



27
219
Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES

“ CUAUTITLAN ”

SELECCION, INSTALACION Y
MANTENIMIENTO DE SISTEMAS
ELECTRICOS DE POTENCIA A NIVEL
DE MEDIANA INDUSTRIA.

T E S I S

Que para obtener el título de:
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

P R E S E N T A N:

MANUEL VALENCIA ISAAC
VICTOR ADOLFO GOMEZ RODRIGUEZ

Cuautitlán Izcalli, Estado de México 1986



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

TEMARIO

- I.- INTRODUCCION
- I.- 1 SISTEMAS DE PLANEACION
- I.- 2 AUXILIARES
- II.- EQUIPO ELECTRICO
- II.- 1 SUBESTACIONES
- II.- 2 TRANSFORMADORES
- II.- 3 MOTORES DE INDUCCION
- II.- 4 CABLES
- II.- 5 INSTRUMENTACION
- III.- SISTEMA DE PROTECCION Y COORDINACION
- III.- 1 CALCULOS DE FALLA
- III.- 2 RED DE TIERRAS
- III.- 3 PARARRALLOS
- III.- 4 PROTECCION
- III.- 5 COORDINACION
- IV.- CONCLUSIONES
- V.- BIBLIOGRAFIA



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

INTRODUCCION.

EN EL DESARROLLO DE ESTE TRABAJO TRATAREMOS LOS DIFERENTES PANORAMAS Y VARIEDADES DE EQUIPO ELECTRICO DENTRO DE LA FABRICA DE PINTURAS: DUPONT.

LA PLANTA DE PINTURAS DUPONT SE ENCUENTRA UBICADA EN TLALNEPANTLA, EDO. DE MEXICO., SIENDO ESTA UNA DE LAS MAS IMPORTANTES EN MEXICO Y EN EL MUNDO ENTERO.

ESTA PLANTA TIENE EN SUS INSTALACIONES GRAN VARIEDAD DE EQUIPO ELECTRICO Y MECANICO PARA EL PROCESAMIENTO DE PINTURA, EN LA QUE SE EMPLEA EL MANEJO DE QUIMICOS EXPLOSIVOS, SOLVENTES Y MATERIA PRIMA -- CON UN ALTO INDICE DE PELIGROSIDAD. EN FUNCION DE ESTO SELECCIONAMOS ESTE TIPO DE PLANTA YA QUE EN ESTA SE TIENEN LAS CONDICIONES Y NORMAS MAS RIGUROZAS.

HA SABIENDAS DE QUE LA FABRICA DE PINTURAS DUPONT TIENE EL PRIMER LUGAR EN MEXICO Y EN EL MUNDO ENTERO EN SEGURIDAD INDUSTRIAL, NO DUDAMOS EN EL CONTROL DE ESTA, PARA LA APLICACION ADECUADA DE SUS INSTALACIONES, NORMAS Y ESPECIFICACIONES PARA SELECCIONAR EQUIPO ELECTRICO PARA CUBRIR TODOS LOS REGLAMENTOS OFICIALES DE INSTALACIONES Y PARA EFECTUAR UN MANTENIMIENTO ADECUADO Y EFICAZ.

A CONSECUENCIA DE ESTO NUESTRO TRABAJO SE DESARROLLA EN 5 CAPITULOS PRINCIPALES Y SON LOS SIGUIENTES:

CAPITULO I.- EN ESTE ANALIZAREMOS LOS EQUIPOS AUXILIARES, QUE SON SUMAMENTE MAS IMPORTANTES PARA EL FUNCIONAMIENTO DE UNA PLANTA QUIMICA. TAMBIEN HABLAREMOS DE LOS SISTEMAS DE PLANEACION EN DONDE HAREMOS ENFASIS DE LOS DIFERENTES SISTEMAS DE ALIMENTACION PARA LA INDUSTRIA DE PINTURAS Y LOS PARAMETROS, HA CONSIDERAR PARA LA SELECCION DE ESTOS SISTEMAS.



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.

CAPITULO II.- EN ESTE CAPITULO PRESENTAREMOS LOS EQUIPOS ELECTRICOS MAS IMPORTANTES DENTRO DE LA INDUSTRIA DE PINTURAS Y HAREMOS UN ANALISIS GENERAL DE CADA UNO DE ESTOS, PARA CREAR UN CRITERIO AMPLIO Y SEGURO PARA UNA BUENA DECISION.

CAPITULO III.- SISTEMAS DE PROTECCION Y COORDINACION SE REALIZO UN ESTUDIO DE CORTO CIRCUITO DE TODA LA PLANTA Y EN FUNCION DE LA CAPACIDAD DEL CORTO CIRCUITO SE SELECCIONO ADECUADAMENTE LA PROTECCION DE LOS EQUIPOS ELECTRICOS, ASI COMO LA COORDINACION Y SU SISTEMA DE RED DE TIERRAS.

CAPITULO IV.- CONCLUSIONES DAREMOS UNA AMPLIA EXPLICACION DE LOS OBJETIVOS ALCANZADOS ASI COMO DE NUESTRAS PRINCIPALES OBSERVACIONES Y EXPERIENCIAS EN LA PLANTA DE PINTURAS.

AL FINAL DE CADA CAPITULO CONCLUIREMOS CON UN CRITERIO DE COMPARACION Y SELECCION, ASI COMO NUESTRA RECOMENDACION PARA EL AREA DE PINTURAS.

CAPITULO V.- BIBLIOGRAFIA

OBJETIVO.

EL OBJETIVO DE ESTE TRABAJO SERA:

CREAR UNA FUENTE DE INFORMACION TECNICA Y ANALITICA LA CUAL NOS PRESENTA UN PANORAMA AMPLIO EN LA TOMA DE DECISIONES, ASI COMO DESARROLLAR NUESTRO CRITERIO EN LA SELECCION, INSTALACION Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS ELECTRICOS DENTRO DE UNA PLANTA DE PINTURAS.

NUESTRO OBJETIVO VA ENCAMINADO PRINCIPALMENTE A TODOS NUESTROS-COMPANEROS UNIVERSITARIOS RECIEN EGRESADOS, QUE LLEGUEN A TRABAJAR - DENTRO DE UNA PLANTA QUIMICA DE PINTURAS O SIMILAR PARA QUE SE PUE-- DAN APOYAR FIELMENTE SOBRE NUESTRO TRABAJO COMO UN LIBRO DE CONSULTA O GUIA EN EL DESARROLLO DE SUS ACTIVIDADES DENTRO DE LA INDUSTRIA -- QUIMICA.

POR ESO CONSIDERAMOS COMO OBJETIVO CREAR UNA HERRAMIENTA DE TRABAJO, PARA CALCULAR Y TENER UNA VISION AMPLIA EN LA APLICACION DE LOS CONOCIMIENTOS TEORICOS, EN LOS PRACTICOS TOMANDO EN CONSIDERACION LOS -- ANALISIS MATEMATICOS, LAS NORMAS TECNICAS DE CONSTRUCCION E INSTALACION. ASI COMO LOS PROBLEMAS Y DETALLES QUE EN EL CAMPO SE PRESENTAN.

EL TRABAJO DE TESIS SERA DESARROLLADO DENTRO DE UN CRITERIO DE NOMINADO MEDIANA INDUSTRIA Y DEL CUAL DAREMOS UNA BREVE EXPLICACION PARA UNA MEJOR UBICACION DENTRO DE LA INDUSTRIA EN MEXICO.

EL SISTEMA BANCARIO TIENE CLASIFICADAS A LAS EMPRESAS POR LOS SIGUIENTES CRITERIOS:

- 1.- POR EL INDICE ANUAL DE VENTAS.
- 2.- POR EL NUMERO DE EMPLEADOS QUE ESTA TENGA.

EN FUNCION DE ESTOS 2 PARAMETROS PODREMOS ENUMERAR A LAS EMPRESAS COMO:

- 1.- PEQUENA
- 2.- MEDIANA
- 3.- GRANDE

Y DE LAS CUALES TENEMOS LAS SIGUIENTES LIMITANTES PARA EFECTO DE UBICACION.

- 1.- PEQUENA: VENTAS MENORES DE 1000 MILLONES DE PESOS ANUALES. Y MENORES DE 100 EMPLEADOS.
- 2.- MEDIANA: VENTAS DE 1000 A 3000 MILLONES DE PESOS ANUALES. Y EMPLEADOS ENTRE 99 Y 1000.
- 3.- GRANDE: VENTAS MAYORES DE 3000 MILLONES DE PESOS ANUALES. Y MAS DE 1000 EMPLEADOS.

PARA EFECTO DE CALCULO HAY QUE CONSIDERAR ESTO, VALORES VARIABLES POR EFECTO DE LA INFLACION. ADEMAS LAS LIMITANTES DE ESTOS VALORES TRADICIONALMENTE HAN SIDO MARCADOS POR EL SISTEMA BANCARIO YA QUE EN FUNCION DE ESTOS LIMITES LA BANCA OTORGA EL FINANCIAMIENTO.

CABE MENCIONAR QUE EN REALIDAD LAS EMPRESAS SE CLASIFICAN EN BASE AL VOLUMEN DE VENTAS ANUALES SIN IMPORTAR LA CANTIDAD DE EMPLEADOS QUE ESTA TENGA.

ESTO SE DEBE A QUE MUCHAS EMPRESAS ACTUALMENTE TRABAJAN CON UN SISTEMA AUTOMATIZADO EL CUAL DISMINUYE EN GRAN CANTIDAD LA MANO DE-OBRA.

PLANTA DE PINTURAS

EL ENFOQUE GENERAL DE ESTA PLANTA ES LA FABRICACION DE PINTURA A NIVEL INDUSTRIAL, SU PRODUCCION SIRVE A SU VEZ COMO PARTE DE LAS MATERIAS PRIMAS A OTRAS EMPRESAS INDUSTRIALES QUE FABRICAN ARTICULOS DIRECTOS AL CONSUMIDOR.

EN ESTA EMPRESA, EL 90% DE SU PRODUCCION ES CAPTADA POR LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ Y EL 10% RESTANTE LO CAPTA EL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL Y SECTOR COMERCIO.

CUENTA CON 200 TRABAJADORES SINDICALIZADOS Y 90 EMPLEADOS DE CONFIANZA, TODOS TRABAJAN EN EQUIPO DESARROLLANDO TRABAJOS ESPECIFICOS PARA LA OBTENCION DE LOS RESULTADOS.

EL NIVEL DE PRODUCCION EN LA ACTUALIDAD ES DE 26,000 LITROS DIARIOS LO CUAL NOS LLEVA A UNA PRODUCCION ANUAL DE 10'000,000 LITROS.

ASIMISMO EL COSTO TOTAL ESTIMADO DE LAS INSTALACIONES DE LA EMPRESA Y SU ACTIVO FIJO OSCILA ENTRE LOS \$ 10'000,000.- U.S.

