux} = \frac{\text{lum}}{\text{m}^2}$$

Este valor difiere del número de lux en dicha área, ya que algunos lúmenes son absorbidos por la luminaria y debido a otros factores como suciedad de la luminaria, la disminución gradual de la emisión de la luz de la lámpara, reflectancia de paredes, etc.

Todos estos factores se consideran en la siguiente fórmula :

$$\text{Lux} = \frac{(\text{lamp x lumin.}) (\text{lum x lamp.}) (\text{C.U.}) (\text{F.M.})}{\text{Area Total}}$$

En donde:

C.U. = Coeficiente de Utilizacion

F.M. = Factor de Mantenimiento

De acuerdo con lo anterior, el cálculo de alumbrado para interiores en este trabajo será por este método.

IV.2 Cálculo del Alumbrado del Almacén Gral.

a).- Datos del Cuarto.

1).- Longitud	23 m
2).- Ancho	22 m
3).- Area del piso	506 m ²
4).- Altura del techo	5.5 m
5).- Altura de Montaje de luminarias	4.5 m

b).- Reflectancias de Superficies. (Tabla IV.1)

6).- Techo	50 %
7).- Paredes	30 %
8).- Piso	-

c).- Datos de Luminarias.

9).- Fabricante	ELMSA
10).- Tipo	Ind. Slimline
11).- Catálogo Numero	Serie 100 CAPO
12).- WATTS por Tubo	74 Watts
13).- Numero de Tubos	2 p/lumin.
14).- Lúmenes de Emisión p/tubo	5600
15).- Factor de Mantenimiento	0.6
16).- Consumo (incluy. balastro)	160 Watts
17).- Dimensiones (cm)	L=244, A=31, H=11.
18).- Voltaje	127 volts

19).- Especificaciones

Se recomienda esta luminaria para usos industriales, áreas de almacenaje, etc. En donde la operacion es continua.

d).- Nivel de Iluminacion Requerido.

La Sociedad de Ingenieria en Iluminacion (I.E.S.) recomienda: 150 luxes mínimos promedio para un almacén.

e).- Cálculo de Relacion del Local.

$$\begin{aligned} \text{Rel. del local} &= \frac{\text{ancho} \times \text{largo}}{\text{alt. de montaje (ancho + larg.)}} \\ &= \frac{22 \times 23}{4.5(22+23)} \\ &= 2.49 \end{aligned}$$

f).- Tabla de Indices de Cuarto. (Tabla IV.2)

En esta tabla le corresponde la letra D.

g).- Coeficiente de Utilizacion.

Obtenemos el C.U. correspondiente en tablas que proporciona el fabricante con el índice del local y las reflectancias. (Tabla - IV.3). De esta manera C.U. = 0.58

h).- Cálculo del Numero de Luminarias.

Por el método de los lumenes que nos proporciona la sig. ecuacion :

$$\begin{aligned} \text{No. de Lumin.} &= \frac{(506) (150)}{(2)(5600)(0.58)(0.6)} \\ &= 19.47 \end{aligned}$$

Este cálculo nos indica que con 20 luminarias de 2 lámparas cada una, nos proporcionará un nivel luminoso de 150 luxes mínimos promedio.

Efectuando una distribución adecuada de las unidades nos resulta como se indica en el plano correspondiente a alumbrado de almacén general. Plano No. - IE - 8.

IV.3 Cálculo del Alumbrado de Oficinas (Planta Alta).

a).- Datos Generales.

1).- Largo	45 m
2).- Ancho	16 m
3).- Area del piso	720m ²
4).- Altura del techo	3 m
5).- Altura de montaje de las luminarias	3 m
6).- Reflectancia del techo	66%
7).- Reflectancia de paredes	44%
8).- Lámparas por luminaria	4
9).- Voltaje	127 V
10).- Factor de Mantenimiento	0.7

11).- Nivel de iluminación requerido	550 luxes
12).- Tipo de luminaria	Serie 200-3BI, ELHSA.
13).- No. de catálogo	5384

b).- Cálculo de Relación del Local.

$$\text{Rel. del Local} = \frac{(45)(16)}{3(45+16)} = 3.93$$

Este número en la tabla de índices de cuarto, le corresponde la letra B. (Tabla IV.2).

Con esta letra y las reflectancias obtenemos el $C.U. = 0.69$.

14).- Watts por tubo	40
15).- Lúmenes de emisión inicial por tubo	2800
16).- Dimensiones (cm)	l= 122, a= 60.5, peralte=11.5

c).- Cálculo del Número de Luminarias.

Con los datos obtenidos y la fórmula que nos proporciona el método de los lúmenes, se puede calcular:

$$\begin{aligned} \text{No. de Luminarias} &= \frac{(720)(550)}{(4)(2800)(0.69)(0.7)} \\ &= 73.2 \end{aligned}$$

Es decir, con 70 luminarias de cuatro lámparas de 40 watts por tubo, obtenemos un nivel luminoso de 550 luxes.

El plano de alumbrado No. IE -7 correspondiente al alumbrado de oficinas, nos indica la distribución adecuada.

Con un procedimiento análogo, se obtiene la distribución de alumbrado correspondiente a los departamentos restantes.

TABLA DE REFLECTANCIA

REFLECTANCIAS EN ACABADO MADERA	
COLOR	REFLECTANCIAS
MAPLE (CLARO)	42%
ENCINO (CLARO)	34%
AVELLANA (MEDIO)	19%
NOGAL (OBSCURO)	16%
CAOBA (OBSCURO)	12%

REFLECTANCIA EN ACABADOS METALICOS	
COLOR	REFLECTANCIAS
BLANCO PORCELANIZAD.	
O ESMALTE HORNEADO	70-85%
ALUMINIO PULIDO ESPEC.	80-85%
ALUMINIO MATE (DIFUSO)	75%
PINTURA ALUMINIO CLARO	79%
PINTURA ALUMINIO MEDIO	59%

REFLECTANCIA EN VIDRIO	
COLOR	REFLECTANCIA
VIDRIO CLARO	10%
VIDRIO OPACO	15%-30%
CON ACABADO MARMOL	25% - 45%

REFLECTANCIA EN PLASTICO	
COLOR	REFLECTANCIAS
CLARO	5-10%
OPALINO	15-30%

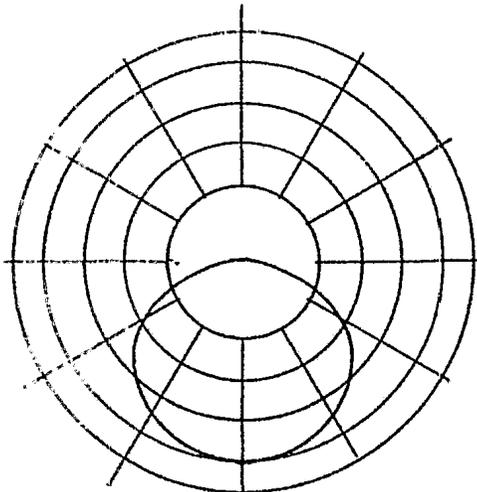
REFLECTANCIAS EN ACABADO MATE	
COLOR	REFLECTANCIAS
BLANCO	80-88%
MUY CLARO:	
AZUL VERDE	76%
VERDE	72%
CREMA	80%
AMARILLO CREMA	76%
AZUL	70%
GRIS	73%
CLARO:	
AZUL VERDE	70%
VERDE	64%
CREMA	70%
AMARILLO CREMA	66%
AZUL	55%
GRIS	49%
CAFE	35%
MEDIO:	
AZUL VERDE	54%
VERDE	33%
CREMA	44%
AMARILLO CREMA	55%
AZUL	22%
GRIS	38%
CAFE	21%
OBSCURO:	
AMARILLO	50%
NARANGA	25%
GRIS	25%
ROJO	12%
CAFE	10%
AZUL	8%
VERDE	7%

TABLA IV. I

VALORES DE LAS RELACIONES DEL LOCAL

INDICE DEL LOCAL	RELACION DEL LOCAL
J	MENOS DE 0.7
I	0.7 A 0.9
H	0.9 A 1.12
G	1.12 A 1.38
F	1.38 A 1.75
E	1.75 A 2.25
D	2.25 A 2.75
C	2.75 A 3.50
B	3.50 A 4.50
A	MAS DE 4.50

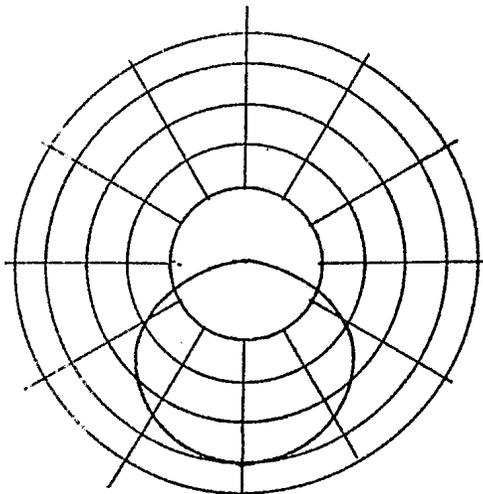
TABLA IV. 2



CURVA FOTOMETRICA

TABLA IV. 3

TECHO	70 %			50%			30 %	
PAREDES	50%	30%	10%	50%	30%	10%	30%	10%
INDICE LOCAL	COEFICIENTE DE UTILIZACION							
J	.29	.22	.25	.28	.25	.22	.22	.25
I	.37	.29	.32	.30	.32	.29	.29	.32
H	.43	.35	.38	.32	.38	.35	.35	.38
G	.49	.41	.44	.48	.44	.41	.41	.43
F	.53	.45	.49	.52	.48	.45	.45	.48
E	.59	.52	.55	.58	.54	.51	.51	.54
D	.63	.56	.59	.61	.58	.56	.55	.57
C	.65	.59	.62	.64	.61	.59	.58	.60
B	.69	.63	.66	.67	.65	.62	.62	.64
A	.71	.66	.68	.69	.67	.65	.65	.66



CURVA FOTOMETRICA

TABLA IV. 3

TECHO	70 %			50%			30 %	
PAREDES	50%	30%	10%	50%	30%	10%	30%	10%
INDICE LOCAL	COEFICIENTE DE UTILIZACION							
J	.29	.22	.25	.28	.25	.22	.22	.25
I	.37	.29	.32	.30	.32	.29	.29	.32
H	.43	.35	.38	.32	.38	.35	.35	.38
G	.49	.41	.44	.45	.44	.41	.41	.43
F	.53	.45	.49	.52	.48	.45	.45	.48
E	.59	.52	.55	.58	.54	.51	.51	.54
D	.63	.56	.59	.61	.58	.56	.55	.57
C	.65	.59	.62	.64	.61	.59	.58	.60
B	.69	.63	.66	.67	.65	.62	.62	.64
A	.71	.66	.68	.69	.67	.65	.65	.66

IV.4 Cálculo del Alumbrado Exterior.

Para este cálculo, se considera un nivel de iluminación igual a 30 luxes, mismo que recomienda la I. E.S. (Illuminating Engineering Society) para pasillos, corredores, etc.

Datos :

Hm = Altura de montaje = 10 mts.

Di = Distancia interportal = 50 mts.

Dt = Distancia transversal = 12 mts.

Ri = Relación de espaciamiento
to máximo 7:1

E = Nivel lumínico promedio = x (luxes)

Desarrollo :

Utilizando la curva de distribución (figura anexa) de luminario marca HOLOPHANE, tipo Expressway con una lámpara de 400 watts (lúmenes iniciales =50,000) , vapor de sodio de alta presión, con un giro de 45° verticales.

De fórmula :

$$\text{Relación} = \frac{Dt}{Hm} = \frac{12 \text{ m}}{10 \text{ m}} = 1.2$$

El coeficiente de utilización (C.U. en %), re-

sulta con el valor de 1.2 y con dicha curva se obtiene :

$$C.U. = 0.4$$

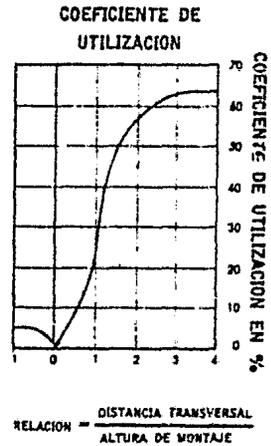
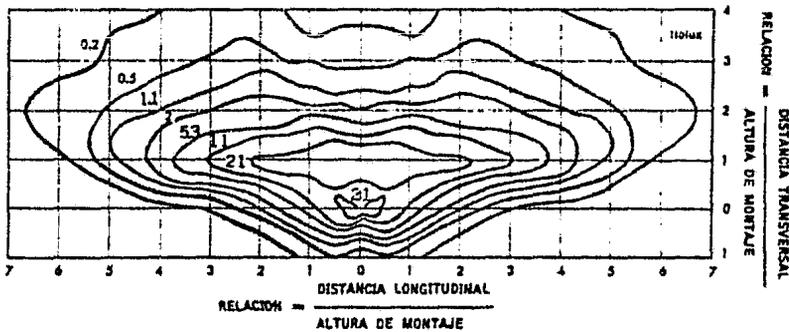
El nivel lumínico promedio se obtiene como sigue :

$$E = \frac{\text{lúmenes inic.} \times C.U.}{(\text{espaciamiento} \times \text{ancho de área})}$$

Sustituyendo los valores :

$$E = \frac{50,000 \times 0.4}{50 \times 12} = 33.3 \text{ luxes}$$

De acuerdo con este valor, se obtiene el plano de distribución de alumbrado exterior (No. IE -5).



CURVAS OBTENIDAS DE LUMINARIO EXPRESSWAY CON UNA LAMPARA DE 400 W VAPOR DE SODIO ALTA PRESION; CON GIRO DE 45 GRADOS VERTICALES; ALTURA DE MONTAJE 12.20 MTS.

LUXES PROMEDIO HORIZONTALES = $\frac{\text{LUMENES X COEFICIENTE DE UTILIZACION}}{\text{ESPACIAMIENTO X ANCHO DEL AREA}}$

CAT. No.	WATTS LAMPARA	LAMPARA TIPO	BULBO TIPO	RELACION DE ESPACIAMIENTO
1210	1000	ADITIVOS METALICOS	BT-56	7.1
1215	400	ADITIVOS METALICOS	E-37	7.1
1220	1000	MERCURIAL	BT-56	7.1
1225	400	MERCURIAL	E-37	7.1
1230	400	SODIO A. P.	E-18	7.1
1235	250	SODIO A. P.	E-18	7.1

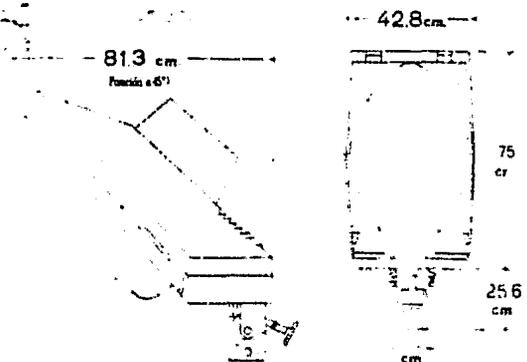
Para ordenar paquete de poste y luminario, favor de proporcionar los siguientes datos:
EXP 00 - XXXX - V - HZ

Serie = EXP

Altura poste = 00 MTS. Voltaje* = V. VOLTS.

Número de catálogo = XXXX Ciclaje = HZ HERTZ.

*Voltaje normal 220 volts



1. DOS CERROJOS TIPO GATILLO PARA LA PUERTA DEL LUMINARIO.
2. PARTE INTEGRAL DE LA ARMADURA EN SUO INTERIOR SE LOCALIZA EL SOCKET NORMAL DE LA LAMPARA, Y QUE SE UNE AL REFLECTOR PARA ASEGURAR POSICION APROPIADA.
3. CUERPO DEL LUMINARIO HECHO EN FUNDICION DE ALUMINIO, COMPLETAMENTE ESVALEADO.
4. RECEPTACULO PARA FOTOCELDA.
5. LUGAR PARA BALASTRO INTERIOR.
6. AJUSTE VERTICAL POR MEDIO DE PERILLA.
7. AJUSTE HORIZONTAL CON TORNILLOS.
8. ADAPTADOR PARA ENTRADA DE ESPESA DE 2 3/4 DIAMETRO EXTERIOR.
9. REFRACTOR DE CRISTAL PRISMATICO BORSCESICATO, ENSAMBLADO A LA PUERTA DE ALUMINIO DEL LUMINARIO.
10. EMPAQUE NEOPRENO PARA MAYOR HERMETICIDAD.

*Marca Reg. SIC DGE- No. HM-50

3050 ejemplares. Impreso en Mexico

LABORATORIO DE INVESTIGACIONES Y DESARROLLO TECNICO
ESTADO DE VERACRUZ TEL 266 51 40
CALLE No. 2778 TEL 4404 25
MEXICO D.F. TEL 30-32 50
GUADALAJARA ARJ. TEL 30-32 50

C A P I T U L O V

ESTUDIO DE CORTO CIRCUITO

V.1 Introducción.

Con el aumento de la demanda de energía eléctrica se ha observado y experimentado una gran importancia de proteger contra las inevitables fallas del equipo y los circuitos de los sistemas de distribución y utilización industrial, ya que aún el mejor diseño está sujeto en algunas ocasiones a cortos circuitos que originan intensidades de corrientes elevadas, en este caso los dispositivos de protección de sobrecorrientes deben operar con seguridad y rapidez para interrumpir y aislar la falla, en tal forma que las intensidades de las corrientes anormales no produzcan daño alguno en los circuitos y en el equipo, reduciendo así al mínimo las inevitables interrupciones en las operaciones de la planta y asegurando la continuidad del servicio.

La relativa importancia de las consideraciones económicas, de seguridad y confiabilidad pueden variar algo con el tipo de sistema en cuestión, pero estos tres elementos deberán tomarse en consideración en el diseño del sistema y deben de satisfacer una mínima protección, seguridad y confiabilidad.

Las funciones de la protección y coordinación de un sistema son las de minimizar los daños

al mismo y sus componentes, además de limitar la extensión y duración de la interrupción del servicio, siempre que ocurra una falla sea por avería de un equipo ó error humano, en cualquier parte del sistema.

Deberán de hacerse consideraciones económicas en la elección de los componentes del sistema para determinar el grado de la protección y coordinación.

El fracaso en el diseño de un sistema proviene de no satisfacer las condiciones mínimas de seguridad y protección requeridas para un adecuado funcionamiento.

Al modificar un inadecuado sistema existente para lograr aumentar la seguridad y protección, resultará mas caro y en algunos casos menos satisfactorios que si este sistema fuera diseñado correctamente desde el principio.

El diseñador tiene disponible diversos métodos para minimizar los efectos anormales del sistema y pueda diseñar dentro del sistema eléctrico con las siguientes condiciones :

- a).- Aislar rápidamente la parte afectada del sistema, el cual mantendrá un servicio normal para el resto del mismo y minimizará -

los daños para la parte afectada.

- b).- Minimizará la magnitud de la corriente de corto circuito disponible para reducir el potencial dañado del sistema, sus componentes y la utilización del equipo de suministro.
- c).- Proveerá circuitos alternados, tipo automático, y dispositivos de recierre automático donde se aplique para reducir la duración y extensión del suministro de la corriente de corto circuito.

Por normas un equipo debe cumplir con una serie de requisitos previamente determinados. Tales requisitos son eléctricos y mecánicos, todos ellos perfectamente estipulados en códigos y especificados técnicamente en normas de construcción, recepción y pruebas. Dentro de esta gama de requerimientos está el de la capacidad interruptiva, que es el parámetro que determina la rigidez para soportar un esfuerzo mecánico, producido por la corriente de choque de un circuito corto.

Para ello, las magnitudes de estas corrientes deben ser determinadas y sus valores comparados con los rangos ya establecidos, en un equipo construido y probado.

Los interruptores y fusibles que generalmente se usan para ejecutar la protección y corrientes

nación, deben seleccionarse para conducir e interrumpir con seguridad las grandes intensidades de corrientes a la que están sujetas durante la falla. También las partes del sistema, tales como: cables, ductos y cuchillas desconectadoras, deberán ser capaces de soportar sin deformación los esfuerzos mecánicos y térmicos resultantes. Las dimensiones físicas y complejidad de muchos modernos sistemas industriales, pueden hacer del trabajo manual necesario para efectuar el cálculo de la corriente de corto circuito, sea muy complejo. Se puede hacer uso de métodos computacionales que agilizan estos cálculos.

La selección adecuada de los dispositivos de protección se basa principalmente en los cálculos de corto circuito. Un dispositivo de protección en los cálculos de corto circuito, puede ser definido como un dispositivo eléctrico que se agrega al sistema para protegerlo contra los problemas y peligros ocasionados por una sobrecarga ó corto circuito. Esto se logra por medio de una interrupción automática y de acuerdo a la capacidad de los dispositivos de corto circuito. Los primeros dispositivos de protección contra corto circuito son: Interruptores y Fusibles. Los circuitos a base de interruptores, automáticamente protegen al circuito por medio de relevadores (separados ó construidos dentro del sistema) ,

los cuales detectan corrientes anormales, y de ésta forma operan el circuito de protección. Los Fusibles son dispositivos que están provistos con un elemento que se funde e interrumpe la corriente anormal al paso de ésta.

Una interrupción en el servicio de energía e léctrica daña de forma diferente a diferentes tipos de industria; por ejemplo la interrupción de servicio en la operación de una máquina únicamente ocasiona un atraso en la producción, mientras que una interrupción similar en una planta química puede ocasionar pérdida de material y un posible daño en el equipo. Otras industrias tales como refinerías, textiles y plantas de procesamiento son afectadas de manera similar; algunas plantas pueden aceptar interrupciones momentáneas, pero nunca interrupciones prolongadas. Así el tipo de industria tendrá una influencia primordial en el tipo de protección aplicado al sistema.

Todos los sistemas están sujetos a cortos - circuitos y fallas a tierra que deberán ser aislados rápidamente. La capacidad de interrupción representa la máxima corriente de corto circuito que circula a través de los interruptores y de los fusibles cuando ocurre la falla en el circuito. Otros dispositivos como switches desconectores y buses deberán soportar esfuerzos térmicos y mecánicos, ocasionados por las -

altas corrientes de corto circuito.

La coordinación de la protección en los sistemas de potencia modernos; asegura un efectivo aislamiento de la sección dañada en el sistema, permitiendo que el resto del sistema opere normalmente; esto se logra de la siguiente manera: Un cálculo cuidadoso del corto circuito, un estudio detallado de las características tiempo corriente de los dispositivos de protección.

Las consecuencias de una selección impropia de los dispositivos de protección puede ser desastrosa; esto es cuando un equipo de protección de corto-circuito, no es cuidadosamente seleccionado o cuando éste es escogido intentando ahorrar en el costo de la instalación, lógicamente el resultado es una inadecuada protección. Para asegurar una adecuada protección contra corto circuito y prevenir accidentes es conveniente :

- a).- Determinar correctamente la corriente de corto circuito, sólo después de esto se podrán determinar cuidadosamente los dispositivos de protección.
- b).- El crecimiento de la carga en la planta y la selección de los dispositivos de protección, se deberá hacer con mira hacia una futura expansión, de otra forma esos dispositivos de interrupción deberán ser reemplazados.

- dos cuando en la planta haya ampliaciones.
- c).- Todo circuito sometido a esfuerzos deberá ser checado. Esos esfuerzos son proporcionales al cuadrado de la corriente de corto circuito.
- d).- Checar la capacidad de los cables, pues deberán soportar el calor producido por las corrientes de corto circuito, además de la corriente normal de carga.
- e).- Checar todo el sistema de distribución del lado de baja tensión.
- f).- Aproximar el problema de la determinación de corto circuito de una base puramente ingenieril, más que a una base de buena suerte. Esto excluye una innumerable cantidad de contratiempos causados por impropios - dispositivos de interrupción.

V.2 Características Básicas de una Subestación.

Las características básicas de una subestación son :

- a).- La tensión primaria.
- b).- La ó las tensiones secundarias
- c).- El nivel de corto circuito en el primario.
- d).- El nivel de corto circuito en el secundario.
- e).- La frecuencia.
- f).- La capacidad.

La compañía de servicio público que suministrará la energía eléctrica, decidirá a que tensión primaria se alimentará la subestacion, indicará la frecuencia y proporcionará el valor del corto circuito primario en el lugar de la subestación si ésta será alimentada directamente por una línea de aquella.

Es de suma importancia recordar que el valor de corto circuito (en el primario) no tiene ninguna relación directa con el monto de la carga sino que depende exclusivamente de los generadores que alimentan una red ó un sistema y de la impedancia desde los generadores hasta el punto de la red bajo estudio.

V.3 Corto Circuito Simétrico y Fuentes que lo Proporcionan.

En los circuitos trifásicos de alumbrado y medio industrial la máxima corriente de corto circuito ocurre cuando hay una falla tripolar. Por lo que si llegara a existir una falla entre línea y línea, ó entre tierra y línea, el interruptor si ya se eligió por una falla trifásica, será el adecuado para interrumpir estas otras.

La corriente de falla línea a línea es al rededor de 87 % del valor de la falla trifásica, mientras que la corriente de falla línea a tierra puede tomar valores en un rango de 25 ó 60 % hasta 125 % del valor de la falla trifásica dependiendo de los parámetros del sistema.

Es raro en estos casos que la corriente en una falla simétrica exceda a la corriente en una falla asimétrica.

Al haber un corto circuito en una parte de un sistema, la magnitud de la corriente de carga es reducida, comparada con la del corto circuito, no habiendo ninguna relación entre ellas, pues mientras la magnitud de la primera está dada por el trabajo necesario por efectuar, la segunda es influenciada por la capacidad de los transformadores ó generadores de alimentación.

En el cálculo de la magnitud de la corriente de falla, se consideran todas las fuentes de corriente de corto circuito como son : Motores de Inducción, Motores Síncronos, Generadores, que son los que contribuyen a la magnitud de ella pudiendo involucrarse los motores en uno solo de determinada potencia, cuando en baja tensión, su capacidad es apreciable.

Unidades Generadoras: Al establecer un corto circuito en cualquier parte de la instalación , el generador ó generadores siguen manteniendo su tensión nominal aproximadamente, puesto que, la unidad que lo impulsa sigue manteniéndose activa, y la corriente de excitación sigue circulando de acuerdo con el regulador. Por lo que la corriente anormal fluye a través del generador y, aquella parte de la falla limitándose únicamente por la impedancia propia del generador y por la impedancia entre el generador y la falla.

En un generador la corriente va disminuyendo paulatinamente hasta llegar a un valor constante que corresponda a sus reactancias síncronas.

En lo que concierne a su aplicación en los interruptores y relevadores, las reactancias en un generador se consideran :

- a).- Reactancia Subtransitoria.
- b).- Reactancia Transitoria.
- c).- Reactancia Síncrona que influye en la aplicación de los relevadores.

Motores Síncronos : El suministro de la corriente de los motores síncronos se debe a que tiene un campo alimentado por corriente directa (excitación), y un estator por el cual circula corriente alterna.

Cuando existe una falla, la energía cinética en la carga y en el rotor impulsan al motor síncrono, en una forma similar a un generador; suministrando corriente a la falla.

La cantidad de corriente depende de la capacidad en caballos de potencia, de la tensión y de la reactancia del motor síncrono.

Motores de Inducción : La tensión inducida en el rotor por el campo giratorio del estator, cuando el motor está trabajando normalmente, produce una corriente circulante, cuyo circuito inductivo no puede desaparecer instantáneamente en el caso en que la tensión del estator falle; al haber un circuito corto el rotor actúa como campo inductivo, apareciendo una tensión en el estator.

También el impulso al motor es provocado -

por la energía cinética almacenada por el mismo y por la carga conectada.

La corriente suministradora por un motor de inducción desaparece en unos cuantos ciclos, por lo que la contribución de los motores de inducción no debe contarse al calcular la capacidad interruptiva de un interruptor, que abra sus contactos en 8 ciclos, pero si afecta el valor de la máxima corriente momentánea que el interruptor debe resistir mecánicamente antes de abrir sus contactos.

La magnitud de la corriente de corto circuito depende de la potencia, tensión, reactancia y, la reactancia del sistema entre el motor y el punto del circuito corto.

En la figura 1, se hace un análisis de la componente de las fuentes de suministro de corriente en el momento de ocurrir la falla y la corriente de corto circuito total.

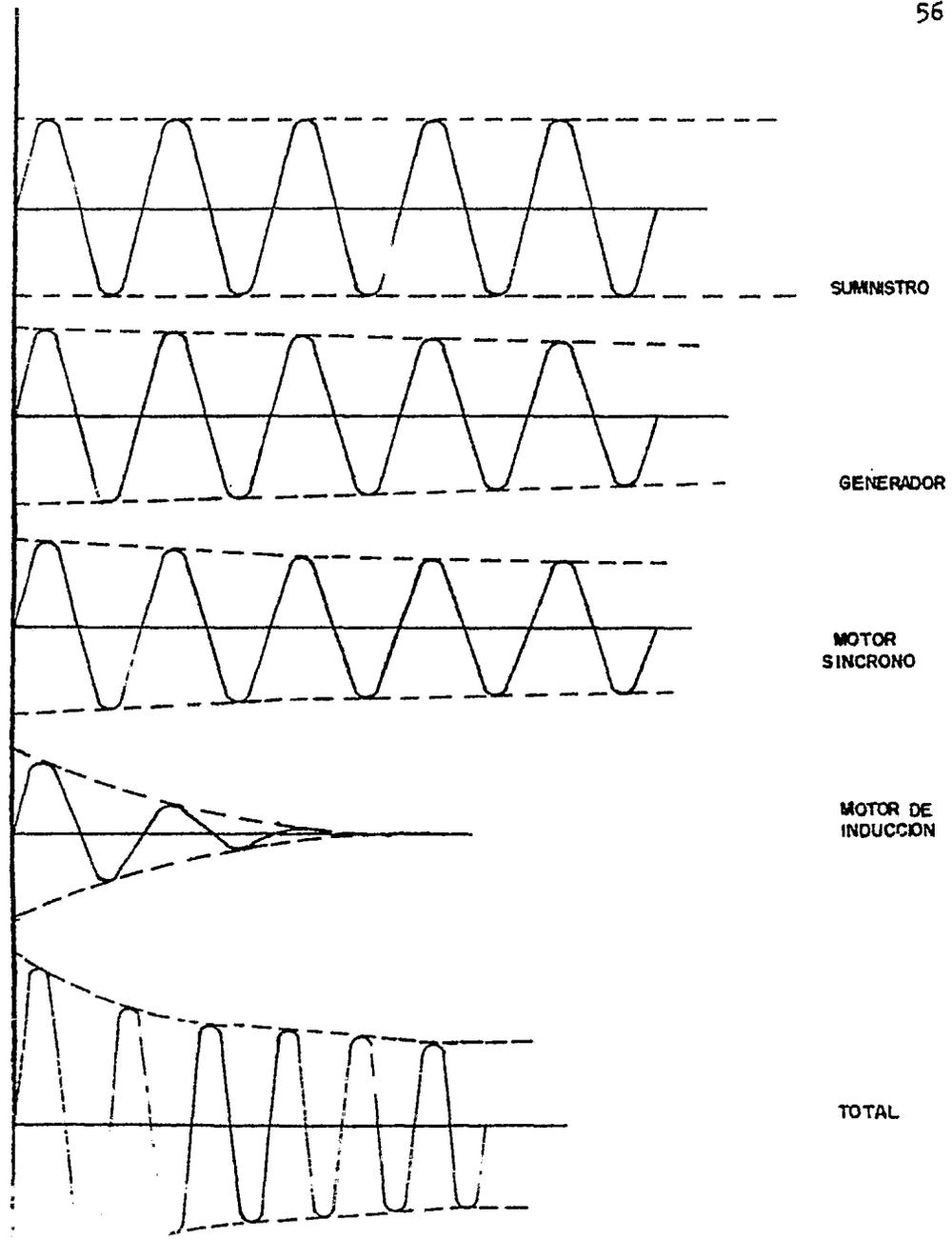


Fig. 1
SUMA TOTAL DE CORRIENTES
DE DIVERSAS FUENTES

V.4 Comportamiento de la Corriente de Corto C.

Cuando ocurre una corriente de corto circuito es establecido con baja impedancia, y la corriente consecuentemente se incrementa.

En el caso de un corto circuito franco, la impedancia es drásticamente reducida y la corriente se incrementa a un valor muy alto en fracción de un ciclo.

En la figura 2 representa un corto circuito simétrico, esto es, una corriente de corto circuito que tiene el mismo eje que la corriente normal, la cual fluye antes de que ocurra la falla.

Se produce un corto circuito simétrico bajo la condición de que el factor de potencia en el corto circuito es esencialmente cero, la falla debe ocurrir exactamente cuando el voltaje normal es máximo. Se considera que el voltaje del sistema permanece constantemente a través de los cambios de corriente.

La corriente de corto circuito total es hecha de todas las componentes de las fuentes conectadas al sistema (fig. 1).

La contribución de las máquinas rotativas va decreciendo, así que la corriente simétrica es máxima inicialmente, entonces decrece hasta un va-

lor de estado estable. Este decremento es conocido como el decremento de corriente alterna de la corriente de corto circuito.

La mayoría de la corriente de corto circuito no es simétrica, pero son repeticiones de la corriente normal para diversos ciclos. Si el factor de potencia es esencialmente cero hasta un valor de estado estable y el corto circuito ocurre en el punto cero de la onda de voltaje, la corriente comienza a elevarse arriba de cero, pero no puede seguir al eje de la corriente normal porque la corriente debe ir atrasada del voltaje 90° .

Sin embargo, la corriente es simétrica con respecto al nuevo eje, y es asimétrica con respecto al eje original.

La figura 3 ilustra la asimetría máxima posible.

La máxima asimetría ocurre si la falla comienza en voltaje cero y un tiempo de ángulo igual a $90^\circ + \theta$ (medido en grados del punto cero de la onda de voltaje), donde $\tan \theta$ es igual a la relación $\frac{X}{R}$ del circuito.

Un análisis de la onda de corriente asimétrica de una onda simétrica es que tienen igual espaciamiento pico a pico y un valor positivo de corriente que puede ser considerado como una componente de co

corriente directa.

La corriente asimétrica, por lo tanto, puede ser la suma de una corriente alterna (componente b) y una corriente directa (componente a).

Al instante de iniciar la falla (cero ciclos en la fig. 3), b es negativa y $a + b = 0$. A $\frac{1}{2}$ de ciclo , la componente de corriente alterna simétrica es cero y la corriente total es igual a la componente de corriente directa.

Alrededor de $\frac{1}{2}$ ciclo la corriente total es máxima, siendo la suma de la máxima componente positiva de corriente alterna y la componente de corriente directa. En seguida, la componente de corriente directa decrece a un valor cero (decremento de C.D.)

La corriente de corto circuito total es entonces afectada por ambos, un decremento de corriente alterna y corriente directa, antes de alcanzar su valor de estado estable.