CARACTERISTICAS ELECTRICAS GENERALES

LA PLANTA RECIBE POR PARTE DE LA COMPANIA DE LUZ Y FUERZA DEL CENTRO (EN LIQUIDACION) UNA ACOMETIDA EN 23,000 VOLTS. C.A. LA CUAL SE RECIBE EN LA SUBESTACION PRINCIPAL A TRAVEZ DE UN EQUIPO - DE ALIMENTACION, QUE A SU VEZ CONECTA DOS TRANSFORMADORES, TIPO SU MERGIDOS EN ACEITE EN PARALELO.

UNO DE ELLOS ES DE 750 KVA, 23,000 VOLTS/440 VOLTS Y EL OTRO ES DE 1500 KVA, 23,000 VOLTS/6000 VOLTS.

ESTE ULTIMO ALIMENTA A UNA SUBESTACION SECUNDARIA (CCM #1) - EN 6000 VOLTS, CONECTANDO AHI A TRES TRANSFORMADORES DEL MISMO TIPO, TRANSFORMANDO EL VOLTAJE A 440 VOLTS Y 220 VOLTS.

TODO EL SISTEMA DE FUERZA DE LA PLANTA OPERA A 440 VOLTS OBTENIENDO UNA BUENA ECONOMIA EN LAS INSTALACIONES, MIENTRAS QUE A 220 VOLTS ALIMENTA A TODO LO RELACIONADO A CONTROL Y ALUMBRADO GENERAL DE LA PLANTA.

POR EL TIPO DE PRODUCCION EN ESTA PLANTA CON PRODUCTOS ALTAMENTE INFLAMABLES Y TOXICOS, LAS AREAS GUARDAN UNA EXTRICTA CLASIFICACION DE NIVELES PELIGROSOS, LOS CUALES SE VEN REFLEJADOS EN EL TIPO DE INSTALACIONES.

DIVISION DE AREAS:

I.- AREAS DE PRODUCCION.

- . - DEPARTAMENTO DE REACTORES
- . - DEPARTAMENTO DE MOLIENDA
- . - DEPARTAMENTO DE THINNER
- . - DEPARTAMENTO DE TANQUES DE MEZCLA
- . - DEPARTAMENTO DE ENVASE Y EMPAQUE

II.- AREAS DE CONTROL DE CALIDAD.

- . - LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD
- . - LABORATORIO DE DESARROLLO DE NUEVOS PRODUCTOS

III.- AREAS DE ALMACENAMIENTO.

- . - BODEGAS DE MATERIA PRIMA
- . - BODEGAS DE PRODUCTO TERMINADO
- . - TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE SOLVENTES
- . - TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE RESINAS
- . - PATIOS DE MANIOBRA.

IV.- AREAS DE SERVICIO.

- . - DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO GENERAL
- . - BODEGA DE REFACCIONES Y MATERIALES
- . - DEPARTAMENTO DE CALDERAS
- . - DEPARTAMENTO DE COMPRESORES
- . - DEPARTAMENTO DE GAS INERTE
- . - DEPARTAMENTO DE ACEITE CALIENTE

V.- AREAS DE SEGURIDAD.

- . - DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL
- . - BOMBAS VS INCENDIOS
- . - GENERACION DE ESPUMA QUIMICA
- . - CASETA DE BRIGADAS VS INCENDIOS

VI.- AREAS ADMINISTRATIVAS.

- .- OFICINAS GENERALES (GERENCIA)
- .- RELACIONES INDUSTRIALES (DEPARTAMENTO)
- .- COMPRAS (DEPARTAMENTO)
- .- DEPARTAMENTO CONTABLE
- .- DEPARTAMENTO DE PLANEACION PRODUCCION
- .- DEPARTAMENTO DE PROYECTOS
- .- DEPARTAMENTO DE COMPUTO
- .- DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DE PROCESOS
- .- DEPARTAMENTO DE VENTAS

VII.- AREAS: OTRAS.

- .- ESTACIONAMIENTOS
- .- ENFERMERIA
- .- VIGILANCIA
- .- TORRES DE DESCARGA
- .- PATIOS DE MANIOBRAS
- .- FUERZA (SUBESTACIONES)

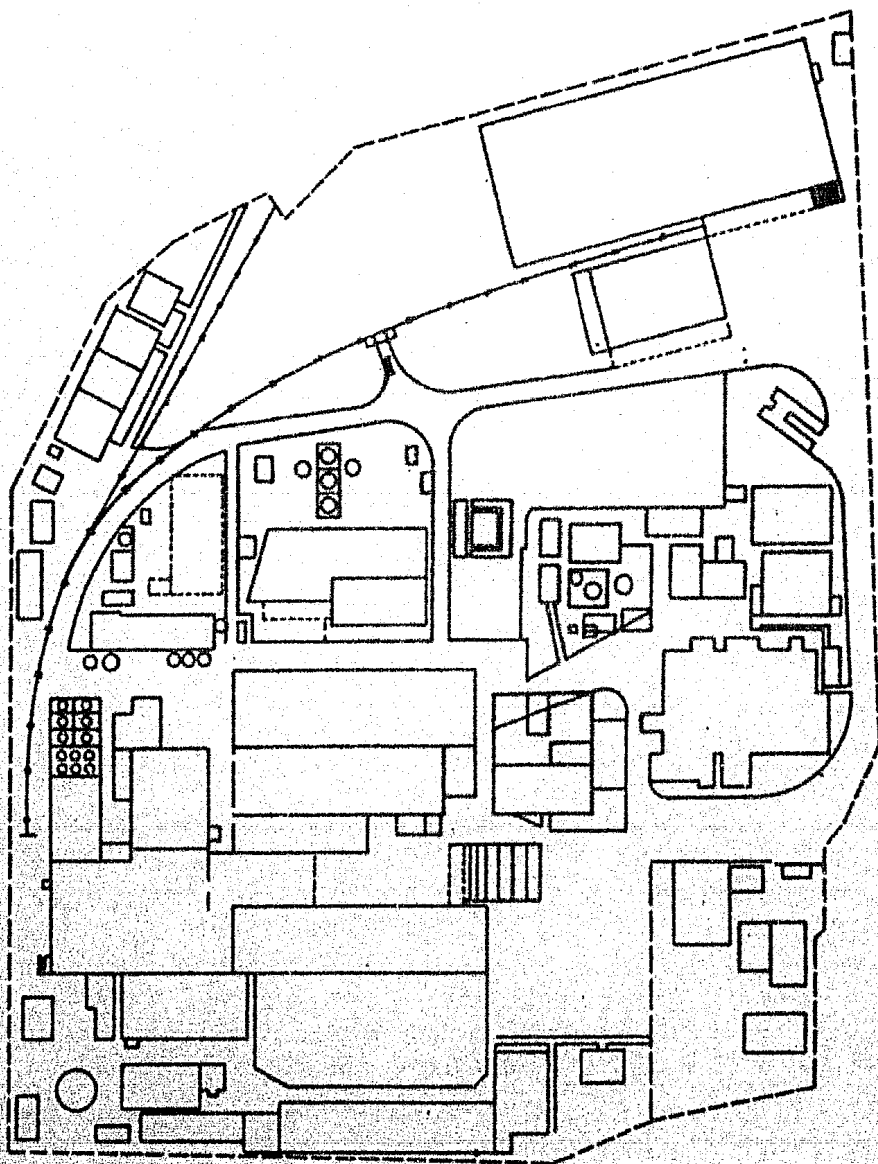


FIG: #1 DIAGRAMA DE DISTRIBUCION DE AREAS PLANTA DE
PINTURAS DUPONT TLALNEPANTLA.

CLASIFICACION DE EQUIPOS: (PRODUCCION)

- . - REACTORES
- . - BOMBAS
- . - COMPRESORES
- . - TORRES DE ENFRIAMIENTO
- . - MOLINOS DE BOLAS
- . - MOLINOS DE ARENA
- . - DISPERSORES DE ALTA VELOCIDAD
- . - GENERADOR DE GAS INERTE
- . - GENERADOR DE VAPOR (CALDERAS)
- . - FILTROS
- . - CONDENSADORES (INTERCAMBIADORES DE CALOR)
- . - TORRES DE SECADO
- . - ENVASADORAS AUTOMATICAS
- . - ENCAJADORAS O ENGOMADORAS
- . - ETIQUETADORAS
- . - IMPRESORAS
- . - MONTACARGAS
- . - ELEVADORES
- . - TANQUES DE MEZCLAS
- . - EXTRACTORES
- . - GENERADOR DE CORRIENTE
- . - COMPUTADORAS
- . - MAQUINAS DE COMBUSTION INTERNA
- . - MAQUINAS DIESEL

CLASIFICACION DE EQUIPOS: (ELECTRICOS)

- . - SUBESTACION RECEPTORA
- . - CUCHILLAS
- . - APARTARRAYOS
- . - EQUIPO DE MEDICION
- . - CONDUCTORES
- . - INTERRUPTORES
- . - TRANSFORMADORES
- . - EQUIPO DE MEDICION
- . - MOTORES ELECTRICOS
- . - ALUMBRADO
- . - CAPACITORES
- . - LINEAS ELECTRICAS
- . - GENERADOR DE CORRIENTE
- . - SISTEMA DE TIERRAS
- . - SISTEMA DE PARARRAYOS
- . - RECTIFICACIONES DE CORRIENTE
- . - REGULADORES DE VOLTAJE
- . - TABLEROS DE DISTRIBUCION

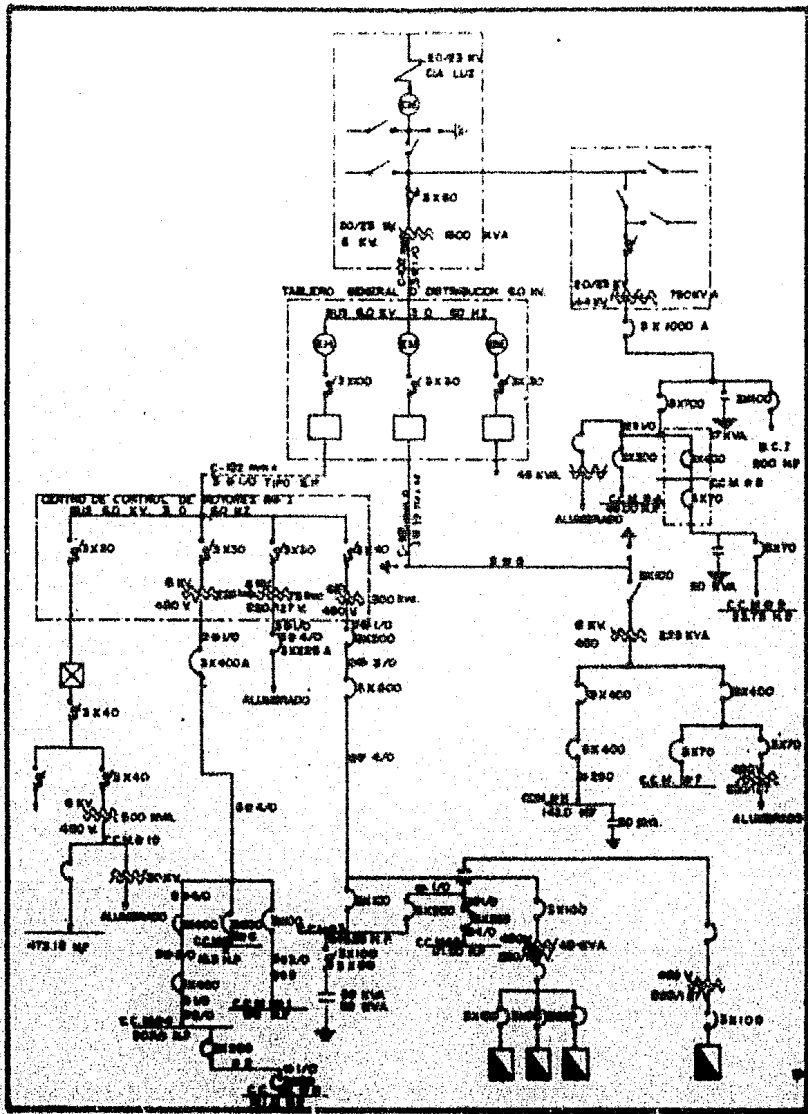


FIG: 2. DIAGRAMA UNIFILAR PLANTA DE PINTURAS DUPONT.