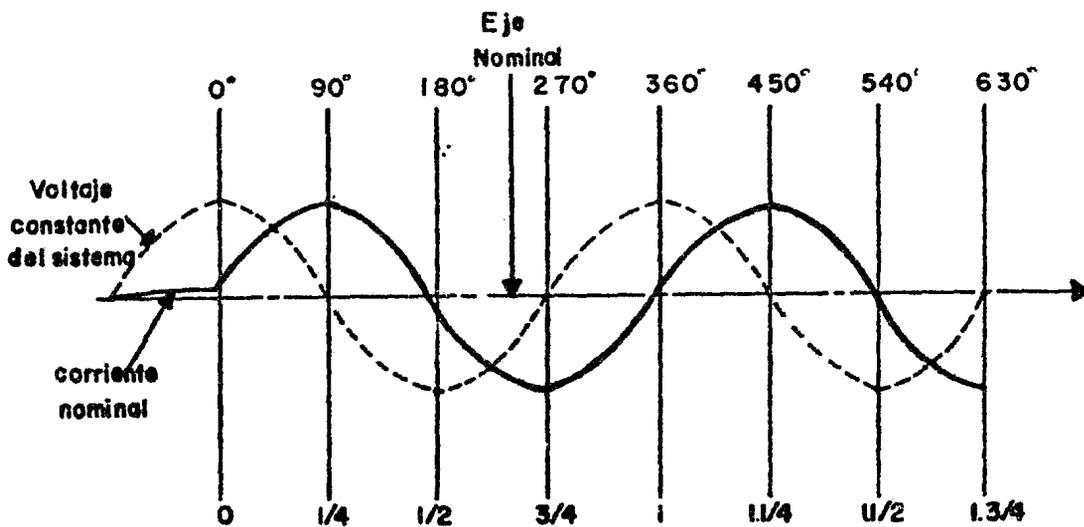


FIG.2 Onda de corriente de corto circuito

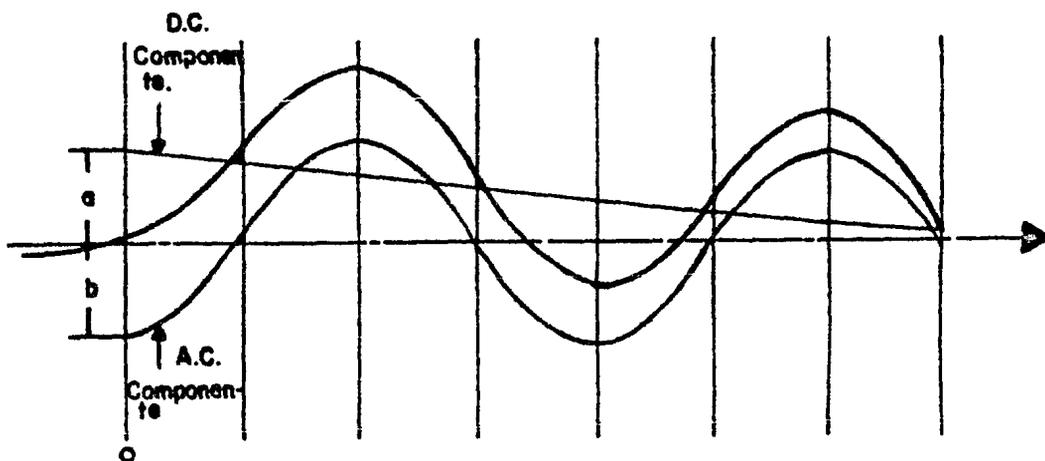


FIG.3 Análisis de Corriente Asimétrica

V.5 Conceptos de Corriente de Corto Circuito.

La tendencia en años recientes, ahora casi completa, es a basarse sobre el valor simétrico para seleccionar el equipo de protección.

Mientras que el concepto de valor simétrico fue aceptandose cada vez más, el tiempo de operación de los interruptores fue siendo reducido.

La mayoría de los dispositivos de protección, tienen su período de interrupción en los primeros ciclos y en el caso de fusibles limitadores de corriente, dentro del primer medio ciclo.

Las corrientes de corto circuito podrán calcularse en los siguientes tiempos recomendados.

- a).- El primer ciclo. Los valores máximos simétricos son siempre requeridos. Ellos son con frecuencia los únicos valores necesarios para sistemas de bajo voltaje y para fusibles en general.
- b).- De 1.5 a 4 ciclos. Los valores máximos son requeridos para aplicaciones de interruptores en alto voltaje.
- c).- Alrededor de 30 ciclos. En éstos se reduce la corriente de falla, son necesitados para estimar la función del relevador de retraso de tiempo y fusibles.

V.6 Cálculo de la Corriente de Corto Circuito.

Tradicionalmente han existido básicamente - tres métodos para determinar los valores de circuito corto : El método OHMICO, el método que emplea los KV por unidad y por último, el método más complejo pero mas exácto que es el de las componentes simétricas.

El método de los MVA'S conjuga a los dos primeros y los mejora al obtener resultados muy aproximados o idénticos en tiempos comparativamente menores, con esfuerzos mentales mínimos y con matemáticas simplificadas, siendo idóneo para nuestras instalaciones, debido a la flexibilidad para ubicar los puntos de falla en cualquier parte de nuestros diagramas. Además tiene ventajas de precisión y ahorro de tiempo para el calculista que tenga la problemática de seleccionar un equipo eléctrico o de aprobar un sistema en proyecto.

Descripción del Método de Los MVA'S.

Básicamente el método de los MVA'S, es una modificación del OHMICO, en el cual la impedancia de un circuito corto es la suma de las impedancias de todos los componentes del circuito.

Por definición, la admitancia es el recípro

co de la impedancia, tambien la admitancia o componente de un circuito es la máxima corriente de los KVA máximos a tension unitaria que pueden fluir a través de un circuito o componente a una falla, cuando se producen por una fuente de capacidad infinita.

Las siguientes expresiones son las representativas para el estudio de una falla en un sistema o componente de un circuito.

$$a).- \quad Y = \frac{1}{Z}$$

$$b).- \quad KVA_{acc} = 1\,000 \times (KV)^2 Y$$

$$c).- \quad MVA_{acc} = (KV)^2 Y$$

$$d).- \quad MVA_{acc} = \frac{MVA}{Z \text{ p.u.}}$$

En donde :

Y = Admitancia de un circuito.

Z = Impedancia en OHMS.

Z p.u. = Impedancia en por unidad.

KV = Tension entre fases.

KVA_{acc} = KVA de circuito corto.

MVA_{acc} = MVA de circuito corto.

MVA = MVA del sistema en su base.

Practicamente el método de MVA'S se utiliza separando las componentes de un sistema y calculando cada componente con Bus infinito.

Para llegar a ello hay que establecer las figuras básicamente y para lograrlo solo se requiere de aritmética.

Para iniciar el cálculo de circuito corto en éste sistema, es conveniente cambiar los valores dados en Kw ó HP a valores en KVA, e inmediatamente a MVA dividiendo entre 1 000. Estos datos son valores nominales.

Así por ejemplo, un motor con potencia nominal de 50 Hp y suponiendo un factor de potencia para diseño de 0.85, tenemos que:

$$KVA = \frac{Kw}{\cos \phi} \quad ; \quad HP \times 0.746 = Kw$$

$$KVA = \frac{HP \times 0.746}{\cos \phi}$$

Sustituyendo valores :

$$KVA = \frac{50 \times 0.746}{0.85} = 43.8 \text{ KVA}$$

Ahora pasando a MVA :

$$MVA = \frac{43.8 \text{ KVA}}{1\ 000} = 0.0438 \text{ (Valor nominal)}$$

En el caso del transformador de 500 KVA, equivalente a 0.5 MVA.

Lo importante en este punto es saber con que valor en MVA de circuito corto, coopera cada elemento componente del sistema. (Sólo motores).

Para determinar este valor se considera que los motores menores de 15 HP contribuyen con muy poca corriente de corto circuito, por lo cual para este cálculo se desprecian y sólo se considerará lo mas relevante.

- a).- Contribución del transformador de 500 KVA - de capacidad nominal y con una impedancia de 5.0 % :

$$\text{Capac. Nominal} = 0.5 \text{ MVA}$$

$$\text{MVAcc} = \frac{\text{MVA}}{\text{Z.p.u.}} = \frac{0.5}{0.050} = \frac{10.0}{1}$$

- b).- Contribución del motor mayor (26.8 HP) - considerando una reactancia propia subtransmisoria de $x'' = 0.2 \text{ p.u.}$ (para este tipo de motores fluctúa entre 0.17 a 0.2 p.u.) , tenemos :

$$\text{KVA} = \frac{\text{HP} \times 0.746}{\text{P.F.}} = \frac{26.8 \times 0.746}{0.85} = 23.5$$

$$MVA = \frac{23.5}{1\ 000} = 0.0235$$

$$MVAcc = \frac{0.0235}{0.2} = 0.117$$

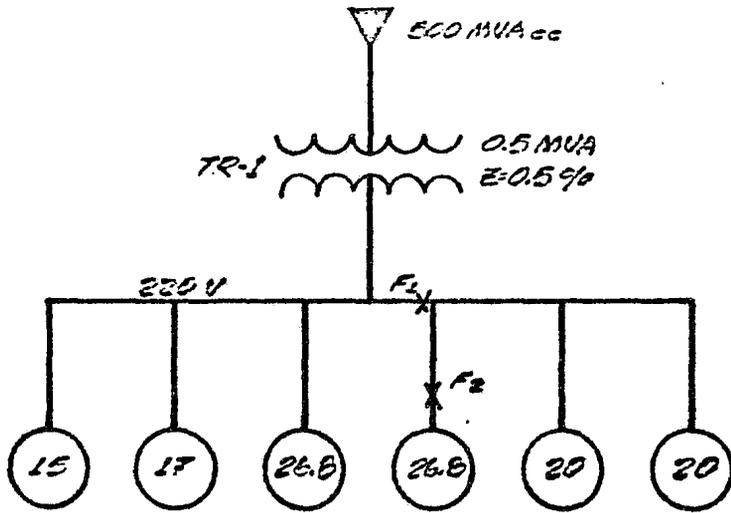
El siguiente paso es formar el diagrama de bloques con los valores obtenidos. Estos son los valores representativos de circuito corto en cada elemento.

Quedan representados también las líneas de llegada y las barras de distribución con los niveles de tensión asignados.

Teniendo este diagrama fundamental de bloques, solo queda seleccionar los puntos donde se requiere el valor de una supuesta falla de características simétricas, cuyo rango se determina canalizando hacia dicho punto todos los valores de corrientes de circuito corto.

Este diagrama queda representado en la figura 4, considerando las fallas F_1 y F_2 .

DIAGRAMA UNIFILAR REPRESENTATIVO DE UN SIST. RADIAL



EN DIAGRAMA DE BLOQUES

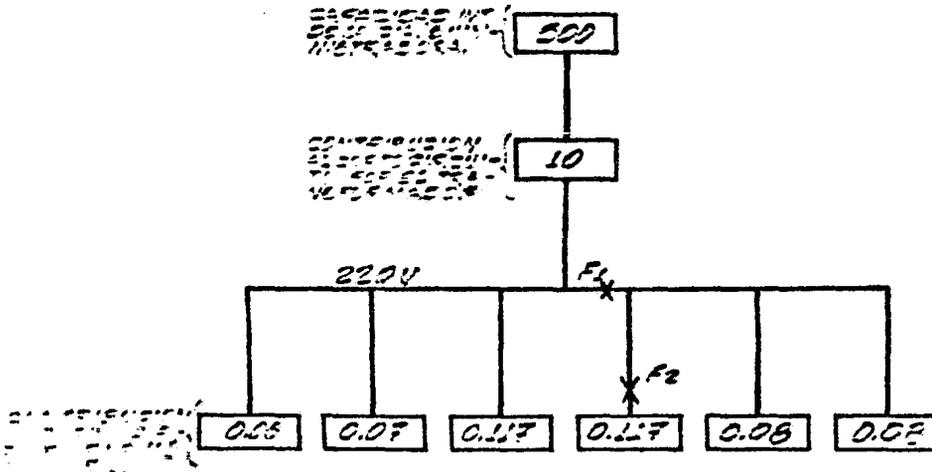


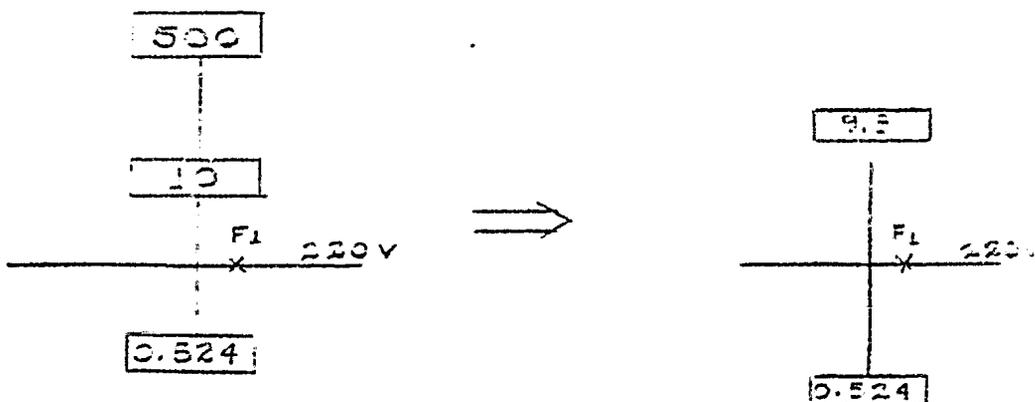
FIG. 4

Para reducir este diagrama de bloques se hacen las siguientes consideraciones :

- a).- Cuando se trata de conjuntos cuya disposición es conexión en paralelo, el resultado de un bloque equivalente, es la suma aritmética de ellos.
- b).- Cuando se trata de conjuntos cuya disposición es conexión en serie, se procede como si se tratara de resistencias en paralelo. De esta manera la contribución de los motores al corto circuito es :

$$0.06 + 0.07 + 0.117 + 0.117 + 0.08 + 0.08 = 0.524.$$

El diagrama de bloques simplificado es, considerando la falla en F_1 :



Los MVA de corto circuito (MVA_{cc}) en la falla F_1 es :

$$\text{MVA}_{cc} = 9.8 + 0.524 = 10.32$$

La corriente de corto circuito en F_1 es :

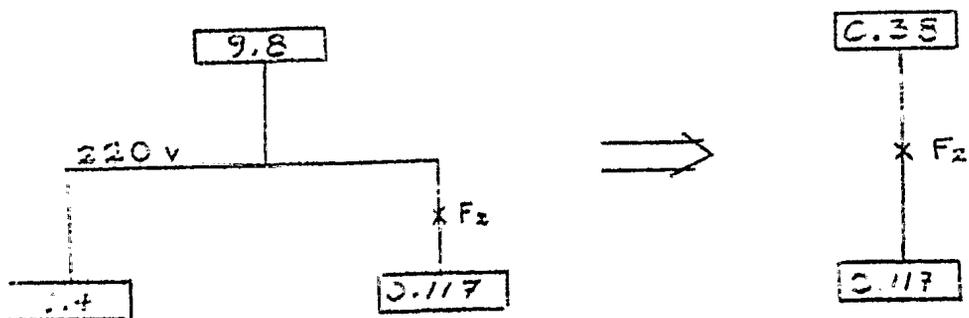
$$I_{cc_{F_1}} = \frac{\text{MVA}_{cc} \times 1000}{\sqrt{3} (\text{KV})} = \frac{10.32 \times 1000}{\sqrt{3} (0.22)} =$$

$$\underline{27,083.7 \text{ A. Sim.}}$$

Este valor de corriente de circuito corto, es en el punto F_1 , es decir, es el valor máximo de corriente de corto circuito que se puede presentar en el sistema de baja tensión. Ocurre en el bus de 220 V y en ese punto contribuyen, la compañía Suministradora, el transformador y los motores que componen el sistema.

Para analizar la falla en el punto F_2 , partimos de la figura 4, en donde está representado el diagrama unifilar en forma de diagrama de bloques.

Simplificando este diagrama, resulta :



$$MVA_{acc} = 0.38 + 0.117 = 0.497$$

$$I_{cc_{F_2}} = \frac{MVA_{acc} \times 1\,000}{\sqrt{3} \text{ KV}} = \frac{0.497 \times 1\,000}{\sqrt{3} (0.22)} =$$

1, 304.3 Amp. Sim.

Con los valores obtenidos en los puntos de falla F_1 y F_2 , observamos que el valor mayor de corriente de corto circuito, se representa en el bus de 220 V del tablero de distribución TDB-1, es decir, en F_1 . - Por este motivo, éste será el valor a considerar para la selección de los elementos de protección del sistema, también para el cálculo del sistema de tierras. (Capítulo No. VI).

C A P I T U L O V I

SISTEMA DE TIERRAS

VI.1 Introducción.

Este capítulo está encaminado a discutir el diseño del sistema de tierras requerido para la protección del personal y al equipo instalado en la subestación y en la planta en general, de algunas descargas peligrosas, mediante el control de nivel de los voltajes resultantes. Para la instalación de los diferentes dispositivos y el diseño de sistemas de tierras, es necesario llevar antes a efecto un estudio el cual debe de tener tres características primordiales que son : Economía, Calidad y Seguridad.

Uno de los aspectos principales para la protección contra sobretensión en las subestaciones, es la de disponer de una red de tierras adecuadas a la cual se conecta los neutros de los aparatos, los pararrayos, los cables de guarda, las estructuras metálicas, los tanques de los aparatos y toda aquella parte metálica que debe estar a potencial de tierra.

Varias de las razones fundamentales para la instalación de una red de tierras son las siguientes:

- a).- Para la protección del personal y del equipo instalado, de potenciales peligrosos.
- b).- Proveer un camino a tierra a una descarga eléctrica.

- c).- Facilitar un retardo para la limpieza de fa .
lla a tierra.
- d).- Estabilizar el potencial del circuito con -
respecto al de la tierra.

VI.2 Necesidad de la Red de Tierras.

La necesidad de contar con una red de tierras en la subestación, es de cumplir con las sig. funciones :

- a).- Proporcionar un circuito de muy baja impedancia para la circulación de las corrientes, ya sean debido a una falla de aislamiento ó a la operación de un apartarayos.
- b).- Evitar que durante la circulación de estas corrientes de tierra, puedan producirse diferencias de potencial entre distintos puntos de la subestación que puedan ser peligrosas para el personal.
- c).- Facilitar mediante sistemas de protección la eliminación de las fallas a tierra en los sistemas eléctricos.
- d).- Dar mayor confiabilidad y continuidad al servicio eléctrico.

VI.3 Fundamento para el Diseño de Redes de Tierras.

a).- Electrodo de Tierras.

Su principal función es hacer un contacto eléctrico efectivo entre la tierra física del sistema de tierras.

Los metales de casi cualquier clase ó construcción son buenos conductores por lo tanto pueden ser colocados en el suelo y usados como electrodos. Generalmente se utilizan varillas de cobre. La selección de materiales de los cuales se elaboran los electrodos, su forma, profundidad a la que están enterrados y su espaciamiento afecta su eficiencia y por lo tanto la economía del sistema de tierras.

b).- Red de Tierras.

Hay tres propósitos útiles para construir una red de tierras :

b1).- Interconectar los electrodos.

b2).- Formar una red u otro modelo para el control de los gradientes de potencial en la superficie de la tierra.

b3).- Para que por si mismos, servir como un sistema de electrodos.

La red de tierras se compone de todas las estructuras metálicas enterradas que son eléctricamente

continuas y están conectadas al equipo aterrizado. - Así cuando se calcule la resistencia de la red de tierras, se considera los conductores y los electrodos.

c).- Homogenidad del Suelo.

Los caminos tomados por la corriente en el suelo, dependen de la homogenidad de éste. Los suelos rara vez son homogéneos por lo que prácticamente es imposible predecir su variación de una área a la siguiente. La homogenidad deberá suponerse basada en la composición promedio del suelo.

d).- Distribución de la Corriente.

Dado que la densidad de la corriente en suelos homogéneos tenderá a ser uniforme, se puede suponer que cada circulación de corriente, viaja en un electrodo con una dirección perpendicular superficie.

Las superficies de contacto entre el electrodo y el suelo son los puntos mas críticos en esta parte del sistema de tierras, por lo tanto, puede existir mal contacto, compactación ligera, suelo seco, mala conductividad, etc.

e).- Circulación de Corriente en Los Conductores de tierra.

En un sistema de tierra el circuito está construido de muchos conductores interconectados en numerosos puntos, las corrientes a tierra tienen alternativas de circulación a tierra, si no hay interferencia, las corrientes se dividirán uniformemente entre todos los conductores, sin embargo, la frecuencia de la corriente, la proximidad de los conductores cercanos conduciendo corriente, los materiales de los cuales los conductores y objetos metálicos adyacentes están hechos y las impedancias de los elementos por los cuales circula la corriente a tierra influyen en la ruta que ésta tomará.

f).- Resistividad del Suelo.

Se determina por la textura o tamaño de la partícula, contenido químico (sales solubles) y humedad.

La función principal de la humedad es disolver las sales solubles de tal modo que disminuya la resistividad del suelo; ésta también disminuye con un incremento de la temperatura.

g).- Efectos de la Resistencia de Tierra.

Todos los suelos ofrecen resistencia al flujo de la electricidad, lo cual, entre otras cosas, es proporcional a la resistividad del suelo mismo. La resistencia de la tierra causa una elevación de potencial por encima del potencial normal de tierra, cuando circu

lan corrientes a través del suelo.

Cuando la corriente a tierra fluye y se establece un potencial en los conductores del sistema de tierras, también se establece un gradiente de potencial a través de la superficie de la tierra que puede ser peligroso si no se controla. Este gradiente de potencial es debido a la disminución de la resistencia por unidad de longitud, cuando la distancia del conductor enterrado aumenta.

h).- Gradientes de Potencial.

Estos son de efectos más peligrosos de flujo de la corriente de tierra.

Con respecto a los humanos y animales, los peligros se establecen de forma de diferencias de potencial entre los pies cuando esta caminando (" Potenciales de paso ") ó entre una mano y los pies cuando se está tocando un objeto aterrizado (" Potencial de Contacto "), ó potenciales transferidos fuera del área por medio de tuberías enterradas, blindajes de cables, etc., (" Potenciales Transferidos ").

VI.4 Factores Considerados en el Diseño de la Red de Tierras.

a).- Características del Terreno.

Para determinar éstas normalmente se obtienen muestras hasta una profundidad razonable que pueda permitir juzgar la homogeneidad y condiciones de humedad o nivel de aguas freáticas. Para determinar la resistividad eléctrica, es conveniente hacer mediciones con métodos y aparatos aceptados para estos fines. Estas deben incluir datos sobre temperatura y condiciones de humedad en el momento de efectuarlas, tipo de terreno, profundidad de la medición y concentraciones de sales en el suelo.

La siguiente tabla da una idea de los valores medidos de la resistividad.

Tipo de Terreno	Resistividad en OHMS - METRO
tierra orgánica mojada	10
tierra húmeda	10^2
tierra seca	10^3
roca sólida	10^4

El contenido de sales, ácidos o álcalis, afecta en forma muy apreciable la resistividad abatiendo

dola. Esta depende fuertemente del contenido de hum
dad.

La temperatura tambien ejerce una influencia apreciable sobre la resistividad del terreno, a menos de 0°C, la resistividad crece bruscamente y a mayores temperaturas, ésta decrece excepto al llegar al punto de ebullición del agua que rodea el electrodo por el cual pasa una corriente muy intensa, resultando entonces resistividades elevadas, debido a la evapora
ción de la humedad.

b).- Corrientes Máximas de Circuito Corto a Tierra.

Para determinar el valor correcto de la co -
rriente de falla a tierra, utilizando en el cálculo -
del sistema de tierras, se necesita :

b.1).- Determinar el tipo de falla posible a tierra que produzca el máximo flujo de corriente entre la ma
lla del siguiente sistema de tierras y la tierra adya
cente y por lo tanto su mayor elevación de potencial y los mayores gradientes locales en el área de la su-
bestación.

b.2).- Determinar por cómputo o por analizadores el máximo valor efectivo de la corriente simétrica de fa
lla a tierra, entre la malla de tierras y la tierra -
circundante en el instante de iniciarse la falla.

Tipos de Fallas a Tierra, básicamente son dos:

- Falla monofásica a tierra.
- Falla polifásica a tierra.

c).- Efecto de la Resistencia del Sistema de Tierras.

En la mayoría de los casos, basta con calcular la corriente de falla a tierra despreciando las resistencias. Sin embargo, pueden presentarse casos en donde la resistencia predicha del sistema de tierras, sea muy alta comparada con la resistencia del sistema que obliga a tomarla en cuenta.

De acuerdo a las observaciones realizadas en campo, el terreno donde se encuentra localizada la planta farmacéutica, es del tipo orgánico húmedo por lo que tomando en cuenta estos factores y que no se cuenta con el valor exacto de resistividad en el terreno tomaremos como base : terreno orgánico húmedo = $10\Omega\text{-m}$, para nuestros cálculos.

VI.5 Datos para el Diseño Preliminar.

- a).- Resistividad del terreno natural : = 10Ω - m.
- b).- Resistividad del terreno en la superficie (con creto armado): = $1\ 000 \Omega$ - m.
- c).- Corriente máxima de corto circuito: $I_{cc} = 27,083.7$ A Simétricos. Este valor resulto del estudio de corto circuito, cap. V.
- d).- Factor de Decremento para un tiempo de apertura del Interruptor (t) de 0.5 seg. = 1.0
- e).- Factor de crecimiento del sistema = 1.0

La corriente de corto circuito máximo con los factores de decremento y crecimiento aplicado será:

$$I_{cc} = 27,083.7 \times 1.0 \times 1.0 = 27,083.7 \text{ A}$$

Para seleccionar el conductor de cobre adecuado, se utiliza la ecuación ONDERNOK :

$$I_{cc} = A \sqrt{\frac{\log_{10} \frac{T_m - T_a}{234 + T_a} + 1}{33 t}}$$

donde :

I_{cc} = Corriente de falla.

T_m = Temperatura de fusión del cobre (con juntas soldadas)

T_a = Temperatura ambiente.

A = Sección del conductor.

t = Tiempo durante el cual circulará la co -

riente.

Para nuestro caso :

$$I_{cc} = 27,083.7 \text{ A}$$

$$T_m = 450^\circ \text{C} \text{ (temp. de fusión de la soldadura de latón)}.$$

$$T_a = 40^\circ \text{C}$$

$$t = 0.5 \text{ seg.}$$

Sustituyendo valores :

$$27,083.7 = A \sqrt{\frac{\log_{10} \frac{450 - 40}{234 + 40} + 1}{33 (0.5)}}$$

$$= A \sqrt{\frac{\log_{10} 2.496}{16.5}}$$

$$A = - \frac{27,083.7}{0.155} = 174,733.5 \text{ CM}$$

$$A = 174.7 \text{ M C M}$$

De acuerdo a las tablas de características de los conductores de cobre esta área corresponde a un conductor # 4/0 AWG, con una sección transversal de 107.2 mm² y un diámetro de cable de 13.2 mm .

Para obtener un voltaje de malla dentro de los

límites de seguridad, se requiere que la malla tenga por lo menos la longitud calculada por la siguiente ecuación:

$$L = \frac{(K_m) (K_i) (\varphi) (I) \sqrt{t}}{116 + 0.17 (\varphi_s)}$$

En esta ecuación, K_m = coeficiente que toma en cuenta el efecto del número de conductores paralelos (n) en la malla, el espaciamiento (D) de los mismos, el diametro del conductor (d) y la profundidad del enterramiento (h) de los mismos. Este valor está dado por :

$$K_m = \frac{1}{2\pi} \ln \frac{D^2}{16hd} + \frac{1}{\pi} \ln \left[\frac{3}{4} \cdot \frac{5}{6} \cdot \frac{7}{8} \dots \text{etc.} \right]$$

El número de factores dentro del paréntesis es de dos menos que el número de conductores paralelos (n) de la malla, excluyendo las conexiones transversales.

K_i = factor de corrección por irregularidad de la no uniformidad del flujo de corriente de falla en diferentes partes de la red. Este factor se calcula con la fórmula :

$$K_i = 0.65 + 0.172 n$$

Para calcular K_m :

$$K_m = \frac{1}{27\pi} \frac{\ln \frac{2^2}{(16)(0.6)(0.013)}}{1} + \frac{1}{\pi} \ln \left[\frac{\overbrace{3 \cdot 5}^{n-2}}{4 \cdot 6} \right]$$

En esta ecuación se consideró a D como el espaciamiento mas grande entre los cables de la red (mts); h como la profundidad a que se entierran los cables (mts) y d es el diámetro del conductor (mts).

De esta manera nos resulta :

$$K_m = \frac{1}{27\pi} \ln 32.05 + \frac{1}{\pi} \ln \frac{15}{24}$$

$$K_m = \frac{1}{27\pi} (3.46) + \frac{1}{\pi} (-0.47)$$

$$K_m = 0.55 - 0.149 = 0.4$$

Coefficiente K_i :

$$K_i = 0.65 + 0.172n = 0.65 + 0.172(4) = 1.3$$

Por lo que la longitud mínima será :

$$L = \frac{(0.4) (1.3) (10) (27,083.7) \sqrt{0.5}}{116 + 0.17 (1\ 000)}$$

$$L = \frac{99685.5}{286} = 348.2 \text{ mts.}$$

Esta es la longitud mínima que debe de tener la malla para ser aceptable con respecto al voltaje de caída.

Para calcular el número de varillas de tierra en

la red, se utiliza la ecuación de Schwarz :

$$R = \frac{\rho}{2 nLv\pi} \left[\text{Ln} \frac{4 Lv}{b} - 1 + \frac{2KiLv}{\sqrt{A}} (\sqrt{n} - 1)^2 \right]$$

Cuando el espaciamento entre varillas es mayor que la longitud de la varilla, los ultimos términos pueden despreciarse de tal forma que la ecuación simplificada es :

$$R = \frac{\rho}{2 nLv\pi} \left[\text{Ln} \frac{4 Lv}{b} - 1 \right]$$

Donde :

R = resistencia del grupo de varillas, en ohms.

ρ = resistividad del terreno, en Ω -m .

Lv = longitud de la varilla, en metros .

b = diámetro de la varilla, en metros .

n = número de varillas .

Despejando n de la ecuación tenemos :

$$n = \frac{\rho}{2 RLv\pi} \left[\text{Ln} \frac{4 Lv}{b} - 1 \right]$$

Considerando la resistencia del grupo de vari -

lias igual a 0.3Ω , obtenemos :

$$n = \frac{10}{(2)(3.1416)(0.3)(3)} \left[\ln \frac{(4)(3)}{0.0159} - 1 \right]$$

$$n = 11.7$$

De acuerdo a este valor se emplearán 12 varillas Copperweld de $5/8$ " ϕ X 3m de longitud.

Con los valores obtenidos, resulta el plano del sistema de tierras. (Plano No. IE-6).

C A P I T U L O V I I

SUBESTACION ELECTRICA COMPACTA

VII.1 Introducción.

La tendencia actual de la compañía suministradora, es la de uniformizar la tensión de suministro en las áreas de utilización, para eso, ha renovado y modernizado sus equipos de transmisión, distribución y transformación. Debido a la magnitud de los aumentos de la densidad de carga, se ha adoptado la tensión de suministro de 23 KV, como la adecuada en la zona de nuestro estudio.

De la misma manera, en el medio industrial-moderno, el diseño de las mismas, se orienta hacia centralizar el equipo de recepción, transformación y distribución en baja tensión de la energía eléctrica. Para así obtener el nivel de tensión adecuado para su utilización en cada fábrica, de acuerdo a las características de las cargas eléctricas que se van a alimentar y a un estudio técnico económico.

Cuando se tiene un proceso industrial que para llevarse a efecto requiera de varios motores, la idea actual es que todas las combinaciones de arrancadores e interruptores termomagnéticos sean alojadas en un solo gabinete, conocido como Centro de Control de Motores.

Lo anterior es con el fin de tener una instalacion mas compacta, segura, de fácil instalacion y mantenimiento.

VII.2 Selección del Centro de Carga para la Transformacion.

Para la subestacion eléctrica de nuestro estudio, hemos escogido unidades transformadoras de energía eléctrica del Tipo Centro de Carga, ya que representa el propósito de estandarización en el equipo, para los varios tipos de aplicación, considerados en el rango industrial tipo medio. En este tipo de subestaciones se logra cualquiera de los siguientes objetivos :

- a).- Intercambiabilidad (Mayor adaptabilidad)
- b).- Reduccion del tipo y tamaño (compacta instalacion)
- c).- Establecimiento de un márgen de calidad y seguridad
- d).- Excelente presentacion
- e).- Mantenimiento simplificado y facilidad para ampliar los servicios.

La tendencia de toda industria moderna, hoy en día, es la de centralizar todo el equipo de distribución y de control de motores.

Las instalaciones eléctricas dentro de las industrias modernas exigen mucho más que un buen diseño de sus componentes : La demanda de equipo de mejor presentación, que fomente mejores condiciones de trabajo y esto aunado a las condiciones que deben de prevalecer en laboratorios farmacéuticos, es decir, clínicamente limpios.

VII.3 Componentes para el Centro de Carga.

a).- Gabinetes. Los gabinetes son las cargas metálicas que tienen por objeto montar los aparatos de control y protección de varios motores e interruptores, guardarlos contra golpes accidentales, de hacer uso indebido y del medio ambiente. Son de dos tipos : para un uso interior en edificios protegidos de la lluvia, la humedad ó cualquier agente físico que lo perjudique; para uso exterior ó a la intemperie, expuestos a la lluvia, al sol, al polvo y a golpes ocasionales.

b).- Arrancadores. Un arrancador es un aparato que conecta y desconecta eléctricamente repetidas veces un motor eléctrico, además lo protege de sobrecargas ó de una falla en las líneas que lo perjudique.

El arrancador se compone de dos partes principales : un contactor y un relevador. El contactor magnético es la parte que efectúa, por medios electromagnéticos, la conexión ó desconexión y el relevador, que generalmente es térmico, es la parte que protege al motor de sobrecargas ó falta en la continuidad e-

léctrica de la línea.

En la mayoría de las plantas industriales se usa el arrancador para conectar los motores, se usan de inducción o síncronos a tensión plena, la capacidad nominal del arrancador debe ser tal que pueda interrumpir la corriente cuando el rotor del motor este bloqueado.

De tal manera, que un arrancador debe especificarse con dos datos : la corriente máxima que puede soportar durante 8 horas y la capacidad del motor que puede manejar en H.P. La NEMA (National Electric Manufactures Association de E.U.A.) establece las capacidades indicadas en la tabla A.

TABLA A

Tamaño NEMA	Amperes 8 Horas	H.P. Max. Motores Trifásicos	
		220 v	440 v
00	—	1 ½	2
0	15	3	5
1	25	7 ½	10
2	50	15	25
3	100	30	50
4	150	50	100
5	300	100	200

c).- Interruptores. Los interruptores en combinacion con los arrancadores constituyen un conjunto completo de control y proteccion de un motor. El interruptor tiene como funcion, - dar energía al circuito ó retirarla en caso de avería en el arrancador o en el motor, - proteger al arrancador y las líneas conductoras que alimentan de energía eléctrica del arrancador al motor, por sobrecarga excesiva ó por corto circuito.

En los centros de control de motores modernos y centros de distribucion de energía en baja tension, los interruptores mas usuales son los de tipo termomagnético, tanto por su alta capacidad interruptiva como por su eficiencia de operacion y su pequeño tamaño que permite acomodarse facilmente en sus compartimientos.

Estos se utilizan en el gabinete de distribucion en baja tension de la Subestacion Compacta de nuestro estudio.

d).- Aparatos de Control. Tienen por objeto poner en operacion los arrancadores a través de los circuitos que generalmente son de tension y corrientes bajas para preservar los mismos aparatos y proteger a los operarios.

Estos aparatos de control pueden ser operados manualmente o automáticamente por diferentes condiciones prefijadas de nivel de líquidos , presión, temperatura, posición, velocidad u otras muchas indicaciones mecánicas, eléctricas, químicas, etc.

Entre los más utilizados se tienen los Botones de Control, son indispensables para el control magnético manual de los motores. Pueden clasificarse por su función, como de contacto momentáneo y de contacto permanente. Por su capacidad como de uso normal y de uso rudo.

También se utilizan los Selectores, sirven para seleccionar un circuito de control previamente a la operación del motor, por ejemplo de operación manual u operación automática. Se clasifican por su función como de contacto momentáneo ó sostenido y por su capacidad como de uso normal ó rudo.

Otro aparato de control importante son los Pilotos, es decir, focos luminosos que se encienden para indicar en un centro de control, tablero de control ó en algun otro lugar, la marcha de un motor, proceso, nivel, presión o cualquier otra situación que convenga ser conocida por el operario.