CLASIFICACION ELECTRICA DE AREAS PELIGROSAS.

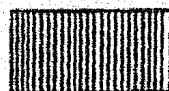
CLASE I

DIVISION I



CLASE I

DIVISION II



CLASE II

DIVISION I



CLASE II

DIVISION II



NO PELIGROSA. (PROPOSITOS GENERALES)

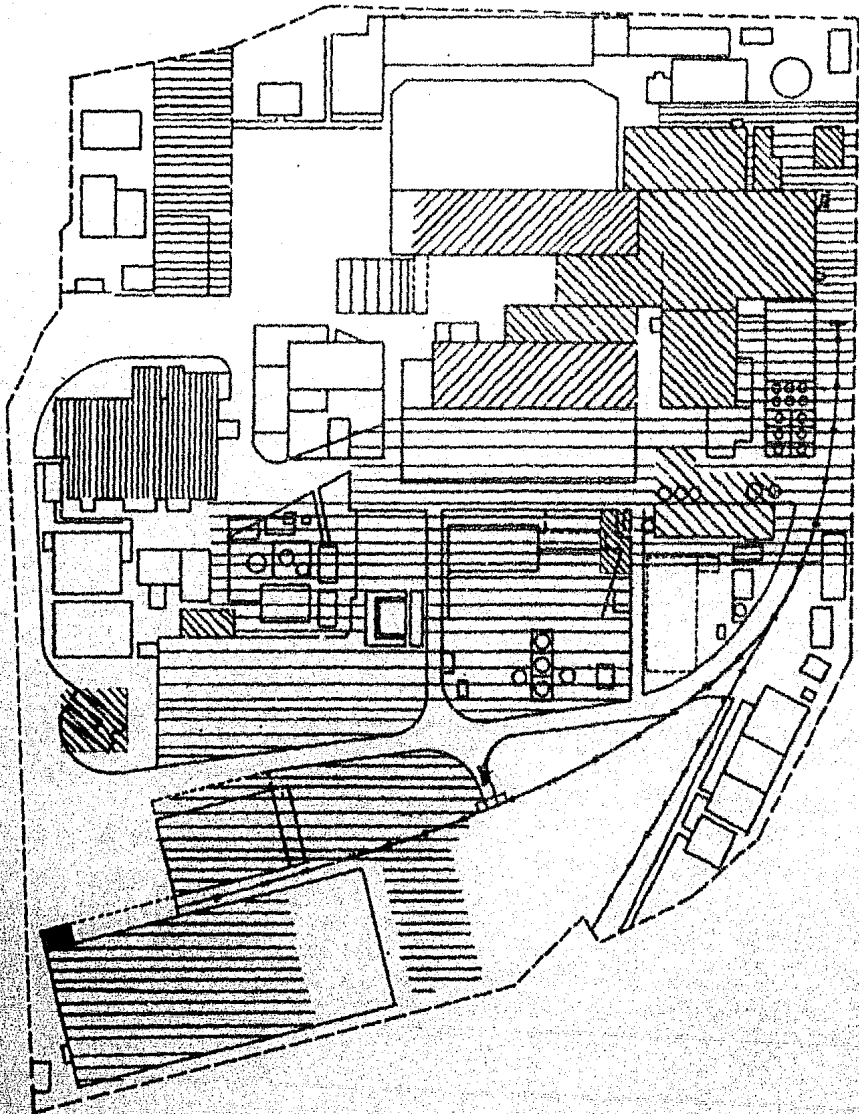


FIG: # 3 CLASIFICACION ELECTRICA DE AREAS PELIGROSAS

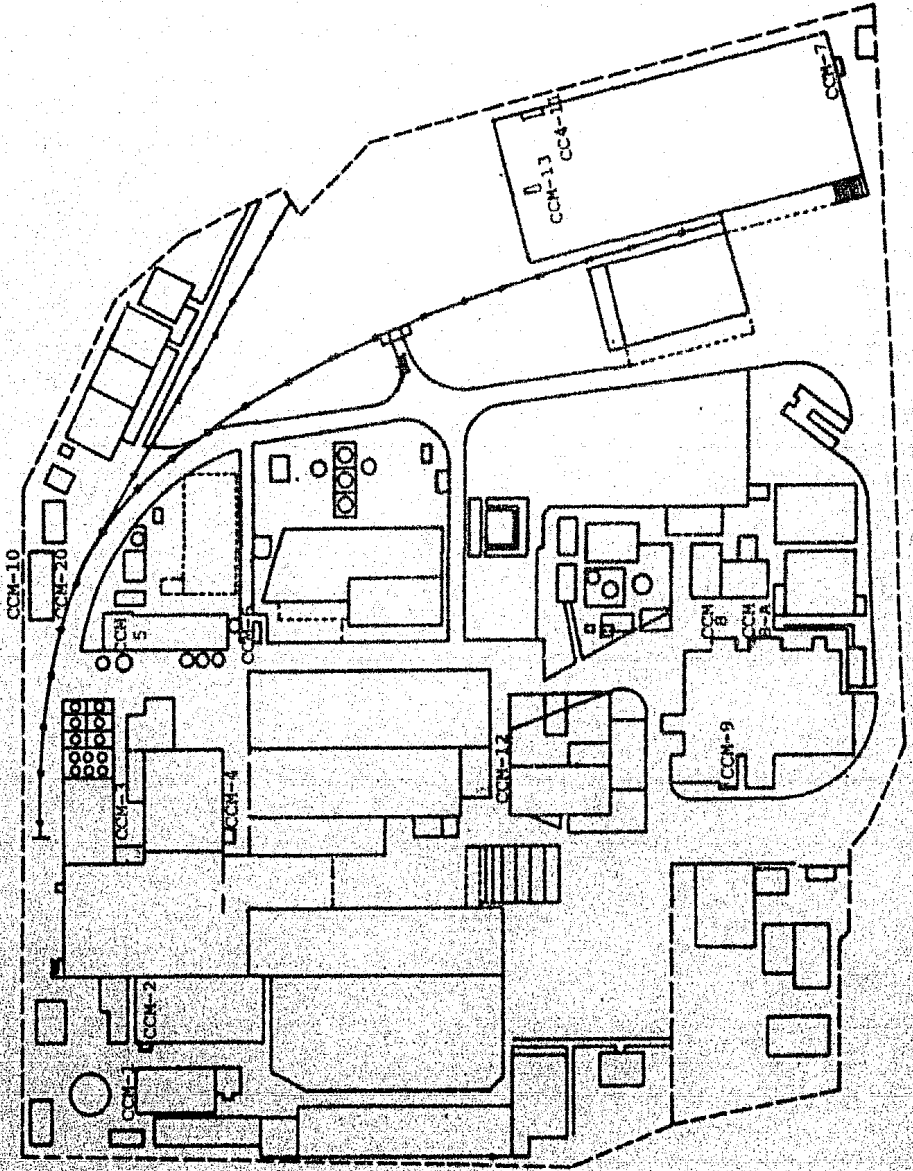


FIG: #4 DIAGRAMA DE UBICACION DE LOS CENTROS DE CONTROL DE MOTORES DE DUPONT.

CONTENIDO

- A.- BREVE DESCRIPCION DEL SISTEMA ELECTRICO EN ALTA TENSION 20/23 KV Y 6 KV.
- B.- DIAGRAMA UNIFILAR DE CONEXION DE TRANSFORMADORES .
- C.- CARACTERISTICAS DE LOS TRANSFORMADORES.
- D.- LOCALIZACION DE LOS CCM'S EN EL PLANO DE LA PLANTA, ASI COMO LAS LINEAS DE DISTRIBUCION PRINCIPALES.
- E.- CARACTERISTICAS DE LOS ELEMENTOS DE DISTRIBUCION EN ALTA TENSION 20/23 KV Y 6 KV DE LA SUBESTACION PRINCIPAL Y CENTRO DE CONTROL DE MOTORES #1.
- F.- CUADROS DE CARGA EN CADA CENTRO DE CONTROL DE MOTORES LOS CUALES COMPRENDEN:
- CUADRO DE CARGA TOTAL DEL CCM
 - CROQUIS DEL CCM
 - CROQUIS DE TABLEROS DE CONTROL A TENSION PLENA
 - CUADROS DE CARGA A TENSION PLENA
- G.- CUADRO GENERAL DE CARGAS CONECTADAS EN CADA C.C.M. EN H.P. Y EN K.V.A.
- H.- CUADRO GENERAL DE CARGAS, CONECTADAS EN CADA TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCION.
- I.- DIAGRAMA GENERAL DEL SITE.
- J.- SIMBOLOGIA.
- K.- FORMULARIO.

PLANTA DE PINTURAS TLALNEPANTLA

SISTEMA ELECTRICO

LA INSTALACION ELECTRICA EN ALTA TENSION SE FORMA DE TRES SECCIONES DE SERVICIO DE 20/23 KV PRIMARIOS Y ADJUNTO OTRAS TRES SECCIONES PARA SERVICIO DE 6 KV, MARCA ICESA CON REG. S.C.D.G.E. No. 5552.

PARA EL SUMINISTRO DE LOS DEPARTAMENTOS DE PINTURAS, BODEGAS Y DELRIN.