VII.4 Transformador Trifásico.

En el proyecto en estudio se va a utilizar un transformador con devanado trifásico, el cual nos trae como consecuencia una serie de ventajas técnicas, como son :

- a).- Su conexión requiere de menor cantidad de equipo auxiliar.
- b).- En capacidades altas y medianas que requieren continuidad en el servicio, es recomendable este tipo de transformadores.
- c).- Ciertamente que una falla en el alimentador principal ó en el transformador, indudablemente que interrumpe el servicio o abastecimiento de la energía, hasta que se conecte otro transformador en su lugar, sin embargo, en transformadores hoy en día son tan seguros que, generalmente, no estaría justificada alguna inversión adicional para evitar una interrupción del servicio que, probablemente, no ha de ocurrir una vez siquiera en toda la vida de la subestación.

De acuerdo a las consideraciones tomadas en este capítulo, se hace el arreglo del equipo de recep-

cion de la energía eléctrica, transformacion y distribucion en baja tension, mostrado en el plano Subestacion Eléctrica Compacta (N^o. IE - 4).

C A P I T U L O V I I I

CONCURSO No. IE -01. INSTALACION ELECTRICA TOTAL

Obra : Instalacion Eléctrica Total de la Planta de Productos Farmacéuticos Ritcher S.A. (América).

CONCURSO No. IE - 01

VIII.1 Condiciones Generales.

a).- Documentos que se entregan a los concursantes para formalizar la proposicion :

- 1.- Condiciones de concurso.
- 2.- Catálogo de conceptos de especificaciones.
- 3.- Planos.

Todos estos documentos deberán leerse detenidamente de tal manera que se quede totalmente enterado de su contenido.

b).- Integracion de la proposicion :

La proposicion deberá contener los siguientes documentos :

- 1.- Condiciones generales
- 2.- Catálogo de conceptos
- 3.- Análisis de precios unitarios
- 4.- Programa de trabajo

- 5.- Planos
- 6.- Propuesta económica
- 7.- Constancia de visita al sitio de la obra
- 8.- Especificaciones de la obra

Todos estos documentos deberán ser firmados en cada una de sus partes por el representante legal de la concursante.

VIII.2 Catálogo de Conceptos.

Este listado debera ser llenado con los precios unitarios que los concursantes obtengan de sus análisis en funcion de las especificaciones que se entregan, para así multiplicandose por las cantidades de obra indicadas para cada concepto, se obtenga un importe que sumados de la expresion del monto total de los trabajos a ejecutar.

Nota : Los concursantes deberán revisar las cantidades de obra indicadas y de encontrar diferencias o faltantes, deberán cotizarlos por separado.

VIII.3 Análisis de Precios Unitarios.

Los concursantes entregarán los análisis de precios unitarios de todos los conceptos que se cotizen.

Se entiende por precio unitario, la canti - dad o monto específico para cada partida o concepto de obra del catálogo de conceptos. Este monto debe- incluir en forma enunciativa, los siguientes concep- tos formantes del precio unitario, mismos que se analizarán detalladamente.

- a).- Materiales
 - b).- Mano de obra
 - c).- Equipo
 - d).- Otros
 - e).- Indirectos y utilidad
-
- a).- Materiales. Se deberá incluir los siguien- tes :
 - Costo de adquisicion
 - Fletes de lugar de fabricacion hasta la obra
 - Mermas y/o desperdicios
 - b).- Mano de obra. Se deberá incluir lo siguiente :

- Sueldos sindicales
- Prestaciones de ley (IMSS, ISPT, INFONAVIT, horas extras, etc.)
- Cargo proporcional por vigilancia (sobrestantes, cabos, etc.)
- Se hace mención que el sindicato de trabajadores, deberá ser el sindicato único de los trabajadores para la industria de la construcción del D.F.

c).- Equipo. Se deberá incluir lo siguiente :

- Rentas o amortización
- Combustibles
- Lubricantes
- Reparaciones menores y mayores
- Costos de traslado
- Seguros, etc.
- Así mismo, deberán presentar un programa de utilización de equipo, indicando las características del mismo.

d).- Otros. Se debe incluir todo aquello necesario para la ejecución y realización del concepto enunciado, aunque específicamente no se mencione.

La intención de estos precios unitarios es incluir en los mismos todo lo necesario para la

ejecucion propuesta.

Los detalles que no hayan sido ilustrados o las especificaciones que se hayan omitido o no enumerado, pero que sean necesarios para la adecuada terminacion del concepto, se deberán incluir en dicho análisis, ya que se le exigira a " La contratista ", que realice total e integramente dichas partidas o conceptos de acuerdo a su precio unitario - propuesto.

No se aceptarán análisis que como costo directo indiquen sub-contratos.

- e).- Indirectos y utilidad. Todos los conceptos que aplicados proporcionalmente se retribuyan a " La contratista " por gastos de administracion central, instalaciones adicionales, omisiones ó por falta de prevision.

VIII.4 Programa de Trabajo.

Cada concursante elaborará un programa de obra por semana lo mas detallado que sea posible, se hace mension al hecho de que la obras eléctricas, materia de este concurso, deberán estar totalmente terminadas y en tregadas para su uso y ocupacion, en el tiempo que sea establecido.

VIII.5 Planos de la Obra.

Estos documentos deberán regresarse debidamente firmados por el representante legal de la concursante.

("La contratista" seleccionada deberá elaborar los planos de taller que se requieran).

VIII.6 Propuesta Económica.

En el papel membretado de la concursante, deberá indicarse claramente con numero y letra, el importe total de los trabajos, objeto de este concurso.

VIII.7 Explicacion del Proyecto.

En la sala de juntas de la planta Ritcher - S.A. (América) situada en las oficinas provisionales de la misma, se llevará a cabo la explicacion del proyecto que se pretende construir.

a).- Entrega de la Proposicion.

Las proposiciones se presentarán en sobre lacrado, el dia posteriormente fijado, en el departamento de la organizacion y estudios administrativos, de la compañía.

b).- Tipo de Contratacion.

1.- La contratacion de esta construccion será a precio alzado y en el tiempo determinada.

La forma de pago de Ritcher S.A. (América), propone :

a).- Un anticipo del 30% del monto total de la obra por ejecutar.

b).- Estimaciones quincenales de avance.

2.- El concursante seleccionado deberá entregar los siguientes documentos.

a).- Una fianza para garantizar la correcta aplicacion del anticipo.

b).- Una fianza igual al 10% del monto total, para garantizar la calidad de la obra que se llegara a contratar, que será entregada en la fecha de entrega y aceptación de la obra y permanecerá en vigor, hasta un año después. Las instalaciones provisionales serán por cuenta de "La contratista".

3.- Aclaraciones. Todas las dudas y preguntas que surjan en el lapso de cotización con motivo de la interpretación de documentos que se anexan, podrán ser aclarados, siguiendo el procedimiento que a continuación se detalla :

a).- Dudas Técnicas.

Comunicarse con el Ingeniero residente de la Obra dándole una lista de las dudas y preguntas a que haya lugar.

b).- El citado Ingeniero concertará en ese momento, una cita para aclarar las dudas anteriormente citadas.

c).- Dudas Administrativas.

Siguiendo el anterior procedimiento, solo que dirigiéndose con el gerente administrativo.

RITCHER S.A. (América), agradece a todos los concursantes, su colaboracion y su buena disposicion para la realizaci3n de este trabajo, sus cotizaciones se r3n apreciadas y calificadas con apego a los principios establecidos y aceptados por los participantes.

A T E N T A M E N T E

DPTO. ORG. Y EST. ADMINISTRATIVOS.

RITCHER S.A. (AMERICA)

C A P I T U L O I X

CONCLUSIONES

IX Conclusiones.

Siendo el sector industrial el mas dinámico en la economía Mexicana, se pretende aumentar la eficiencia en los procesos de producción, con el fin de elevar el nivel de calidad y abatir los costos de producción.

Cuando una industria está en la fase de di seño del proyecto, los criterios y especificaciones del mismo deben de ir encaminados hacia lo óptimo , en su etapa primaria. Posteriormente se harán algu nos movimientos de ajuste, originados por decisiones administrativas y financieras. Existiendo una interrelacion entre lo funcional y lo económico, el diseño del proyecto se encaminará a encontrar el punto óptimo, cumpliendo con las características mí ni mas de seguridad, confiabilidad y productibili -- dad, a un costo razonablemente económico.

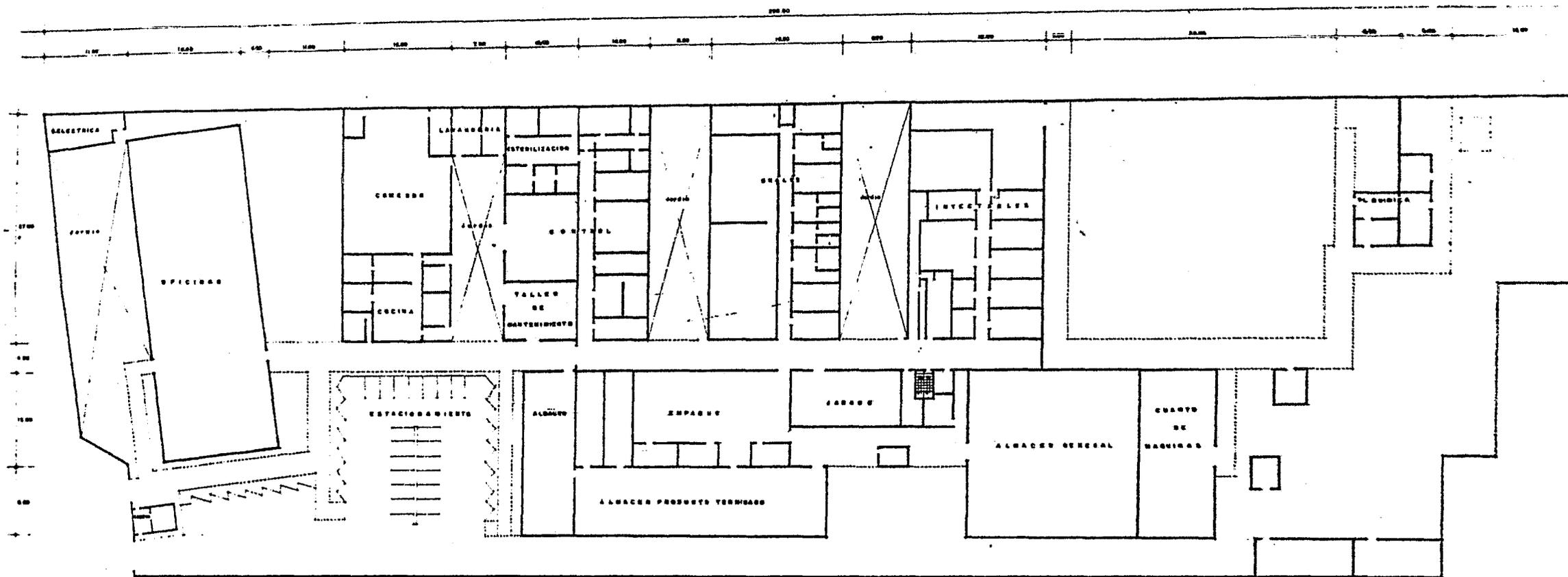
Con el incremento de la demanda de la ener gia eléctrica en el sector industrial, se ha tenido la necesidad de aumentar la capacidad de la fuente de suministro, aunando con la importancia de proteger contra las inevitables fallas al equipo y los circuitos de los sistemas de distribucion y utiliza cion, ya que aún el mejor diseño esta sujeto a cor-

tos circuitos que originan intensidades de corriente elevadas, debiendo operar los dispositivos de protección de sobrecorriente con seguridad y rapidez, reduciendo así al mínimo las inevitables interrupciones en la producción y operaciones de la planta, además de asegurar la continuidad del servicio.

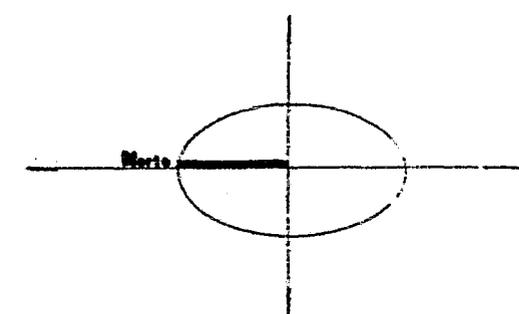
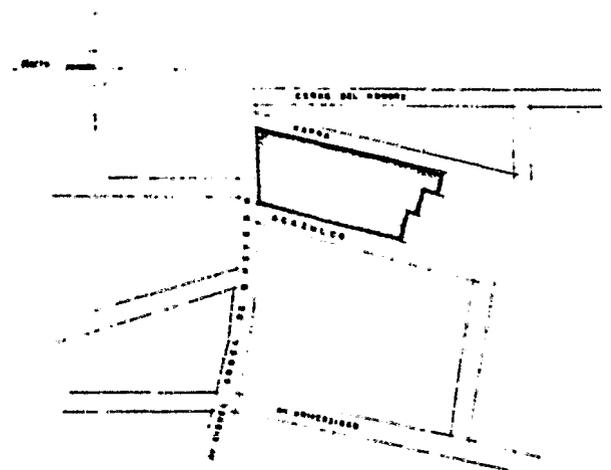
Una interrupcion en el servicio de energia eléctrica afecta de diferente manera a diferentes tipos de industria, en nuestro caso, puede ocasionar pérdida de material procesivo y un posible daño en el equipo, de igual manera son afectadas refinerías, plantas de procesamiento y textiles, con grandes repercusiones desde el punto de vista económico. La tendencia actual de la compañía suministradora de energia eléctrica y del sector industrial moderno, se orienta hacia centralizar el equipo de recepción, transformación y distribución en baja tensión, con el objetivo de compactar el equipo eléctrico, ahorrando espacio y facilitando tanto la instalación como el mantenimiento.

LISTA DE PLANOS ELECTRICOS.

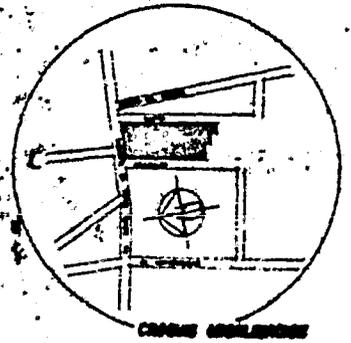
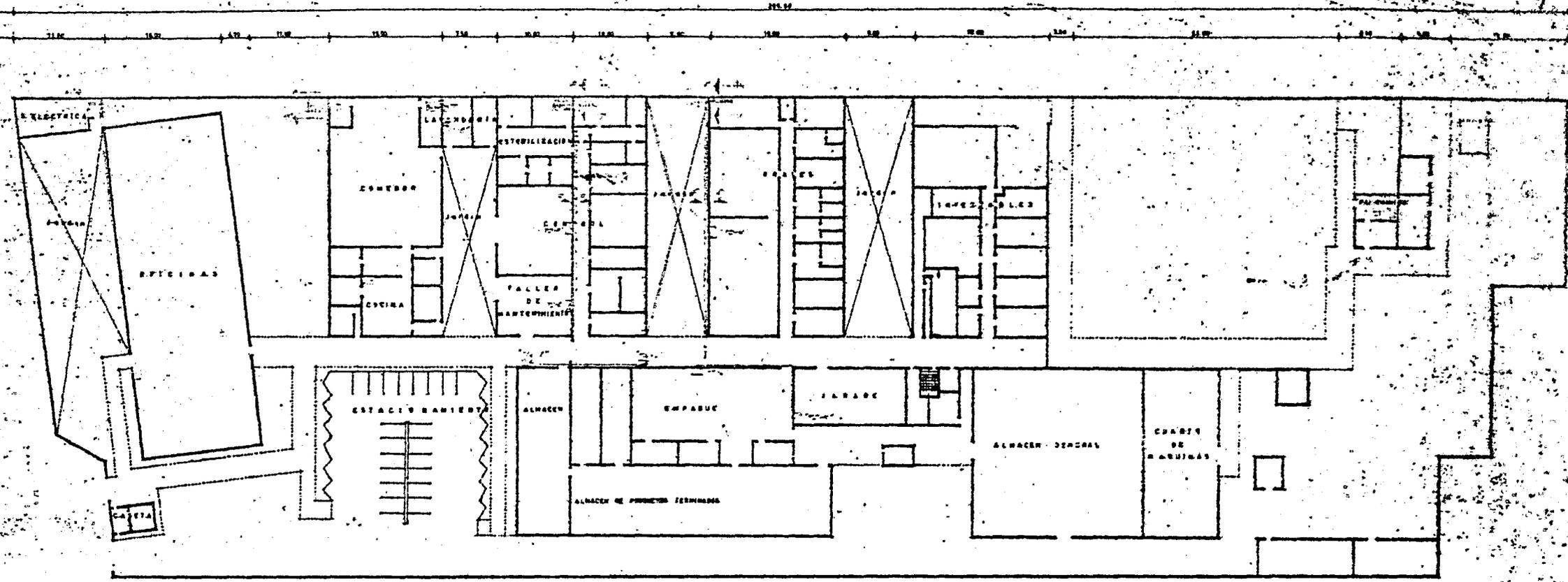
- IE -1 Planta de conjunto .
- IE -2 Diagrama unifilar general .
- IE -3 Localizacion de alimentadores y distribución de fuerza 220 V a tableros.
- IE -4 Subestación eléctrica compacta . Arreglo de equipo.
- IE -5 Alumbrado exterior. Planta general.
- IE -6 Sistema general de tierras
- IE -7 Distribucion de alumbrado de oficinas y subestacion eléctrica.
- IE -8 Distribucion de alumbrado. Departamentos de producción.
- IE -9 Suministro en 23 Kv por C.F.E.
- PA -1 Símbolos generales
- PA -2 Detalles de montaje alumbrado y contactos .



PLANTA DE CONJUNTO Esc: 1 : 200



FABRICA DE PRODUCTOS FARMACEUTICOS RICHTER (América) S.A.	
<small>INGENIERO</small> <small>TECNICO PROFESIONAL</small> FACULTAD DE INGENIERIA. U.B.A.M.	
<small>PLANO</small> Planta de Conjunto	
<small>NUMERO</small> IE-4	<small>PLANOS DE REFERENCIA</small> <small>SUBSTACION ELECTRICA COMPACTA.</small> <small>ARREGLO DE EQUIPO.</small>
<small>NUMERO</small> IE-5	<small>DISTRIBUCION DE ALIMENTA. DEPÓS. DE PRODUCCION.</small>
<small>NUMERO</small> IE-9	<small>SUMINISTRO EN 220 V. P.M. C.P.C.</small>
<small>ESCALA</small> 1 : 200	<small>PLANO</small> IE-1
<small>REALIZADO</small> <small>ARQ. G. SAN J. L. M.</small>	



NO.	DESCRIPCIÓN	UNID.	CANT.	VALOR	VALOR TOTAL	REMARKS
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12

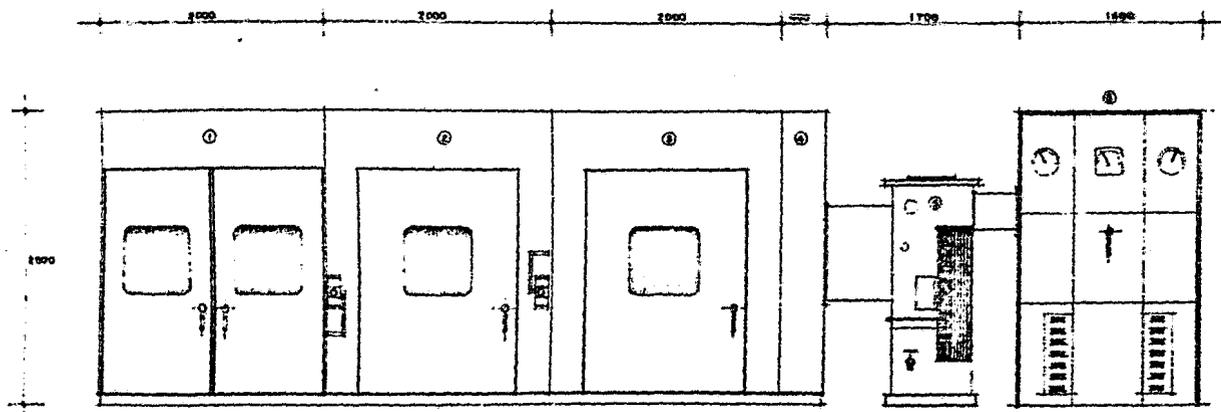
M. T. A. C.

1. ESTE PLANO DE CONSTRUCCIÓN DEBE SER LEÍDO EN CONJUNTO CON LOS DEMÁS PLANOS DE ESTE PROYECTO.

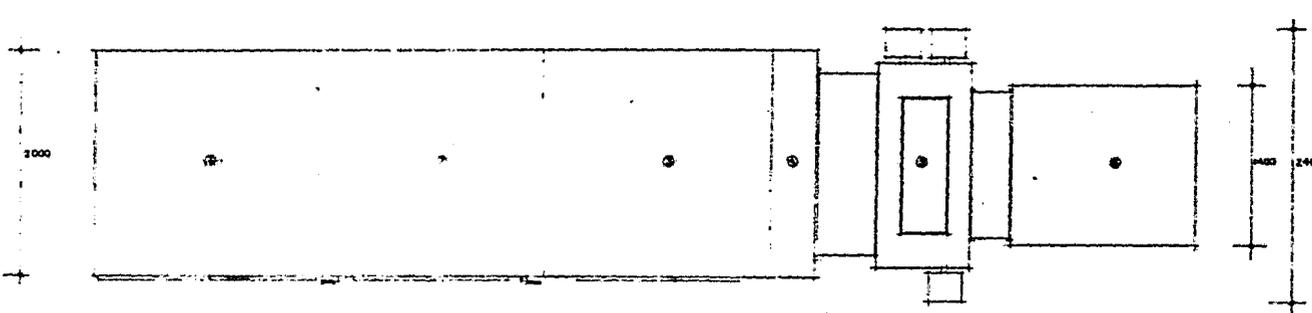
2. PARA DETALLE DE ALGUNAS PARTES VER PLANOS DE REFERENCIA.

FABRICA DE PRODUCTOS FARMACÉUTICOS BIONTER (ARMAS) S.A.	
FACULTAD DE INGENIERIA. U.S.B.C.	
PLANO DE ALMACÉN GENERAL Y PARTES DE MAQUINAS	
ESCALA: 1:200	IE-5

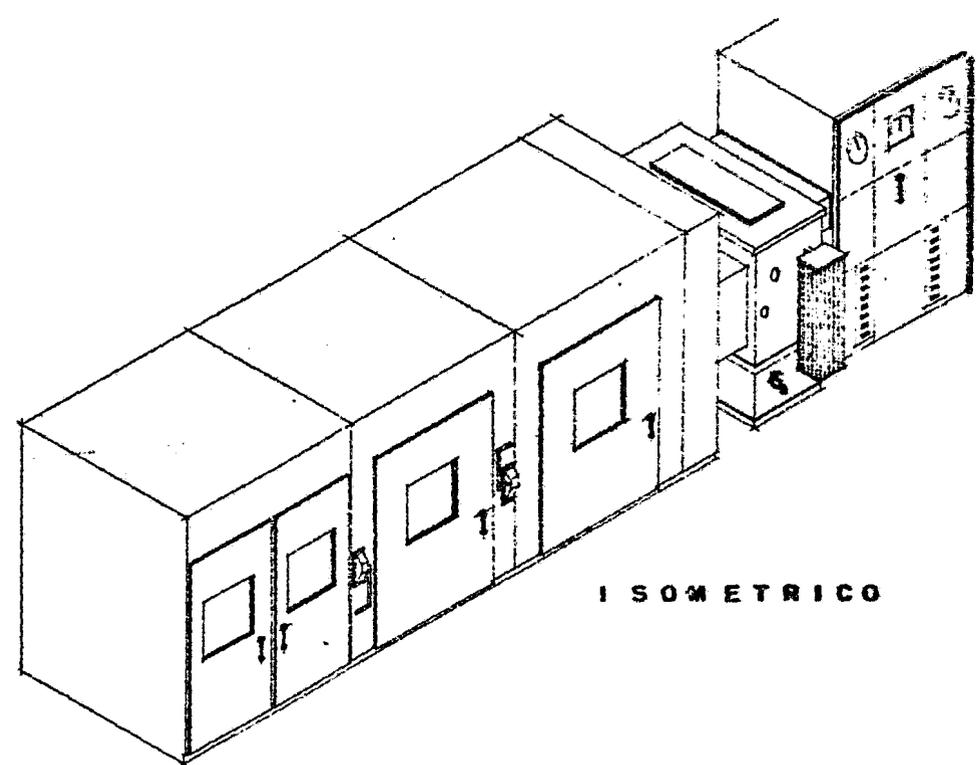
NÚMERO	PLANOS DE REFERENCIA
101	IMPRESION PLANO GENERAL
102	PLANO DE ALMACÉN GENERAL Y PARTES DE MAQUINAS
103	PLANO DE ALMACÉN GENERAL Y PARTES DE MAQUINAS



ELEVACION



PLANTA



ISOMETRICO

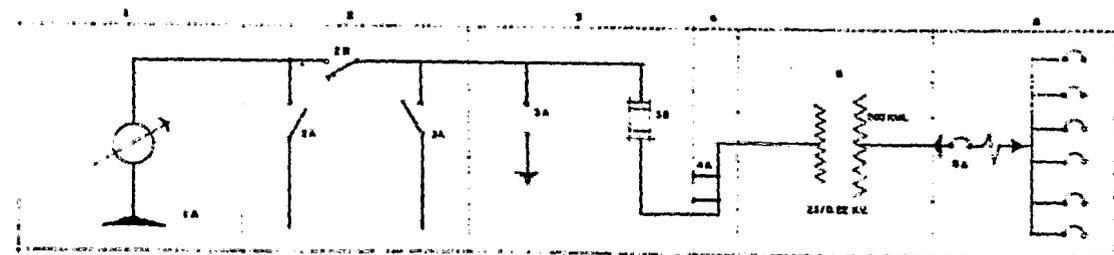


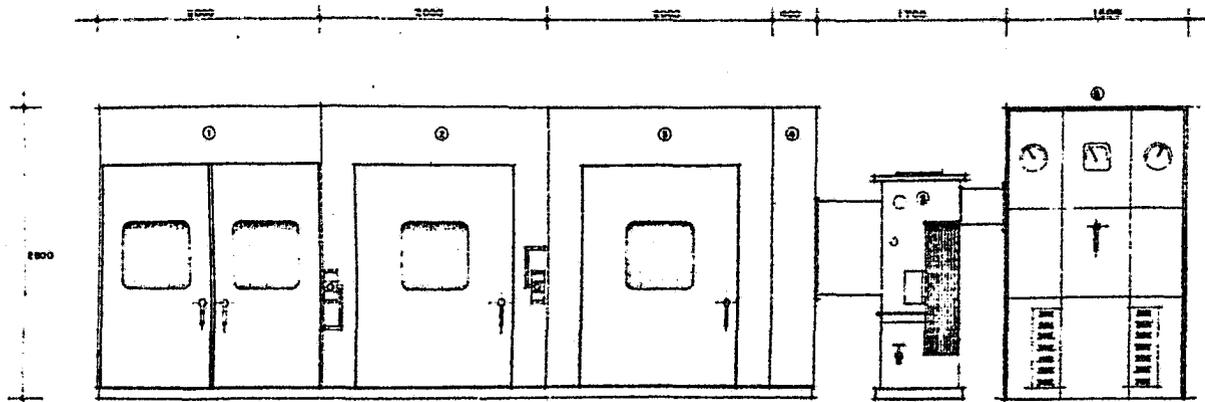
DIAGRAMA UNIFILAR

POSICION	ESPECIFICACIONES	MARCA	MTY. ELIC. SOC.
1	CABINETE PARA SUBESTACION COMPACTA 25 KV CONSTRUIDA CON PERFILES LAMINADOS Y CUBIERTA DE LAMINA DE ACERO ROLADA EN FRIO.	F.P.E.	3031
1A	CABINETE PARA EQUIPO DE MEDICION Y ACOMETIDA DE C.A. SUMINISTRADORA	E.P.E.	6651
2	MAPAS MONOFASICAS CON AISLAMIENTO PARA 25 KV.	VEBAE	3146
2A	CABINETE PARA INTERRUPTOR Y CUCHILLAS	E.P.E.	3031
2B	CUCHILLAS DESCONECTADORAS TIPO 2400/23 CAT. No. 234. 2R 100A/25 KV OPERACION EN GRUPO SIN CARGA, ACCIONADO DESDE EL FRENTE. (P.M. fabrica hasta 60 cm x 1)	A.E.S.A.	665
2C	INTERRUPTOR EN AIRE TIPO LBTP 25 /400. SP. MGA. 25KV OPERACION EN GRUPO CON CARGA, ACCIONADO DESDE EL FRENTE.	S.V.M.	6107
3	CABINETE PARA FUSIBLES Y APARTARRAYOS	E.P.E.	3031
3A	APARTARRAYOS AUTOVALVULARES PARA 25KV CON NEUTRO INCOMUNEMENTE CONECTADO A TIERRA	S.M.E.S.P.	6155
3B	FUSIBLE DE ALTA CAPACIDAD INTERRUPTIVA CKB25A-45 CON ELEMENTO FUSIBLE DE 20AMP. DODRINA DE CAPACIDAD INTERRUPTIVA SIMETRICA.	S.M.E.S.P.	1120
4	CELDA DE ACOPLAMIENTO	F.P.E.	3031
4A	AISLADOR DE APOYO PARA SOPORTE DE BARRAS TIPO RB-24 FABRICADO CON RESINA EPOXICA TENSION NOMINAL DE 144 KV TENSION SOSTENIDA DE IMPULSO 100% RESISTENCIA EN CANTILIVER 100 Kg	SILVER	42 B
4B	BUS FORMADO POR SOLERA DE COBRE ELECTROLITICO DE 0.30 x 25.4mm (1 1/4" x 1") DE SECCION RECTANGULAR.	M.T.A.	2240
4C	TIERRA FORMADA POR SOLERA DE COBRE ELECTROLITICO DE 0.30 x 25.4mm (1 1/4" x 1") DE SECCION RECTANGULAR.	M.T.A.	2240
5	TRANSFORMADOR DE POTENCIA 25, 60 CICLOS, 500 KVA, 25/13.8 KV, A - V ₂ TEMPERATURA AMBIENTE.	TESA	2000
6	CABINETE DE DISTRIBUCION	F.P.E.	3031
6A	INTERRUPTOR ELECTROMAGNETICO TRIPOLAR TIPO AMBIVALE, 1000 A		

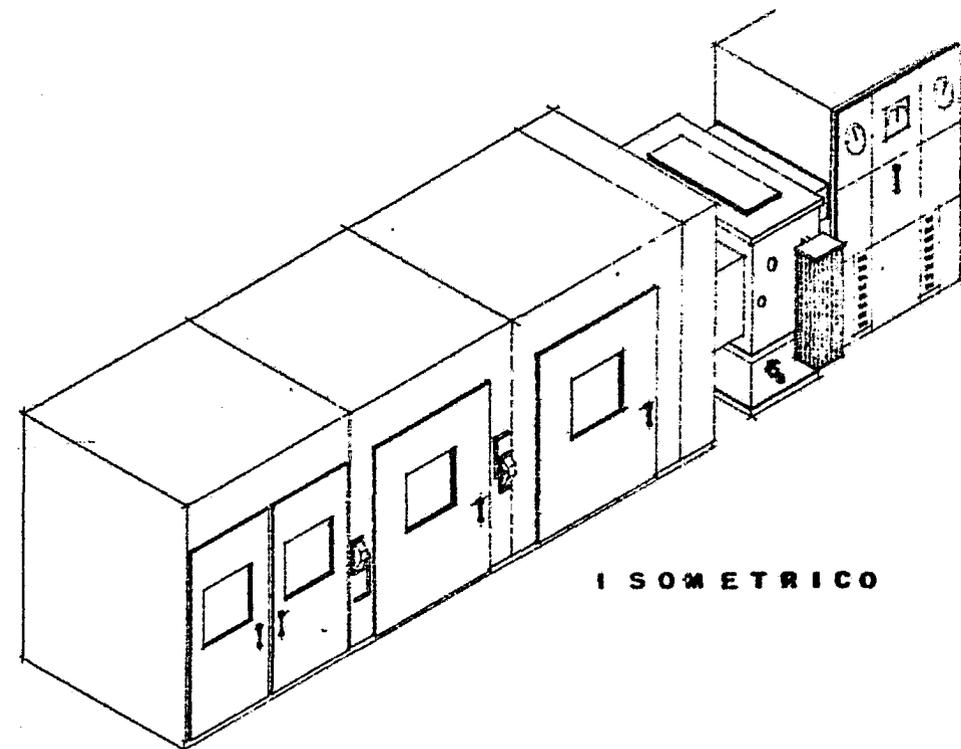
NOTAS: ESTE PLANO SE COMPLEMENTA CON LOS DE REFERENCIA PARA DETALLES DE ACOMETIDA POR C.F.E. VER PLANO IE-9

PROYECTO	FABRICA DE PRODUCTOS FARMACEUTICOS RICHTER (América) S.A.	
PROPIEDAD	TESIS PROFESIONAL FACULTAD DE INGENIERIA U. N. A. M.	
PLANO	SUBESTACION ELECTRICA COMPACTA ARREGLO DE EQUIPO	
ESCALA	5/16	ACUT. mm
REALIZO	SET. ED. RAMIREZ DIAZ	NO. PLANO
		IE-4

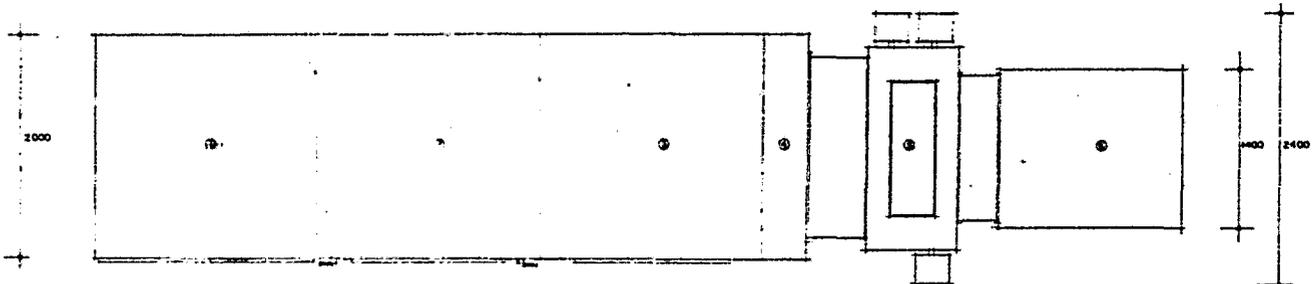
NUM.	PLANOS DE REFERENCIA
IE-1	PLANO DE CALCULO
IE-2	DIAGRAMA UNIFILAR (CAL)
IE-3	DETALLES DE ACOMETIDA POR C.F.E.