EL EQUIPO DE ALTA TENSION DE 20/23 KV:

- 1.- EL EQUIPO DE MEDICION DE LA CIA. DE LUZ.
- 2.- LAS CUCHILLAS SECCIONADORAS TRES FASES EN OPERACION EN GRUPO SIN CARGA DE 400 AMP., 20/23 KV CON REG. SC.DGE 7508.
- 3.- AISLADORES DE RESINA EXPXI, TIPO R-24, MARCA BALTEAU CON REG. -- SC.DGE 4313.
- 4.- SOLERAS DE ALUMINIO PARA ALTA TENSION DE 51 X 6 MM.
- 5.- INTERRUPTOR DE ALTA TENSION, MODELO H-251-6, 20/620, 3 FASES, -- 630 AMP, 24 KV, EQUIPADO CON FUSIBLES DE ALTA CAPACIDAD INTERRUPTIVA DE 1000 MVA. SIMETRICOS, CON MECANISMO DE OPERACION A BASE DE PALANCA EN FORMA DE ESTRIBO.
- 6.- TRANSFORMADOR DE POTENCIA DE 1500 KVA, 60 CICLOS, 20/23 KV.
- 7.- 3 APARTA MALLAS TIPO AUTO VALVULARES.

EL EQUIPO DE ALTA TENSION DE 6 KV:

- 1.- LINEA DE INTERCONEXION CON EL CENTRO DE CONTROL DE MOTORES # 1 - (CCM # 1) FORMADO POR CABLE TIPO EP DE # 1/0, EN TUBERIA CONDUIT DE 3" Ø UNA PARTE VA AEREA Y OTRA SUBTERRANEA.
- 2.- 9 CUCHILLAS DESCONECTADORAS DE OPERACION EN GRUPO CAT. M-16, SEL MEC, REG. S.C. DGE-No. 4245.
- 3.- 3 INTERRUPTORES AUTOMATICOS EN ACEITE, 7500 VOLTS, 6000 AMP. TIPO H-636-A 10 CON BOBINAS (RELEVADORES), DE SOBRECORRIENTE Y NO-VOLTAJE.

SUBESTACION PRINCIPAL

SUBESTACION ELECTRICA COMPACTA TIPO INTERIOR DE 2250 KVA --
(1500 KVA, 20-23 KV/6 KV-750 KVA, 20-22.9 KV/440 VOLTS.

1.- EQUIPO DE MEDICION

MARCA BALTEAU MT -23
CONSTANTE DEL EQUIPO = 2000 N° D/83/18

TRANSFORMADORES DE POTENCIAL

NUMERO D 83/94 D 83/95
RELACION 23000: 115 VOLTS = 200: 1
CARGA W X Y
PRECISION 0.3 0.3 0.6
CARGA MAX. EN V.A. 1000

TRANSFORMADORES DE CORRIENTE

NUMERO D 83/56 D 88/59
RELACION 50: 5 AMP. = 10: 1
CARGA B0.1 B0.2 B0.5 B1.0
PRECISION 0.3 0.3 0.3 0.6
CARGA MAX. EN 1 SEG. 4000

CLASE DE AISLAMIENTO 25 KV, 50-60 HZ, ELEV. MAX. TEMP. 55° SO-
BRE LA TEMPERATURA AMBIENTE DE 40°C A PLENA CARGA.

NORMAS ANSI

ELECTRONICA BALTEAU, S.A.

2.- 3 APARTARRAYOS TIPO AUTOVALVULA

MARCA SIEMENS MES 7, AÑO 80; TIPO H 415 A 20 KV
IN DE DESCARGA 5 KA TENSION DE EXT 25 KV
SIC-DGE-6135 40-60 HZ

3.- 3 FUSIBLES

MARCA CORTOS CIRCUITOS ELECTRICOS, S.A.
REY MAXTLA 169, MEX. 16, D.F. TEL: 5-61-27-22
3-52-32-64

FUSIBLES EN ALTA TENSION, SERVICIO INTERIOR

VNOM - 24 K IN - 100 AMP. MOD. 5394
SIC - DGE 11345

4.- CUCHILLAS SECCIONADORAS

MARCA SIEMENS TIPO: H251 G - 20/630 SU44 KM
No. S. 1000
SERIE 20 TN 23 KV
IN - 630 A F.P. = 0.7
I TERM = 35 KA CAP. INT 10 MVA 50-60 CICLOS
I DIN = 14 KA 25 KA
AUT. SIC-DGE-6141

5.- CUCHILLAS A TIERRA

MARCA SIEMENS TIPO H 245G-20/400-35
No. SP 0417 TN 23 KV
SERIE 205 IN 400 AMP
I DIN 35 KA
I TERM 14 KA

6.- GABINETE GENERAL QUE CONTIENE ESTOS EQUIPOS

TABLEROS Y SUBESTACIONES ELECTRICAS
SERIE : 9-72-163
AUT. SIC-DGE 5552
TEL: 5-17-32-51 TEL: 5-37-09-26
MARCA ICESA (ING. Y CONSTRUCCIONES ELECTRICAS)

7.- TRANSFORMADOR EN ACEITE PRINCIPAL

MARCA: CONTINENTAL ELECTRIC
KVA 1500
SERIE: 4003 11340
VOLTS: 23000 / 20000 6000
FASES 3 FRECUENCIA 60 HZ
IMP. 45A
47A A 85°C

ELEV. 65°C ALTITUD 2000 MS. N.M.
CLASE OA, TENSION ADICIONAL A 1500 KVA
ONDA COMPLETA: N.B.I. 150 K.V.A.T.
90 KVBT

INSTRUCTIVO MT-001

ACEITE PEMEX No. 1-S 1910 LITROS

PESO TOTAL 6900 KG.

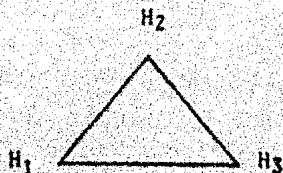
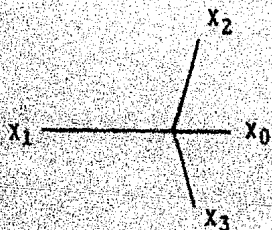
AUT. SIC DGE No. SIC DGE 3684 FECHA: 18-07-80

DERIVACIONES

POS.	UNE.	VOLTS	CONECTAR EN TABLERO
1	1-2	24000	7-10 ; 7-11
2	2-3	23500	7-10 ; 7-11
3	3-4	23000	7-10 ; 7-11
4	4-5	22500	7-10 ; 7-11
5	5-6	22000	7-10 ; 7-11

POS.	UNE.	VOLTS	CONECTAR EN TABLERO
1	1-2	21000	7-8 7-9
2	2-3	20500	7-8 7-9
3	3-4	20000	7-8 7-9
4	4-5	19500	7-8 7-9
5	5-6	19000	7-8 7-9

ACTUALMENTE ESTA EN LA POSICION 3 - 23000 VOLTS.
DIAGRAMA VECTORIAL.

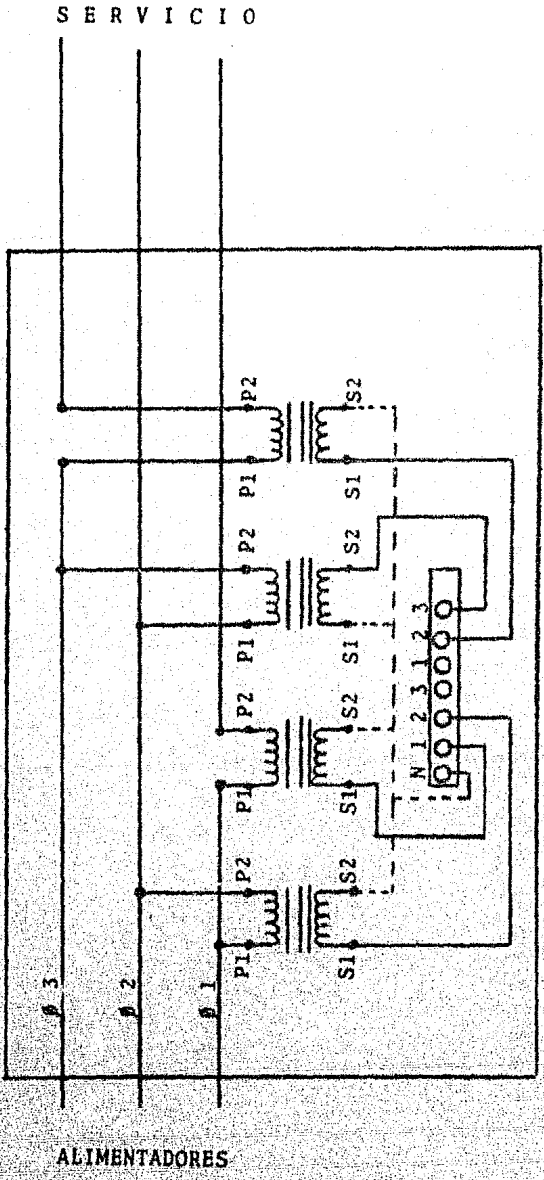


8.- 3 INTERRUPTORES AUTOMATICOS EN ACEITE, 7500 V, 600 A, 50 CPS,
MODELO M 16 PARA OPERACION EN 6 KV, TIPO H 636-A 10 CON BOBI-
NAS DE SOBRECORRIENTE Y NO VOLTAJE. MARCA SIEMENS, RDGE 4305.

9.- AISLADORES DE LA BARRAS

MARCA BALTEAU RDGE-4313, AISLADORES EN RESINA DE EPOXI TIPO -
R-24.

DIAGRAMA DEL EQUIPO DE MEDICION



PROTECCION

CORTA CIRCUITOS FUSIBLES CON PUERTA

FUSE CUT OUT

MARCA GENERAL ELECTRIC

7.8 KV 100 AMP.

INTERRUPTING RATING 3000 AMP.

SEE INST. GEH-1635

PORTAFUSIBLES GE-1

MODELO 9 F 6D6

200 AMP. WITH BLADE

REPL. CAT. 676A449

2341 - 141

TRANSFORMADOR No. 2

MARCA WESTINGHOUSE

SERIE 4081360

½ IMP. A 75°C 4.0%

75 KVA 6000/440-220 VOLTS.

50 CICLOS TIPO S

ESTILO 94U444 1890 LBS.

3 POSICIONES

½ HIGH VOLTAJE

TAP CHANGER

	POS.	CONECTS
105	1	3 A 4
100	2	2 A 4
95	3	2 A 5

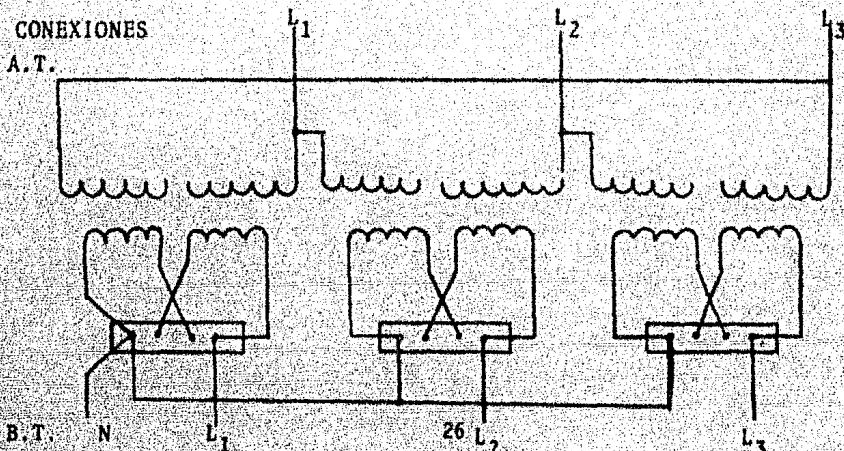
LOW VOLTAJE CONEC.