E L E V A C I O N



I S O M E T R I C O



P L A N T A

POSICION	ESPECIFICACIONES	MARCA	CANT. UNID. GEN.
1	SABINETE PARA SUBESTACION COMPACTA 23 KV CONSTRUIDA CON PERFILES LAMINADOS Y CUBIERTA DE LAMINA DE ACERO ROLADA EN FRIO.	F.P.E.	5031
1A	SABINETE PARA EQUIPO DE MEDICION Y ACOMETIDA DE C.A. SUMINISTRADORA.	F.P.E.	5031
2	MMMS MONOFASICAS CON AISLAMIENTO PARA 23 KV.	INDAE	5145
2A	SABINETE PARA INTERRUPTOR Y CUCHILLAS	F.P.E.	5031
2A	CUCHILLAS DESCONECTADORAS TIPO 3400/25 CAT. No. 23A, SR. 100A, 23 KV OPERACION EN GRUPO SIN CARGA, ACCIONADO DESDE EL FRENTE. (Por fabrico de 2400)	A.E.S.A.	505
2B	INTERRUPTOR EN AIRE TIPO L.B.T.P. 2B 100A, 23 KV OPERACION EN GRUPO CON CARGA, ACCIONADO DESDE EL FRENTE.	O.V.E.	5167
3	SABINETE PARA FUSIBLES Y APARTARRAYOS	F.P.E.	5031
3A	APARTARRAYOS AUTOVALVULARES PARA 23KV, CON NEUTRO INCOMUNEMENTE CONECTADO A TIERRA	SENER	6135
3B	FUSIBLE DE ALTA CAPACIDAD INTERRUPTIVA CUC3304-63 CON ELEMENTO FUSIBLE DE 20AMP 500MVA DE CAPACIDAD INTERRUPTIVA SIMETRICA.	WOMING	11340
4	CELDA DE ACOPLAMIENTO	F.P.E.	5031
4A	AISLADOR DE APOYO PARA SOPORTE DE BARRAS TIPO 2B-24 FABRICADO CON RESINA EPOXICA, TENSION NOM. 23KV, TENSION SOSTENIDA DE IMPULSO 110KV RESISTENCIA EN CANTILVER 150 Kg	BULTEAM	42 0
4B	BUS FORMADO POR SOLERA DE COBRE ELECTROLITICO DE 6.3x23.4mm (1/4"x1") DE SECCION RECTANGULAR.	USA	5240
4C	TIERRA FORMADA POR SOLERA DE COBRE ELECTROLITICO DE 6.3x23.4mm (1/4"x1") DE SECCION RECTANGULAR.	USA	5240
5	TRANSFORMADOR DE POTENCIA 23, 60 CICLOS, 300 KVA, 23/0.4KV, 27A/57A, A-1/2, TEMPERATURA 55/105°C/DA.	TESA	2000
6	SABINETE DE DISTRIBUCION	F.P.E.	5031
6A	INTERRUPTOR ELECTROMAGNETICO TRIPOLAR TIPO REMOVIBLE, 1000A	USA	

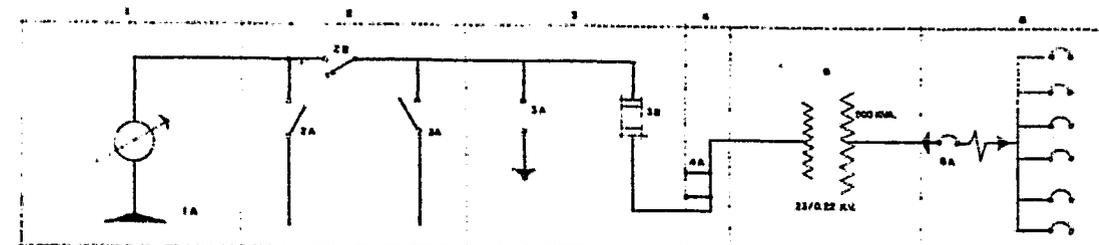
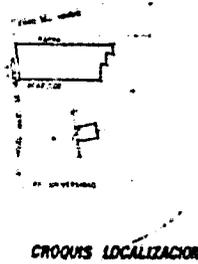
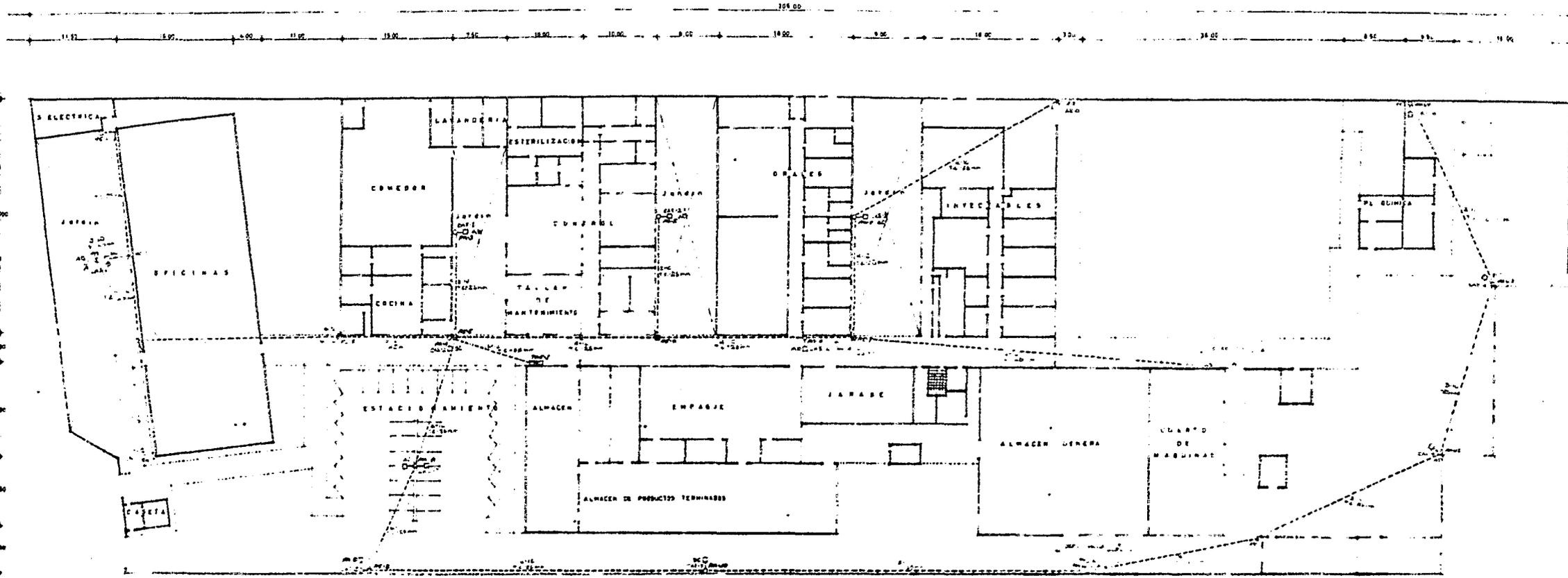


DIAGRAMA UNIFILAR

NOTAS: ESTE PLANO SE COMPLEMENTA CON LOS DE REFERENCIA PARA DETALLES DE ACOMETIDA POR C.F.E. VER PLANO IE-5

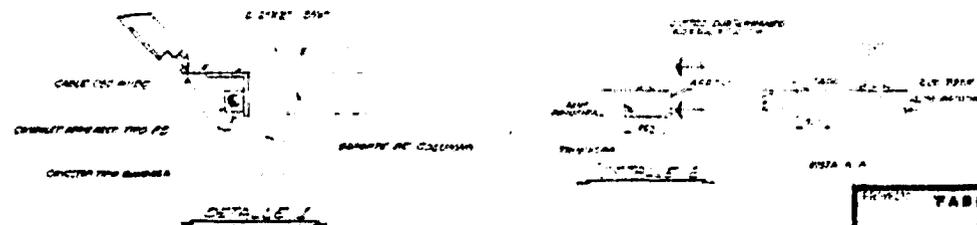
NUM.	PLANOS DE REFERENCIA
IE-1	PLANO DE CONJUNTO
IE-2	DIAGRAMA UNIFILAR GEN.
IE-3	ESQUEMA DE TIERRA PARA C.F.E.

PROYECTO:	FABRICA DE PRODUCTOS FARMACEUTICOS RICHTER (América) S.A.
PROPIEDAD:	TESIS PROFESIONAL FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
PLANO:	SUBESTACION ELECTRICA COMPACTA DIBUJO DE EQUIPO
ESCALA:	5/1 ACOT. MM
REALIZO:	JOS. RO. RAMIREZ DIAZ
Nº. PLANO:	IE-4



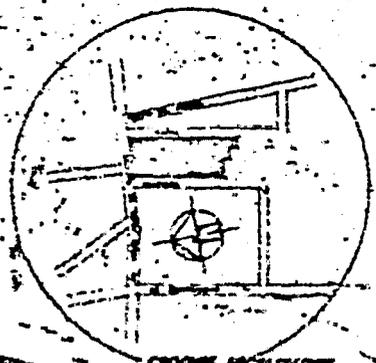
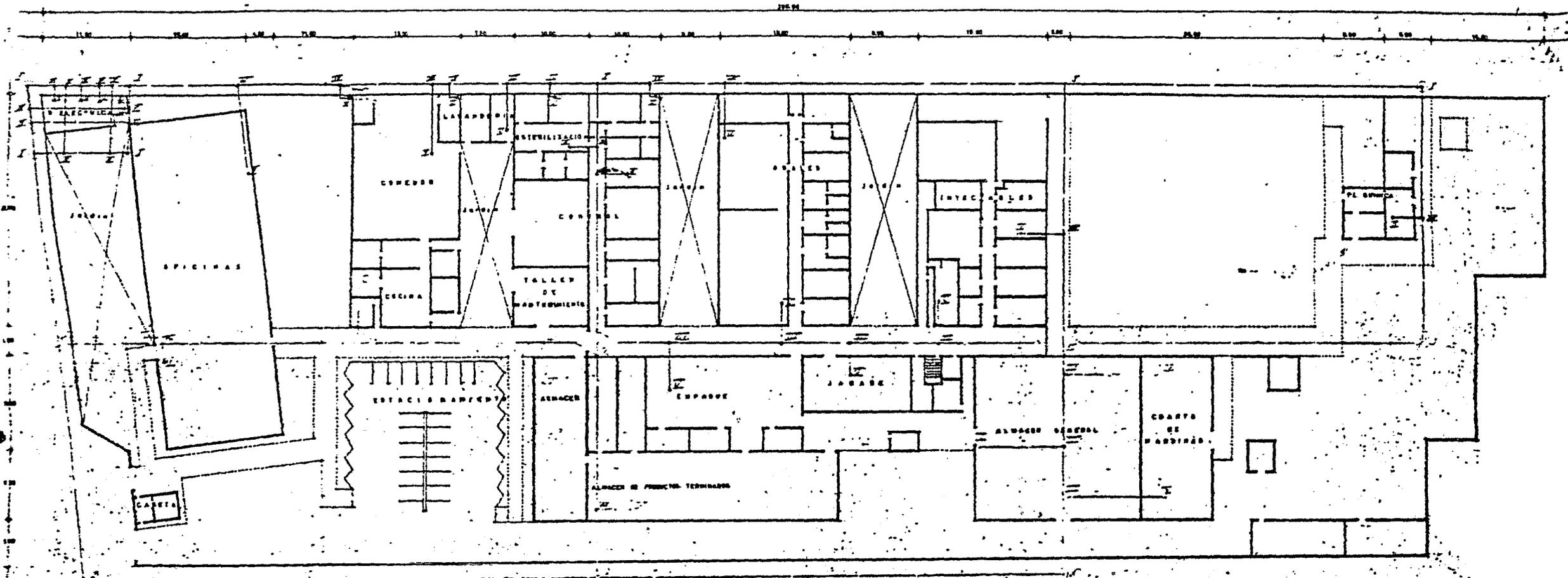
DETALLE DE ALMACEN DE PRODUCTOS TERMINADOS

ALMACEN	AREA (M ²)	VOLUMEN (M ³)	USO
ALMACEN DE PRODUCTOS TERMINADOS	1000	1000	ALMACEN
ALMACEN GENERAL	800	800	ALMACEN
ALMACEN DE PRODUCTOS EN PROCESO	600	600	ALMACEN
ALMACEN DE MATERIAS PRIMAS	400	400	ALMACEN
ALMACEN DE EQUIPOS	200	200	ALMACEN
ALMACEN DE HERRAMIENTAS	100	100	ALMACEN
ALMACEN DE REPUESTOS	100	100	ALMACEN
ALMACEN DE PRODUCTOS DESECHADOS	100	100	ALMACEN
ALMACEN DE PRODUCTOS DE INVESTIGACION	100	100	ALMACEN
ALMACEN DE PRODUCTOS DE CONTROL	100	100	ALMACEN
ALMACEN DE PRODUCTOS DE ANALISIS	100	100	ALMACEN
ALMACEN DE PRODUCTOS DE CULTIVO	100	100	ALMACEN
ALMACEN DE PRODUCTOS DE IDENTIFICACION	100	100	ALMACEN
ALMACEN DE PRODUCTOS DE TIPOLOGIA	100	100	ALMACEN
ALMACEN DE PRODUCTOS DE ESTABILIDAD	100	100	ALMACEN
ALMACEN DE PRODUCTOS DE TOXICOLOGIA	100	100	ALMACEN
ALMACEN DE PRODUCTOS DE FARMACOLOGIA	100	100	ALMACEN
ALMACEN DE PRODUCTOS DE QUIMICA	100	100	ALMACEN
ALMACEN DE PRODUCTOS DE FISICA	100	100	ALMACEN
ALMACEN DE PRODUCTOS DE BIOMEDICINA	100	100	ALMACEN
ALMACEN DE PRODUCTOS DE MICROBIOLOGIA	100	100	ALMACEN
ALMACEN DE PRODUCTOS DE CITOLOGIA	100	100	ALMACEN
ALMACEN DE PRODUCTOS DE HISTOLOGIA	100	100	ALMACEN
ALMACEN DE PRODUCTOS DE ANATOMIA	100	100	ALMACEN
ALMACEN DE PRODUCTOS DE FISIOLOGIA	100	100	ALMACEN
ALMACEN DE PRODUCTOS DE PSICOLOGIA	100	100	ALMACEN
ALMACEN DE PRODUCTOS DE SOCIOLOGIA	100	100	ALMACEN
ALMACEN DE PRODUCTOS DE ECONOMIA	100	100	ALMACEN
ALMACEN DE PRODUCTOS DE DERECHO	100	100	ALMACEN
ALMACEN DE PRODUCTOS DE LINGUAJE	100	100	ALMACEN
ALMACEN DE PRODUCTOS DE LOGICA	100	100	ALMACEN
ALMACEN DE PRODUCTOS DE METAFISICA	100	100	ALMACEN
ALMACEN DE PRODUCTOS DE ETICA	100	100	ALMACEN
ALMACEN DE PRODUCTOS DE ESTETICA	100	100	ALMACEN
ALMACEN DE PRODUCTOS DE MUSICA	100	100	ALMACEN
ALMACEN DE PRODUCTOS DE DANZA	100	100	ALMACEN
ALMACEN DE PRODUCTOS DE TEATRO	100	100	ALMACEN
ALMACEN DE PRODUCTOS DE CINE	100	100	ALMACEN
ALMACEN DE PRODUCTOS DE RADIO	100	100	ALMACEN
ALMACEN DE PRODUCTOS DE TELEVISION	100	100	ALMACEN
ALMACEN DE PRODUCTOS DE COMPUTACION	100	100	ALMACEN
ALMACEN DE PRODUCTOS DE ROBOTICA	100	100	ALMACEN



ESTUDIO DE CONCEPTOS PARA LA FABRICA DE PRODUCTOS FARMACEUTICOS RICHTER (ABONDO) S.A. EN EL CANTON DE GUAYAS, PROVINCIA DE GUAYAS, ECUADOR.

FABRICA DE PRODUCTOS FARMACEUTICOS RICHTER (ABONDO) S.A.	
UNIVERSIDAD	FACULTAD DE INGENIERIA, U.N.A.M.
PLAN	ALMACEN DE PRODUCTOS TERMINADOS
ESCALA	1:500
FECHA	1970
PROYECTISTA	IE-C



DETALLE DE LA PUERTA

LEYENDA DE SIMBOLOS

1. LINEAS FINAS: LINEAS DE ALICATADO
2. LINEAS MEDIANAS: LINEAS DE ALICATADO
3. LINEAS GROSAS: LINEAS DE ALICATADO
4. LINEAS GROSAS CON PUNTEO: LINEAS DE ALICATADO
5. LINEAS GROSAS CON PUNTEO Y GROSAS: LINEAS DE ALICATADO
6. LINEAS GROSAS CON PUNTEO Y GROSAS Y FINAS: LINEAS DE ALICATADO
7. LINEAS GROSAS CON PUNTEO Y GROSAS Y FINAS Y GROSAS: LINEAS DE ALICATADO

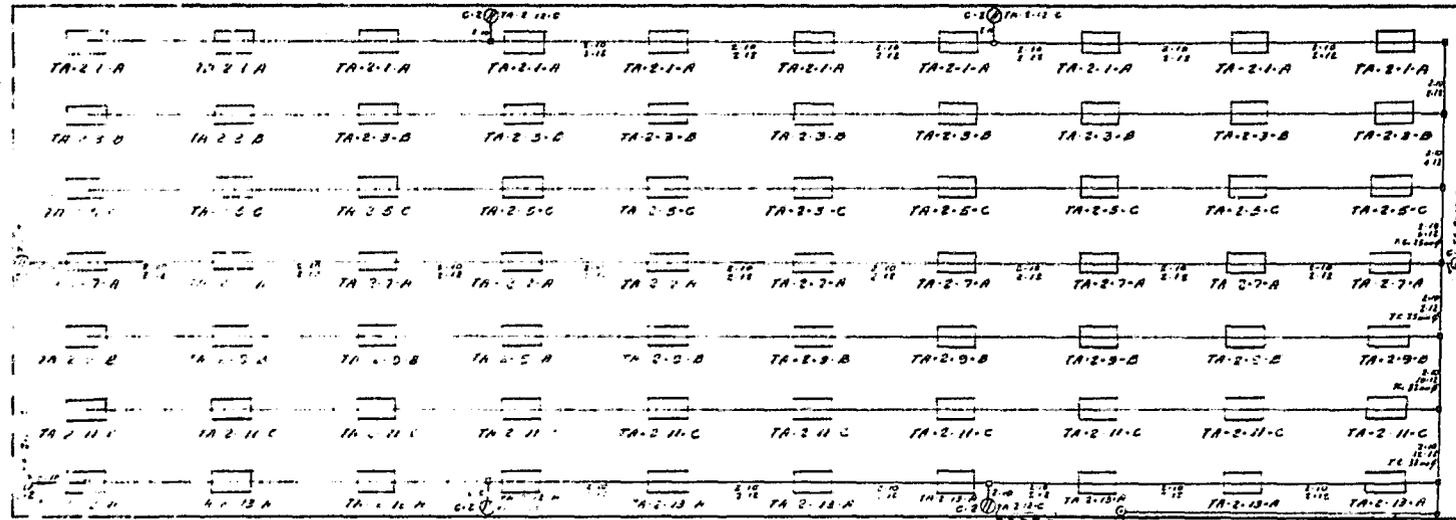
FORMA DE CONECTORES MECANICOS

FORMA DE CONECTORES MECANICOS	FORMA DE CONECTORES MECANICOS
FORMA DE CONECTORES MECANICOS	FORMA DE CONECTORES MECANICOS
FORMA DE CONECTORES MECANICOS	FORMA DE CONECTORES MECANICOS
FORMA DE CONECTORES MECANICOS	FORMA DE CONECTORES MECANICOS