440 Y / 254

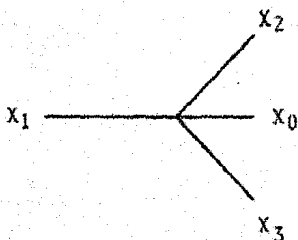
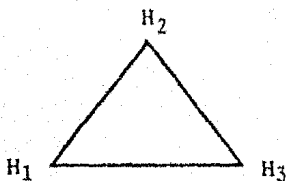
220 Y / 127

B A C

A A C, B A D



POLARIDAD



PROTECCION

CORTA CIRCUITOS ABIERTOS

FUSE UNIT FOR S & C PAD MOUNTED FUSE

CATALOG No. 511 015 R-2

KV 8.0 - 8.25

IEC No. 165.6

S & C ELECTRIC COMPANY CHICAGO

PORTAFUSIBLES:

CORTACIRCUITOS TIPO PM

MARCA: S & C DE POTENCIA EN ACIDO BORICO CAT. 4820-C

S & C MOUNTER GEAR, STANDAR DUTY TYPE MOUNTING

CAT. 4820-C

S.N. AMP. CONT 200

S.N. AMP. MOMENT 8000

KV NOM. 8

KV MAX. BIL 95

DANDER HIGH VOLTAJE

FUSE AMP" MAX. 50

FUSE, AMP. INT (ASYM) 8000

THIS UNIT MUST NOT BE OPERATED EXCEPT BY ELECTRIC, UNILITY OF OTHER QUALIFIED PERSONNEL.

WHEN OPENING CIRCUIT SQC'S LOAD BUSTER (LOAD BREAK TOOL)

CATALOG No. 4700 E, MUST BE USED

S & C ELECTRIC COMPANY

TRANSFORMADOR No. 3

MARCA : IEM

300 KVA

6000/440-220 VOLTS

SERIE : 21-4276-1

CENTRO DE CONTROL DE MOTORES No. 1

CUADRO DE CARGAS

T O T A L

SECCION A TABLERO DE CONTROL A TENSION PLENA	55 H.P.
EXTRACTOR DE HUMO DE CAFETERIA	5 H.P.
BOMBA DE DRENAJE No. 1	3 H.P.
BOMBA DE DRENAJE No. 2	5 H.P.
	<hr/>
	68 H.P.

CENTRO DE CONTROL DE MOTORES No. 2

CUADRO DE CARGAS

T O T A L

SECCION A TABLERO DE CONTROL A TENSION PLENA	13.5 H.P.
INYECTOR DE AIRE AL CUARTO DE ESTUFAS	1.5 H.P.
INYECTOR DE AIRE CALIENTE A CABINA No. 1	2.0 H.P.
5 TALADROS DE BANCO	2.5 H.P.
	<hr/>
	19.5 H.P.

CENTRO DE CONTROL DE MOTORES #1

CUADRO DE CARGAS

GABINETE No.	EQUIPO	INTERRUPTOR CLASE/TIPO	ARRANCADOR CLASE/TIPO	ELEMENTOS TERMICOS	MOTOR H.P./VOLTS/AMP.
01	BOMBA DE AGUA No. 1	FAL / 20 A	8536/BO-2	B-9-10	5/440/
02	BOMBA DE AGUA No. 3		8536/DO-1	B-25	15/440/20
03	BOMBA DE AGUA No. 2	FAL / 30 A	8536/CG-3	B-22	10/440/12
04	BOMBA DE POZO PROFUNDO	/ 50 A	8536/DO-1	B-40	25/440/34
05	INTERRUPTOR BOMBA VS INCEN DIO	FAL / 30 A			
06	*				

CARGA TOTAL _____ H.P.
TRANSFORMADOR No. _____ KVA _____

* VACANTE
FUERA DE SERVICIO

CENTRO DE CONTROL DE MOTORES # 2.

CUADRO DE CARGAS

GABINETE No.	E Q U I P O	INTERRUPTOR CLASE/TIPO	ARRANCADOR CLASE/TIPO	ELEMENTOS TERMICOS	M O T O R H. P./VOLTS/AMP.
01	INTERRUPTOR GENERAL				
02	CABINA DE COLO REO No. 4	FAL / 15 A	8536/DO-1	B-6-25	3/440/4.1
03	CABINA DE COLO REO No. 3	FAL / 15 A	8536/DO-1	B-6-25	3/440/4.1
04	CABINA DE COLO REO No. 2	FAL / 15 A	8536/DO-1	B-6-25	3/440/4.1
05	CABINA DE COLO REO No. 1	FAL / 15 A	8536/DO-1	B-9-10	3/440/4.1
06	VENTILADOR CUARTO DE ESTU FAS.	FAL / 15 A	8536/BG-2	B-3.00	1.5/440/3.05

CARGA TOTAL _____ H. P.
TRANSFORMADOR No. _____ KVA _____

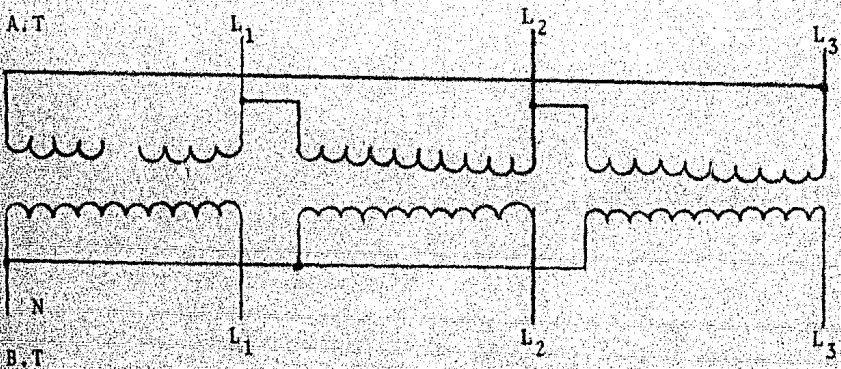
CUARTO DE CONTROL DE MOTORES No. 3

TRANSFORMADOR PARA ALUMBRADO

MARCA: IESA 45 KVA 440/220-127 VOLTS
 CLASE OA TIPO N.R.A.E. SERIE 3120-1-1
 IMPEDANCIA EN N A 85°C 2.32/2.70%
 SOBREELEVACION 65°C AMB. MAX. 40°C A 2300 M.S.N.M.
 NIVEL BASICO DE IMPULSO A.T. 30 KV, B.T. 30 KV
 INSTRUCTIVO 3120
 DERIVACIONES

	POS.	CONECTA	VOLTS.	AMP.
ALTA TENSION	1	4-5	462	56.2
	2	4-6	451	57.6
	3	3-6 N	440	59.0
	4	3-7	429	60.6
	5	2-7	418	62.2
BAJA TENSION	-	---	220	118

TRANSFORMADOR	254 KG.	PESO TOTAL	525 KG
LIQUIDO	126 KG/ 145 H	FABRICADO	7-71



BANCO DE CAPACITORES PARA CORRECCION

DE

FACTOR DE POTENCIA

CAPACITOR INDUSTRIAL, CON CELDAS UNITARIAS, PARA CORREGIR EL
FACTOR DE POTENCIA.

SIG DGE 815 20 KVAR 480 VOLTS.
3 FASES 50 CPS CAT No. 48 P306
SERIE US 7544 FLAMEO 260°C CLORINOL 2.2 LTS.
EQUIPADOS CON RESISTENCIAS DE DESCARGA (3 CAPACITORES)
FABRICADOS POR BALMEC, S.A.

CENTRO DE CONTROL DE MOTORES No. 3

CUADRO DE CARGAS

T O T A L

SECCION A, TABLEROS DE CONTROL A TENSION PLENA	327.5 H.P.
SECCION B, TABLEROS DE CONTROL A TENSION PLENA	215.0 H.P.

TABLEROS DE CONTROL A TENSION REDUCIDA:

- MOLINO DE BOLAS No. 5	40.0 H.P.
- MOLINO DE BOLAS No. 6	50.0 H.P.
- MOLINO DE BOLAS No. 7	75.0 H.P.
- MOLINO DE BOLAS No. 9	100.0 H.P.
- TANQUE DE MEZCLAS No. 6	40.0 H.P.
- TANQUE DE MEZCLAS No. 11	40.0 H.P.

TRANSFORMADOR DE ALUMBRADO PARA CCM # 3 Y CCM # 4 DE 45 KVA = 38.25 KW = 51 H.P.	51.0 H.P.
---	-----------

REACTOR PILOTO DEL LABORATORIO DE PINTURAS	6.75 H.P.
--	-----------

945.25 H.P.

CENTRO DE CONTROL DE MOTORES No. 3

CUADRO DE CARGAS

REACTOR PILOTO

<u>EQUIPO</u>	<u>H.P.</u>
REACTOR PILOTO	1.00
BOMBA DE MONOMEROS	1.00
EXTRACTOR DE BOMBA DE MONOMEROS	0.25
BOMBA DE VACIO	1.00
QUEMADOR	0.50
BOMBA DE HIDRAULICO	1.00
BOMBA DE AGUA DE RECUPERACION	0.25
EXTRACTOR DE LA CABINA	0.50
AGITADOR DE BOTES	0.50
AGITADOR DE BOTES DOBLE	0.75

CENTRO DE CONTROL DE MOTORES No.3

SECCION A

1	7	13	19	25	31	37	43
2	8	14	20	26	32	38	44
3	9	15	21	27	33	39	45
4	10	16	22	28	34	40	46
5	11	17	23	29	35	41	47
6	12	18	24	30	36	42	48