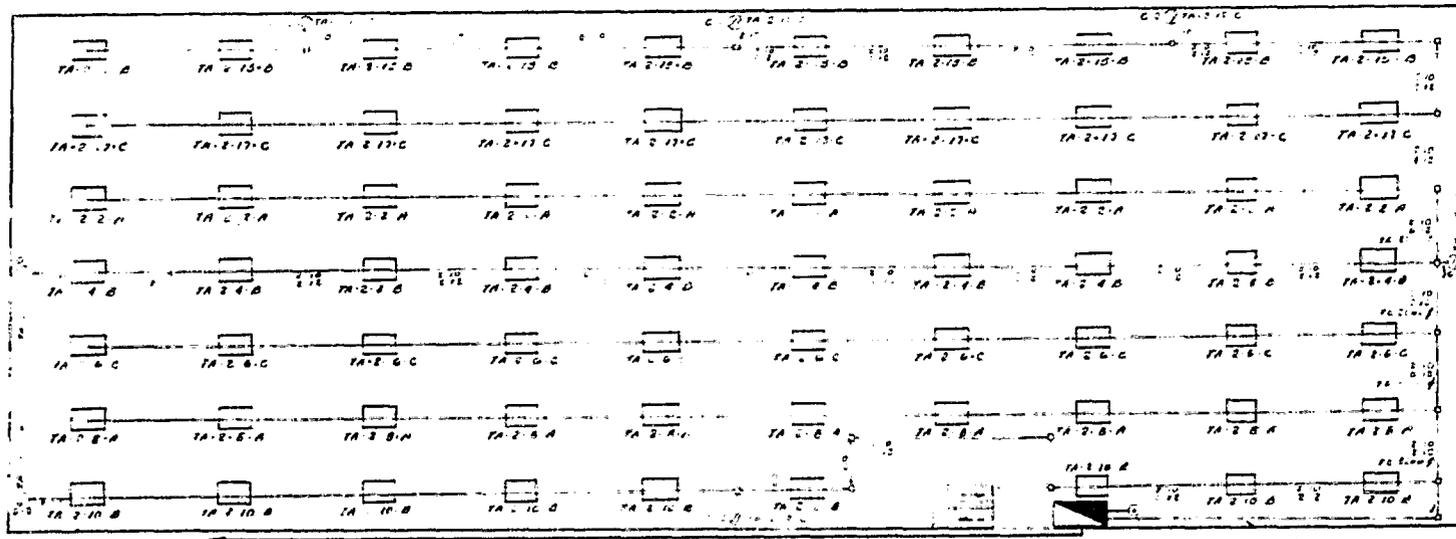
NOTAS: Este plan muestra el sistema de distribución de agua fría y caliente en el edificio. El sistema de agua fría es de tipo directo y el sistema de agua caliente es de tipo indirecto. El sistema de agua fría es de tipo directo y el sistema de agua caliente es de tipo indirecto. El sistema de agua fría es de tipo directo y el sistema de agua caliente es de tipo indirecto.

NUMERO	PLANOS DE REFERENCIA
101	PLANO GENERAL DE CONSTRUCCION, SECCION DE 101
102	PLANO GENERAL DE CONSTRUCCION, SECCION DE 102
103	PLANO GENERAL DE CONSTRUCCION, SECCION DE 103
104	PLANO GENERAL DE CONSTRUCCION, SECCION DE 104
105	PLANO GENERAL DE CONSTRUCCION, SECCION DE 105

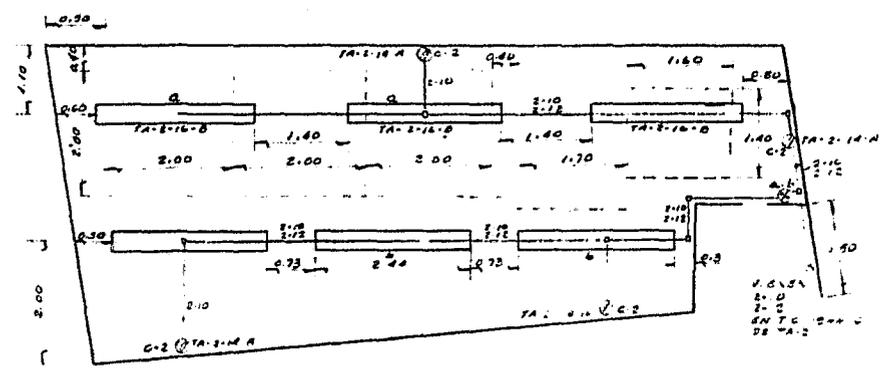
PROYECTO: FABRICA DE PRODUCTOS FARMACEUTICOS RIGTER (AMERICA) S.A.	
PROYECTISTA: FACULTAD DE INGENIERIA, U.N.A.M.	
PLAN: SISTEMA GENERAL DE TUBERIAS	
ESCALA: 1:200	FECHA: 10/10/55
IE-E	



OFICINAS PLANTA ALTA
ESCALA 1:100



OFICINAS PLANTA BAJA
ESCALA 1:100



SUBESTACION ELECTRICA
ESCALA 1:250

TABLA "TA-2" MARCA FEDERAL PACIFIC, TIPO: NNOF SOBREPORTE

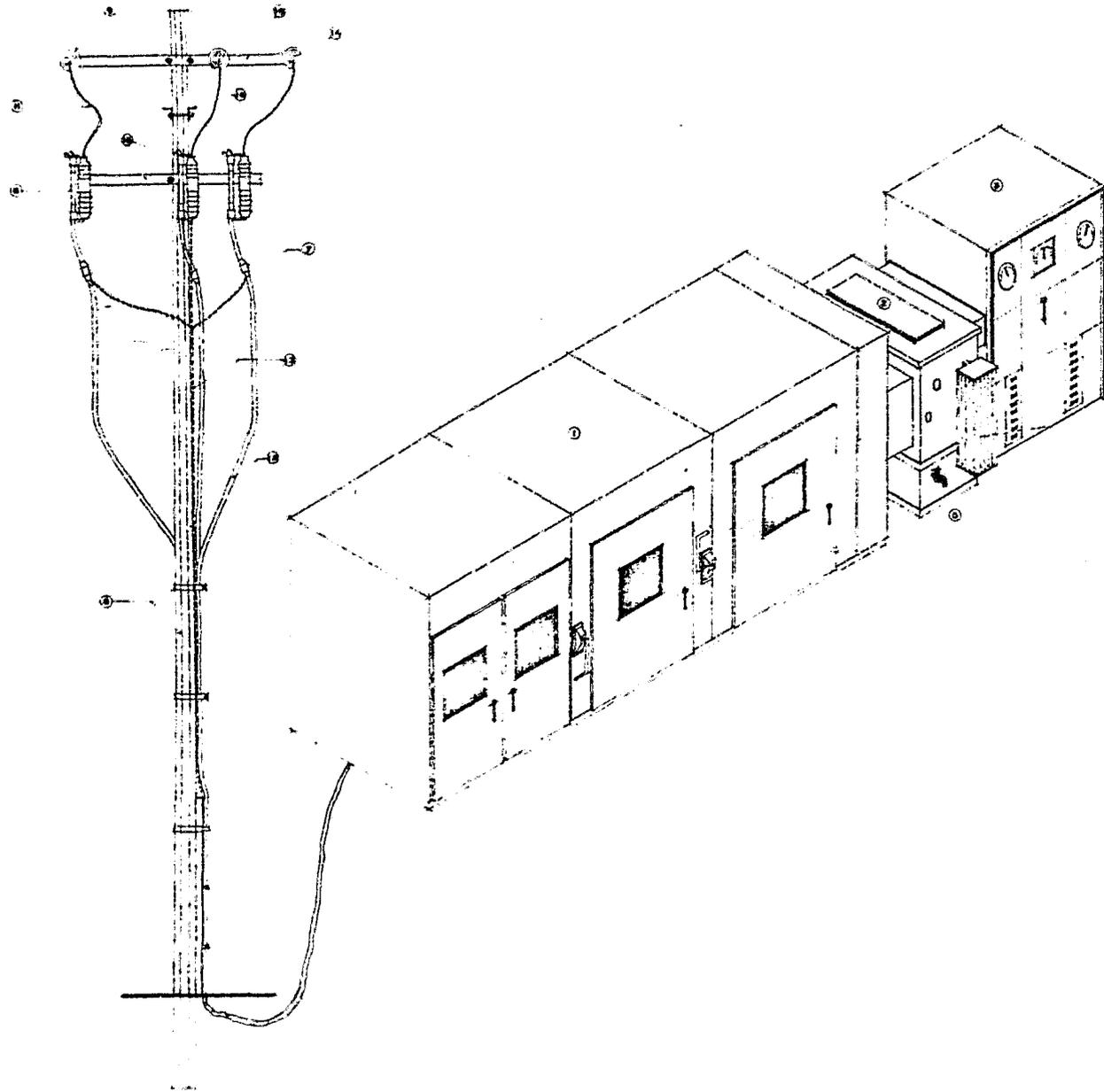
GUADRO DE CARGAS						TABLA TA-2
FASE	TIPO	WATT	AMPERE	SECCION	NO. DE	
A	F-1	1000	10	20	1	
B	F-1	1000	10	20	2	
C	F-1	1000	10	20	5	
A	F-2	1000	10	20	7	
B	F-2	1000	10	20	9	
C	F-2	1000	10	20	11	
A	F-3	1000	10	20	13	
B	F-3	1000	10	20	15	
C	F-3	1000	10	20	17	
A	F-4	1000	10	20	19	
B	F-4	1000	10	20	21	
C	F-4	1000	10	20	23	
A	F-5	1000	10	20	25	
B	F-5	1000	10	20	27	
C	F-5	1000	10	20	29	

NOTAS:

- ESTE PLANO SE COMPLETARA CON LOS DE REFERENCIA 1 Y 2 DEL DISEÑO DE LA SUBESTACION EN TERCER PLANO DE LA OBRA.
- LAS LUMINARIAS EN LAS OFICINAS SERAN TIPO F-1 PLUMAS DE 15 WATT DE 1540MM 127V PARA COLOCAR EN FALSO PLAFOND, VER DETALLE DE MONTAJE N.º 3 EN PLANO N.º PA-2.
- LAS LUMINARIAS EN LA SUBESTACION SERAN TIPO F-2 PLUMAS DE 15 WATT, 127V, MONTAJE CASQUETE, VER DETALLE 2 EN PLANO N.º PA-2.
- LOS CONTACTOS SERAN DEL TIPO RECEPTACULO MONOPOLAR DE 15A, 127V, DEL TIPO C-2, ES RECEPTACULO MONOPOLAR DE 15A, 127V, VER DETALLE 6, EN PLANO N.º PA-2.
- VER SIMbolos EN PLANO N.º PA-1.

NUMERO	PLANOS DE REFERENCIA
IE-1	PLANO DE CONJUNTO
IE-2	DIAGRAMA UNIFICADO GENERAL
IE-3	LOCALIZACION DE ALUMEN Y DE FIC DE FUERZA 220V A TABLA
PA-2	DETALLES DE MONTAJE DE RECEPTACULO Y CONTACTO

PROYECTO			
FARMACIA DE PRODUCTOS FARMACEUTICOS ASHTON (S.A.) S.R.			
PROPIEDAD			
TESIS FARMACIA			
PLANO			
DISTRIBUCION DE ALUMEN Y DE FUERZA 220V A TABLA DE MONTAJE			
ESCALA	INDICADO	ACERCA	DE
INDICADO	ACERCA	DE	DE
AUTOR			IE-7



LISTA DE EQUIPO

- ① GABINETE METALICO PARA SUBESTACION COMPACTA, TIPO INTERIOR, 3 FASES, 3 MILS. 00 CICLOS, 25KV MARCA "FEDERAL PACIFIC" No DE SERIE 17020 REG. S.C.-DSE No 5021
- ② TRANSFORMADOR DE POTENCIA AUTOTRANSFORMADO, SUMERGIDO EN ACEITE, MARCA I.E.S.A. REG. S.C.-DSE No 2938, 3 FASES, 60 CICLOS, 800 KVA. REL. DE TRANSFORMACION 25/0.22 KV IMPEDANCIA 3.00% DELTA-ESTRELLA CON NEUTRO ACCESIBLE, DERIVACIONES DOS ARRIBA Y DOS ABAJO DE 2.5% A 4% TEMPERATURA 30/65°C GA
- ③ GABINETE DE DISTRIBUCION MARCA "FEDERAL PACIFIC" REG. S.C.-DSE No. 6021
- ④ ELECTROBUCTO NORMAL DE "FEDERAL PACIFIC" DE 3 FASES, 4 MILS. 00/277V.
- ⑤ BRENASE PARA ACEITE DEL TRANSFORMADOR
- ⑥ JUEGO DE CUCHILLAS FUSIBLE INDICADORAS UNIPOLAR 25 KV MARCA A.B. "HARCO" REG. S.C.-DSE No. 6778
- ⑦ JUEGO DE BUJAS MONOFASICAS PARA 25 KV MARCA "MINNESOTA" PARA CONDUCTOR CALIBRE 1/0 AMS
- ⑧ POSTE DE CONCRETO ARMADO DE 12.00% DE LONGITUD SECCION OCTAGONAL EN LA BASE.
- ⑨ AISLADOR DE PORCELANA VIBRIADO TIPO SUSPENSION DE 6" 6 (152mm) MARCA "USA"
- ⑩ CRUCETA DOBLE 2 CANALES 102mm PARA 3 CONDUCTORES
- ⑪ CABLE DE ALUMINIO ACSR CALIBRE 1/0 A.M.S. 6/1
- ⑫ TRES CABLES UNIPOLARES DE 1/0 MCM POLIPHEL 25KV, AISLAMIENTO BUTILO, CUBIERTA REDONDO CON PANTALLA, MARCA "PYCSA" REG. S.C.-DSE No 3468
- ⑬ CABLE DE COBRE DESNUDO No. 4 AMS, MARCA "COMBUNEX" (RED DE TIERRA)
- ⑭ CLEMA DE TENSION PARA CABLE DE ALUMINIO, CALIBRE 1/0 AMS.
- ⑮ CRUCETA SENCILLA DE CANAL DE 102mm PARA 3 CONDUCTORES.
- ⑯ CRUCETA DOBLE DE PIEDRO Lx 102mm PARA DETENER POSTE DE CONCRETO

NOTAS: ESTE PLANO SE COMPLEMENTA CON LOS DE REFERENCIA

NUMERO	PLANOS DE REFERENCIA
25	PLANTA DE COLONTO
250	DIAGRAMA DE FUERZAS GRAVITACIONALES
254	SUBESTACION ELECTRICA COMPACTA

ESPACIO PARA SELLOS Y FIRMAS DE APROBACION	
PROYECTO: FABRICA DE PRODUCTOS FARMACEUTICOS RICHTER (America) S.A.	
PROPIEDAD: TESIS PROFESIONAL FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.	
PLANO: SUMINISTRO DE CABLES Y ACCESORIOS	
ESCALA: 1/10	NO. PLANO: 15-9
REALIZADO: [Nombre] [Fecha]	

ITEM	SÍMBOLO	TIPO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1		1	...	300
2		1	...	400
3		1	...	300
4		1	...	200
5		1	...	300
6		1	...	300
7		1	...	300
8		1	...	300
9		1	...	300
10		1	...	300
11		1	...	300
12		1	...	300
13		1	...	300
14		1	...	300
15		1	...	300
16		1	...	300
17		1	...	300
18		1	...	300
19		1	...	300
20		1	...	300

ITEM	SÍMBOLO	TIPO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
21		1	...	300
22		1	...	300
23		1	...	300
24		1	...	300
25		1	...	300
26		1	...	300
27		1	...	300
28		1	...	300
29		1	...	300
30		1	...	300
31		1	...	300
32		1	...	300
33		1	...	300
34		1	...	300
35		1	...	300
36		1	...	300

ITEM	SÍMBOLO	TIPO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
37		1	...	300
38		1	...	300
39		1	...	300
40		1	...	300

1. PRELIMINAR
 2. OBJETIVO
 3. ALCANCE
 4. METODOLOGIA
 5. RESULTADOS
 6. CONCLUSIONES
 7. RECOMENDACIONES
 8. BIBLIOGRAFIA
 9. ANEXOS
 10. GLOSARIO
 11. INDICE

B I B L I O G R A F I A .

- Cálculo de circuito corto por el método de los MVA'S
Ing. Victor Roberto Caraza. Dpto. de Ing. eléctrica.
Instituto Mexicano del Petróleo.
- National Electrical Code, USA. NFPA 70 - 1981.
- Tableros eléctricos. Ing. Pedro Camarena
- Manual eléctrico. Tercera edición. Conelec.
- Reglamento de obras e instalaciones eléctricas de la
Rep. Mex. (ROIE), 1979.
- Sistema de tierras para la subestacion eléctrica de
Zacatecas. Tesis. Carlos Villalobos. 1978. Zac. Zac.
- Illuminating engineering society (I.E.S.) lighting
Handbook . 5a. edición, 1972.
- Manual del alumbrado. Westinghouse.
- Square D de Mexico, S.A. " I-line catálogo general "
y " Catálogo compendiado No. 17 ".
- Electric transmission and distribution reference book
Westinghouse electric corporation.