CENTRO DE CONTROL DE MOTORES # 3

SECCION A

CUADRO DE CARGAS

GABINETE No.	EQUIPO	INTERRUPTOR CLASE/TIPO	ARRANCADOR CLASE/TIPO	ELEMENTOS TERMICOS	MOTOR H. P. /VOLTS/AMP.
01	EXTRACTOR DE LA CABINA CONTRATISTAS	FAL / 20 A	8536/BG-2	B-6.25	3/440/4.1
02		/ 50 A	8536/BO-2	B-4.85	
03	*	FAL / 15 A	8536/BG-2	B-6.25	
04	INT. GRAL. AGITADOR TK. BASES No. 1	/ 15 A	8536/BO-3	B-6.90	3/440/4.1
05	AGITADOR DEL TANQUE DE BASES No. 2		8536/CG-3	B-5.25	3/440/4.1
06	AGITADOR DEL TANQUE DE BASES No. 3		8536/CG-3	B-5.25	3/440/4.1
07	*	FAL / 40 A	8536/DO-1		
08	*	FAL / 15 A	8536/BG-2	B-10.2	
09	*	FAL / 15 A	8536/BG-2		
10		/ 20 A	8536/BG-2	B-9.10	5/440/6.5
11	BOMBA DEL TANQUE DE MEZCLAS No. 10	/ 15 A	8536/BG-2	B-19.5	3/440/4.3
12	* EXTRACTOR DEL CCM # 3	FAL / 15 A	8536/BG-2	B-9.10	
13	TANQUE DE MEZCLAS No. 2	FAL / 15 A	8536/CO-3	B-22	15/440/20.8
14	TANQUE DE MEZCLAS No. 3	FAL / 30 A	8536/CG-3	B-22	10/440/14
15	TANQUE DE MEZCLAS No. 1		8536/CO-3	B-22	10/440/14
16	*		8536/BG-2	B-10.2	
17	ELEVADOR DE LA PLANTA DE TANQUES	/ 15 A	8536/BG-2		5/440/6.5
18	BOMBA DEL H-59	/ 15 A	8536/DO-2	B-17.5	10/440/14
19	TANQUE DE MEZCLAS No. 10	/ 40 A	8536/DO-1	B-17.5	10/440/13.8
20	TANQUE DE MEZCLAS No. 8	/ 30 A	8536/BO-2	B-9.10	10/440/13
21	TANQUE DE MEZCLAS No. 9	FAL / 40 A	8536/DO-1	B-25	15/440/20.8

CENTRO DE CONTROL DE MOTORES # 3

SECCION A

CUADRO DE CARGAS

<u>GABINETE</u> <u>No.</u>	<u>EQUIPO</u>	<u>INTERRUPTOR</u> <u>CAUSE/ TIPO</u>	<u>ARRANCADOR</u> <u>CAUSE/TIPO</u>	<u>ELEMENTOS</u> <u>TERMICOS</u>	<u>MOTOR</u> <u>H.P./VOLTS/AMP.</u>
22	TANQUE DE MEZCLAS No. 7	FAL / 30 A	8536/BO-2	B-9.10	5/440/7.3
23	TANQUE DE MEZCLAS No. 5	FAL / 15 A	8536/CO-3	B-9.10	5/440/7.3
24	TANQUE DE MEZCLAS No. 4	/ 40 A	8536/CO-3	B-22	15/440/20.8
25	TANQUE DE MEZCLAS No. 18	/ 20 A	8536/BG-2	B-15.5	7.5/440/10.5
26	TANQUE DE MEZCLAS No. 20	FAL / 20 A	8536/CG-3	B-15.5	7.5/440/10.5
27	TANQUE DE MEZCLAS No. 17	/ 40 A	8536/DO-1	B-25	15/440/19.3
28	TANQUE DE MEZCLAS No. 15	/ 40 A	8536/CG-3	B-25	15/440/19.1
29	TANQUE DE MEZCLAS No. 13	/ 40 A	8536/DO-1	B-25	15/440/19.1
30	BOMBA DE DESCARGA MOLINO No. 7	FAL / 20 A	8536/CO-3	B-6.25	3/440/4.2
31	TANQUE DE MEZCLAS No. 16	FAL / 40 A	8536/OG-3	B-15.5	7.5/440/10.5
32	TANQUE DE MEZCLAS No. 14	/ 30 A	8536/CO-3	B-3.70	2/440/2.8
33	TANQUE DE MEZCLAS No. 12	/ 15 A	8536/BG-2	B-3.7	2/440/2.8
34	TANQUE DE MEZCLAS No. 19	/ 20 A	8536/CG-3	B-15.5	7.5/440/11.7
35	TANQUE DE MEZCLAS No. 21	/ 40 A	8536/DG-1	B-25	15/440/21
36	TANQUE DE MEZCLAS No. 23	/ 50 A	8536/DO-1	B-40	25/440/33
37	MOLINO No. 7 INT. GRAL. CCM # 5				
38	MOLINO DE BOLAS No. 8	FAL / 50 A	8536/DP-1	B-25	15/440/20.8
39	*	FAL / 30 A	8536/CG-3	B-22	
40	MOLINO DE BOLAS No. 4	FAL / 20 A	8536/CG-3	B-15.5	7.5/440/11.2
41	MOLINO DE BOLAS No. 3	FAL / 15 A	8536/BG-2	B-6.25	
42	MOLINO DE BOLAS No. 2	FAL / 40 A	8536/DG-1	B-25	15/440/20.8

CENTRO DE CONTROL DE MOTORES # 3

SECCION A

CUADRO DE CARGAS

<u>GABINETE</u> <u>No.</u>	<u>EQUIPO</u>	<u>INTERRUPTOR</u> <u>CLASE/TIPO</u>	<u>ARRANCADOR</u> <u>CLASE/TIPO</u>	<u>ELEMENTOS</u> <u>TERMICOS</u>	<u>MOTOR</u> <u>H.P./VOLTS/AMP.</u>
43	LAT. MOLINO No. 5 INT. GRAL BOMBAS RESINAS.				
44	INTERRUPTOR GENERAL DEL CCM # 3	/ 400 A			
45	CONTACTOS 440 V./CONTACTOS 440 V.	50A / 50 A			
46	INT. HORNOS/ INT. COMPRESORES	100A / 70 A FAL.			43/440/56.5
47	EXTRACTOR PLATAFORMAS DE TANQUES	FAL / 15 A	8536/BG-2	B-9.10	5/440/6.8
48		FAL / 15 A	8536/BG-2	B-2.40	

CARGA TOTAL 327.5 H.P.

TRANSFORMADOR No. 3 KVA 300

*VACANTE
FUERA DE SERVICIO
CONTROL A 110 VOLTS.

CENTRO DE CONTROL DE MOTORES No. 3

SECCION B

1	7	13	19
2	8	14	20
3	9	15	21
4	10	16	22
5	11	17	23
6	12	18	24

CENTRO DE CONTROL DE MOTORES # 3.

SECCION B

CUADRO DE CARGAS

GABINETE	EQUIPO	INTERRUPTOR	ARRANCADOR	ELEMENTOS	MOTOR
No.		CLASE/TIPO	CLASE/TIPO	TERMICOS	H.P./VOLTS/AMP.
01	°TANQUE NO. 3 DEL RC-3554	FAL / 20 A	8536/CO-3	B-22	10/440/14.5
02	TANQUE No. 4	FAL / 20 A	8536/CO-3	B-10.2	10/440/14.15
03	°TANQUE No. 5 DEL RC-16012-1	FAL / 20 A	8536/CO-3	B-10.2	10/440/14.15
04	°TANQUE No. 6 DEL RC-3/79	FAL / 20 A	8536/CO-3	B-10.2	10/440/14
05	°TANQUE No. 7 DEL RC-16012-2	FAL / 20 A	8536/CO-3	B-10.2	10/440/14
06	°TANQUE No. 8 DEL RC-3455	FAL / 20 A	8536/CO-3	B-10.2	10/440/14
40 07	*INTERRUPTOR GENERAL (GAB- 1 AL 12)	FAL / 70 A			
08	TANQUE No. 2 DEL RC-CL 937	FAL / 30 A	8536/CO-3	B-10.2	10/440/14
09	TANQUE No. 1 DEL RC-909	FAL / 30 A	8536/CO-3	B-10.2	10/440/14
10	MOLINO DE BOLAS No. 1	FAL / 40 A	8536/DO-1	B-25	15/440/20.4
11	AGITADOR DE OLLAS PORTATILES No. 1	FAL / 30 A	8536/CO-3	B-22	10/440/13.7
12	AGITADOR DE OLLAS PORTATILES No. 2	FAL / 50 A	8536/DO-1	B-25	15/440/21
13	AGITADOR DE OLLAS PORTATILES No. 3	FAL / 30 A	8536/CO-3	B-22	10/440/13.7
14	AGITADOR DE TAMBORES	FAL / 30 A	8536/CO-3	B-4.85	2/440/4.6
15	CONTACTOS 440V. OLLAS DE CERA (3)	FAL / 20 A	8536/CO-3	B-9.10	3X1/440/1.5
16	INT. GRAL. DE GENERADOR CO ₂	FAL / 30 A	8536/CO-3		5/440/6.9
17	EXTRACTOR DEL CUARTO DE HORNOS	FAL / 30 A	8536/CO-3	B-11.5	5/440/7.5
18	INYECTOR DE AIRE EN HORNOS	FAL / 30 A	8536/CO-3	B-22	10/440/15
19	TANQUE P-42 DEL RC-3554	FAL / 30 A	8536/CO-3	B-25	10/440/14.5
20	TANQUE P-41 DEL RC-483	FAL / 30 A	8536/CO-3	B-25	10/440/14.7

CENTRO DE CONTROL DE MOTORES # 3

SECCION B

CUADRO DE CARGAS

GABINETE No.	EQUIPO	INTERRUPTOR CLASE/TIPO	ARRANCADOR CLASE/TIPO	ELEMENTOS TERMICOS	MOTOR H.P./VOLTS/AMP.
21	TANQUE P-40 DEL RC-16026	FAL / 30 A	8536/CO-3	B-25	10/440/14
22	TANQUE P-37 DEL RC-16026	FAL / 30 A	8536/CO-3	B-25	10/440/13.8
23	TANQUE P-38 DEL RC-6045	FAL / 30 A	8536/CO-3	B-25	10/440/14
24	TANQUE P-39 DEL RC-305	FAL / 30 A	8536/CO-3	B-25	10/440/14.15

CARGA TOTAL 215 H.P.
TRANSFORMADOR No. 3 KVA 300

41

CONTROL A 100 V.

T. SQUARED , 9070/EO-1/50 V.A.

T. SQUARED , 9070/EO-2/100 V.A.

CENTRO DE CONTROL DE MOTORES No. 4

SECCION A

1	7	13	19	25	31	37	43
2	8	14	20	26	32	38	44
3	9	15	21	27	33	39	45
4	10	16	22	28	34	40	46
5	11	17	23	29	35	41	47
6	12	18	24	30	36	42	48

CENTRO DE CONTROL DE MOTOKES No. 4

CUADRO DE CARGA

SECCION A, TABLERO DE CONTROL A TENSION PLENA	258.0 H.P.
SECCION B, TABLERO DE CONTROL A TENSION PLENA	165.0 H.P.
CONTROLES A TENSION REDUCIDA:	
MOLINO SUPER MILL No. 1	40.0 H.P.
MOLINO SUPER MILL No. 2	40.0 H.P.

503.0 H.P.

CENTRO DE CONTROL DE MOTORES # 4

SECCION A

CUADRO DE CARGAS

GABINETE	EQUIPO	INTERRUPTOR	ARRANCADOR	ELEMENTOS	MOTOR
No.		CLASE/TIPO	CLASE/TIPO	TERMICOS	H.P./VOLTS/AMP.
01	INTERRUPTOR 440, CONTACTOS				
02	MOLINO DE ARENA P 47 # 2	/ 40 A	8536/DO-1	B-25	15/440/20
03	BOMBA DESCARGA DEL P 47 # 2	/ 15 A	8536/BG-2	B-2.65	75/440/1.65
04	BOMBA LAVADO DEL P 47 # 2	/ 15 A	8536/BG-2	B-6.25	3/440/4.9
05	BOMBA ALIMENTACION DEL P 47 # 2	/ 15 A	8536/BG-2	B-2.65	1/440/1.9
06	*	FAL / 15 A	8536/BG-2		
07	MEZCLADORA DE PASTAS # 1	FAL / 15 A	8536/BG-2	B-10.2	5/440/6.6
44 08	MEZCLADORA DE PASTAS # 2	/ 30 A	8536/CO-3	B-22	10/440/14.8
09	*	/ 1			
10	o	/ 15 A	8536/BG-2	B-9.10	5/440/7.4
11	TANQUE DE MEZCLAS No. 26	FAL / 50 A	8536/DO-1	B-25	15/440/20.8
12	TANQUE DE MEZCLAS No. 24	FAL / 50 A	8536/DO-1	C-45	15/440/20.8
13	*				
14	*		8536/BG-2	B-10.2	
15	TANQUE DE MEZCLAS No. 25	/ 40 A	8536/DO-1	B-25	15/440/20.8
16	TANQUE DE MEZCLAS No. 27	FAL / 40 A	8536/DO-1	B-25	15/440/20.8
17	TANQUE DE MEZCLAS No. 29	FAL / 40 A	8536/DO-1	B-25	15/440/20.8
18	TANQUE DE MEZCLAS No. 22	FAL / 40 A	8536/DO-1	B-25	15/440/22.9
19	MOLINO DE ARENA P 47 # 1	FAL / 40 A	8536/DO-1	2-B-25/1-B-40	15/440/19.2
20	INTERRUPTOR GENERAL	LAL /400 A			
21	o BOMBA DESCARGA DEL P 47 # 1	FAL / 15 A	8536/BG-2		75/440/1.65
22	o	FAL /	8536/CO-3	B-1.67	75/440/1.65

CENTRO DE CONTROL DE MOTORES # 4

SECCION A

CUADRO DE DESCARGA

GABINETE No.	EQUIPO	INTERRUPTOR CLASE/TIPO	ARRANCADOR CLASE/TIPO	ELEMENTOS TERMICOS	MOTOR H.P./VOLTS/AMP.
23	°BOMBA ALIMENTACION P 47 # 1	FAL / 15 A	8536/BO-2	B-3.00	75/460/2.0
24	°TANQUE DE MEZCLAS No. 3 P 47 # 2	FAL / 15 A	8536/BO-3	B-6.25	3/440/4.9
25	MOLINO DE ARENA P 47 # 3	FAL / 40 A	8536/DO-2	B-25	15/460/19.5
26	°TANQUE DE MEZCLAS No. 6 P 47 # 3	FAL / 20 A	8536/CO-3	B-15.5	7.5/440/11.9
27	°TANQUE DE MEZCLAS No. 5 P 47 # 3	FAL / 30 A	8536/CO-3	B-15.5	7.5/440/11.9
28	°BOMBA ALIMENTACION P 47 # 3	FAL / 15 A	8536/CO-3	B-2.65	.75/460/2
29	°BOMBA DESCARGA P 47 # 3	FAL / 15 A	8536/CO-3	B-1.67	.75/460/1.3
30	°BOMBA LAVADO P 47 # 3	FAL / 15 A	8536/CO-3	B-3.70	3/460/4.0
31	°TANQUE DE MEZCLAS No. 8 P 47 # 4	FAL / 20 A	8536/CO-3	B-15.5	7.5/440/11.9
32	MOLINO DE ARENA P 47 # 4	FAL / 50 A	8536/DO-1	B-32	20/460/26
33	°TANQUE DE MEZCLAS No. 7 P 47 # 4	FAL / 20 A	8536/CO-3	B-15.5	7.5/440/1.9
34	°BOMBA DE ALIMENTACION P 47 # 4	FAL / 15 A	8536/CO-3	B-2.65	.75/440/1.35
35	°BOMBA DE DESCARGA P 47 # 4	FAL / 15 A	8536/CO-3	B-1.67	.75/460/1.30
36	°BOMBA DE LAVADO P 47 # 4	FAL / 15 A	8536/CO-3	B-3.70	3/440/4
37	EXTRACTOR DE MOLINOS P 47	FAL / 15 A	8536/CO-3	B-25	10/440/13.1
38	*	FAL / 30 A	8536/CO-3	B-3.70	
39	TANQUE DE MEZCLAS No. 4 P 47 # 2	FAL / 30 A	8536/CG-3	B-6.25	3/440/4.9
40	°TANQUE DE MEZCLAS No. 1 P 47 # 1	FAL / 15 A	8536/BO-2	B-9.10	5/440/7.4
41	°BOMBA DE LAVADO P 47 # 1	FAL / 15 A	8536/BO-2	B-6.25	3/440/4.6
42	INT. CONTACTOS CCM No. 4		8536/DO-1	B-40	
43	°REACK DE AGITACION, RODILLOS LA.	FAL / 30 A	8536/CO-3	B-5.50	3/440/4.6
44	*	FAL / 15 A	8536/CO-3	B-6.25	

CENTRO DE CONTROL DE MOTORES # 4

SECCION A

CUADRO DE CARGAS

GABINETE No.	EQUIPO	INTERRUPTOR CLASE/TIPO	ARRANCADOR CLASE/TIPO	ELEMENTOS TERMICOS	MOTOR H. P. /VOLTS/AMP.
45	MOLINITO DE ARENA P 47 # 2 LAB.	FAL / 15 A	8536/CO-3	B-6.25	2/440/3.05
46	MOLINITO DE ARENA P 47 # 1 LAB.	FAL / 15 A	8536/CO-3	B-6.25	2/440/3.05
47	MOLINITO DE BOLAS No. 1 LAB.	FAL / 15 A	8536/CO-3	B-3.70	3/440/4.1
48	MOLINITO DE BOLAS No. 2 LAB.	FAL / 15 A	8536/CO-3	B-3.70	3/440/4.1

CARGA TOTAL 258 H.P.

TRANSFORMADOR No. 4 KVA 225

CENTRO DE CONTROL DE MOTORES # 4

SECCION B

CUADRO DE CARGAS

<u>GABINETE</u> <u>No.</u>	<u>E Q U I P O</u>	<u>INTERRUPTOR</u> <u>CLASE/TIPO</u>	<u>ARRANCADOR</u> <u>CLASE/TIPO</u>	<u>ELEMENTOS</u> <u>TERMICOS</u>	<u>M O T O R</u> <u>H. P/VOLTS/AMP</u>
01	INTERRUPTOR GENERAL				
02	°TANQUE DE MEZCLAS No. 28	FAL / 40 A	8536/DO-1	B-28	15/440/21.1
03	°TANQUE DE MEZCLAS No. 30	FAL / 40 A	8536/DO-1	B-28	15/440/21.1
04	TANQUE DE MEZCLAS No. 37	FAL / 40 A	8536/DO-1	B-28	15/440/21.1
47 05	°TANQUE DE MEZCLAS No. 10 SUPER MILL	FAL / 40 A	8536/DO-1	B-25	15/440/21.1
06	°TANQUE DE MEZCLAS No. 9 SUPER MILL	FAL / 40 A	8536/DO-1	B-25	15/440/21.1
07	TANQUE DE MEZCLAS No. 31	FAL / 30 A	8536/CO-3	B-25	10/440/14
08	TANQUE DE MEZCLAS No. 33	FAL / 30 A	8536/CO-3	B-25	10/440/14
09	°TANQUE DE MEZCLAS No. 35	FAL / 30 A	8536/CO-3	B-25	10/440/14
10	TRANSFORMADOR DE CONTROL SUPER MILL				
11	TANQUE DE MEZCLAS No. 32	FAL / 70 A	8536/EO-1	C-51	30/440/38
12	TANQUE DE MEZCLAS No. 39	FAL / 70 A	8536/EO-1	C-51	30/440/38

CARGA TOTAL 165 H.P.
TRANSFORMADOR 4 RVA 225

CENTRO DE CONTROL DE MOTORES # 5

CUADRO DE CARGAS

T O T A L

SECCION A, TABLEROS DE CONTROL A TENSION REDUCIDA	154.5 H.P.
TRANSFORMADOR PARA ALUMBRADO DE 15 KVA.	<u>17.0 H.P.</u>
	171.6 H.P.

CENTRO DE CONTROL DE MOTORES No.5

1	7	12	18	24
2	8	13	19	25
3	9	14	20	26
4	10	15	21	27
5	11	16	22	28
6	12	17	23	29

CUADRO DE CARGAS

GABINETE		INTERRUPTOR	ARRANCADOR	ELEMENTOS	MOTOR
No.		CLASE/TIPO	CAUSE/TIPO	TERMICOS	H.P/VOLTS/AMP.
01	INTERRUPTOR	/200 A			
02	CONTACTOS 440 V (2 INT.)	FAL / 70 A			
03	BOMBA DE ACEITE CALIENTE	FAL / 70 A			7.5/440/10.5
03	INTERRUPTOR DEL TRANSFORMADOR	FAL / 30 A			
04	BOMBA DE DESCARGA DEL REACTOR 2	FHL / 40 A	8536/DO-1	B-22	15/440/20.8
05	AGITADOR DEL TANQUE DE MONOMEROS R-2	FAL / 30 A	8536/CO-3	B-3.00	1/440/1.9
06	AGITADOR TANQUEDE CORTE R-2	FAL / 30 A	8536/CO-3	B-9.10	5/440/6.5
07	*	FAL / 30 A	8536/CO-3	B-3.70	
08	BOMBA DE RECIRCULACION	FAL / 30 A	8536/CO-3	B-3.00	1/440/1.9
09	*	FAL / 30 A	8536/CO-3	B-3.70	
10	BOMBA DE VACIO DEL REACTOR # 2	FAL / 30 A	8536/CO-3	B-15.5	7.5/440/11
11	AGITADOR DEL REACTOR # 2	FAL / 70 A	8536/DO-1	B-14/B-32	15/440/15.3
12	BOMBA DE ENFRIAMIENTO AUXILIAR	FAL / 30 A	8536/CO-3	B-15.5	7.5/440/10
13	BOMBA DE DESCARGA DEL R-1	FAL / 30 A	8536/CO-3	B-3.70	2/440/3.05
14	BOMBA DE L H-491	FAL / 30 A	8536/CO-3	B-9.10	1.5/440/2.45
15	EXTRACTOR DE LA CABINA No. 3				
17	*	FAL / 15 A	8536/CO-3		
18	VENTILADOR TORRE ENFRIAMIENTO				7.5/440/10.5
19	BOMBA DE ENFRIAMIENTO REACTOR-2	FAL / 30 A	8536/CO-3	B-25	5/440/7.1
20	*	FAL / 30 A	8536/CO-3	B-1.67	
21	BOMBA DEL TANQUE DE MONOMEROS				1/440/1.65
22	BOMBA DE DESCARGA AUXILIAR DEL R-2	FAL / 50 A	8536/CO-3	B-22	10/440/13.8
23	BOMBA DE ENF. SUPER MILL Y P 47				20/440/26.15

CENTRO DE CONTROL DE MOTORES # 6

CUADRO DE CARGAS

<u>GABINETE</u> <u>No.</u>		<u>INTERRUPTOR</u> <u>CLASE/TIPO</u>	<u>ARRANCADOR</u> <u>CLASE/TIPO</u>	<u>ELEMENTOS</u> <u>TERMICOS</u>	<u>M O T O R</u> <u>H. P. /VOLTS/AMP.</u>
24	AGITADOR DEL REACTOR No. 1	FAL / 30 A	8536/CO-3	B-15.5	7.5/440/11.9
25	BOMBA DE ALIMENTACION DE LA T. ENF.	FAL / 30 A	8536/CO-3	B-6.90	3/440/4.1
26	BOMBA DE ENFRIAMIENTO MOLINOS				10/440/
27	BOMBA DE ENFRIAMIENTO R-1	FAL / 30 A	8536/CO-3	B-22	3/440/4.1
28	*				
29	BOMBA DE ENFRIAMIENTO MOLINOS P 47	FAL / 30 A	8536/CO-3	B-25	20/440/26.15

5

CARGA TOTAL 154.5 H.P. TRANSFORMADOR No. 3 KVA 300

CENTRO DE CONTROL DE MOTORES # 6

CUADRO DE CARGAS

T O T A L

SECCION A, TABLEROS DE CONTROL A TENSION PLENA	123.5 H.P.
EXTRACTOR DEL CUARTO DE THINER	5.0 H.P.
TANQUE DE BARNICES	2.0 H.P.
BOMBA DE DESCARGA DE BARNICES	3.0 H.P.
<hr/>	
	133.5 H.P.

CENTRO DE CONTROL DE MOTORES No. 6

1	7	13	19
2	8	14	20
3	9	15	21
4	10	16	22
5	11	17	23
6	12	18	24

CENTRO DE CONTROL DE MOTORES # 6

CUADRO DE CARGAS

GABINETE		INTERRUPTOR	ARRANCADOR	ELEMENTOS	M O T O R
No.		CLASE/TIPO	CLASE/TIPO	TERMICOS	H.P./VOLTS/AMP.
01	°AGITADOR DE LA BRIGHTON	FAL / 15 A		B-1.45	0.5/380/1.3
02	°BOMBA DE VACIO BRIGHTON	FAL / 15 A	8536/CO-3	B-2.10	1/460/1.82
03	°BOMBA SOLVENTE LIMPIO BRIGHTON	FAL / 15 A	8536/CO-3	B-2.40	1/440/4.1
04	LAVADO DE TAMBORES	FAL / 15 A	8536/CO-3	B-6.90	3/440/4.1
05	*	FAL / 15 A	8536/CO-3	B-9.10	
06	CONTACTOS 440 V, TK DE BARNICES BOMBA	FAL / 15 A	8536/CO-3		3/440/4.2
07	°INTERRUPTOR GENERAL				
08	°BOMBA DEL H-79	/ 15 A	8536/CO-3	B-6.25	1.5/440/2.4
09	°	FAL / 20 A	8536/CO-3	B-15.5	
10	°BOMBA DE DESCARGA SOLVENTES TORRE	FAL / 30 A	8536/CO-3	B-5.50	7.5/440/10
11	°AGITADOR DEL TANQUE DE THINNER	FAL / 15 A	8536/CO-3	B-6.25	3/440/4.1
12	°BOMBA DEL H-47	FAL / 15 A	8536/CO-3	B-6.25	3/440/4.85
13	°BOMBA DEL H-287	FAL / 15 A	8536/CO-3	B-6.25	3/440/4.1
14	°BOMBA DEL H-287	FAL / 15 A	8536/CO-3	B-6.25	3/440/4.2
15	°BOMBA DEL H-596	FAL / 15 A	8536/CO-3	B-6.25	3/440/4.1
16	°BOMBA DEL H-428	FAL / 15 A	8536/CO-3	B-6.25	1.5/440/2.4
17	°BOMBA DEL H-35	FAL / 15 A	8536/CO-3	B-6.25	3/440/4.1
18	°BOMBA DEL H-12	FAL / 15 A	8536/CO-3	B-6.25	3/440/4.1
19	°BOMBA DEL H-583	FAL / 15 A	8536/CO-3	B-6.25	1.5/440/2.4
20	°BOMBA DEL H-44	FAL / 15 A	8536/CO-3	B-6.25	3/440/4.1
21	°BOMBA DEL H-28	FAL / 15 A	8536/CO-3	B-6.25	3/440/4.1
22	°BOMBA DEL THINNER T-3	FAL / 15 A	8536/CO-3	B-6.25	3/440/4.1
23	°BOMBA DEL THINNER T-4	FAL / 15 A	8536/CO-3	B-6.25	1.5/440/2.4

CENTRO DE CONTROL DE MOTORES # 6

CUADRO DE CARGAS

GABINETE No.	EQUIPO	INTERRUPTOR CLASE/TIPO	ARRANCADOR CLASE/TIPO	ELEMENTOS TERMICOS	MOTOR H.P./VOLTS/AMP.
24	BOMBA DEL H-30	FAL / 15 A	8536/CO-3	B-6.25	1.5/440/2.4

CARGA TOTAL 53.5 H.P.

TRANSFORMADOR No. 4 KVA 300

55

CENTRO DE CONTROL DE MOTORES # 7

CUADRO DE CARGAS

T O T A L

TRANSFORMADOR PARA ALUMBRADO DE 37.5 KVA	42.72 H.P.
BOMBA DEL DRENAJE DE B.P.T.	3.00 H.P.
EXTRACTOR DEL LABORATORIO DE DELRIN Y P.P.Q.	5.00 H.P.
MOLINO DE RODILLOS	1.00 H.P.
KADY MILL	1.50 H.P.
REFRIGERADOR DE BODEGAS DE REVENTA	2.00 H.P.

55.22 H.P.

SUBESTACION PRINCIPAL

CUADRO DE CARGAS

T O T A L

FUNGICIDAS

TRANSFORMADOR PARA ALUMBRADO 45 KVA	51.0
SECCION A CCM # 8 TABLEROS DE CONTROL A TENSION PLENA	75.25
SECCION A CCM # 8 TABLEROS DE CONTROL A TENSION PLENA	213.60
SECCION A CCM # 8-A TABLEROS DE CONTROL A TENSION PLENA	45.00
CENTRO DE CONTROL DE MOTORES # 9	23.75
CARGA DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO	51.35
CARGA DEL DEPARTAMENTO DE VEXAR	30.50
BOMBA ELECTRICA VS INCENDIO	200.00
CARGA CONECTADA EN EL CUARTO DE CALDERA	7.50
BOMBA DEL GENERADOR DE ESPUMA	7.50

705.45 HP.

CARGA CONECTADA AL TRANSFORMADOR No. 2 DE 750 KVA.
QUE DA SERVICIO A FUNGICIDAS, MANTTO.- VEXAR.

CENTRO DE CONTROL DE MOTORES # 8

CUADRO DE CARGAS

VEXAR

<u>EQUIPO</u>	<u>H.P./VOLTS/AMPERES</u>
EXTRUDER	15/240/54
MOLINO	5/440/7.3
COMPRESOR	2/440/2.9
MOTOR DE DADOS	2/440/85 C.D.
MOTOR DE RODILLOS	1/2/460/1.2
EMBOBINADORA No. 1	1/115/2.5
ORIENTADORA	2/440/2.8
MOTOR DE HIDRAULICO	2/440/2.8
EMBOBINADORA No. 2	1/440/1.78
	30.5 H.P.

MANTENIMIENTO

<u>EQUIPO</u>	<u>H.P./VOLTS/AMPERES</u>
COMPRESOR DE AIRE	5/440/6.25
MAQUINA DE SOLDAR MILLER 12.8 KW	17.15/460/38.0
MAQUINA DE SOLDAR ISSA 19 KW	25.45/440/34.5
MAQUINA OSTER	0.5 /460/1.2
ESMERIL No. 1 DE BANCO	0.5 /110/1.4
ESMERIL No. 2 DE BANCO	1.0 /110/2.3
TALADRO No. 1 DE BANCO	0.5 /110/0.7
TALADRO No. 2 DE BANCO	1.0 /220/6A
SEGUETA ELECTRICA	0.25/110/0.3
	51.35 H.P.

CALDERA

<u>EQUIPO</u>	<u>H.P./VOLTS/AMPERES</u>
BOMBA DE CONDENSADOS	5/440/7.5
EXTRACTOR DE HUMOS	1.5/440/2.4
QUEMADOR	1/440/20
	7.5 H.P.

CENTRO DE CONTROL DE MOTORES # 8

CUADRO DE CARGAS

SECCION A

GABINETE	EQUIPO	INTERRUPTOR	ARRANCADOR	ELEMENTOS	MOTOR
No.		CLASE/TIPO	CLASE/TIPO	TERMICOS	H.P./VOLTS/AMP.
01	LUCES PILOTO DE BANCO DE CAPACITORES				
02	1 TRANSFORMADOR TIPO SECO				440/115
03	2 TRANSFORMADORES TIPO SECO				440/115
04	CONTACTOS 440 FUNG - VEXAR INTERRUPTOR CAJA CONTROLES DE LA CAL- DERA.				
05	INT. DESTRUCTORA VEXAR 440 V INT. CONTROLES - VEXAR 220 V				
06	*				
07	*				
08	*				
09	AGITADOR DEL TANQUE DE NABAM	FAL / 15 A	8536/CG-3	B-10.2	3/440/3.7
10	MICRO PULSA-AIRE COLECTOR MOLINO	FAL / 30 A	8536/CG-3	B-11.5	5/440/6.4
11	VALVULA ROTATIVA DEL COLECTOR DE POL- VOS.	FAL / 15 A	8536/CG-3	B-2.40	0.75/440/1.75
12	*				
13	BOMBA DEL TANQUE DE ALMACEN DE NABAM	FAL / 15 A	8536/CG-3	B-9.10	3/440/3.0
14	*				
15	MEZCLADOR DEL MOLINO MICRO-PULVERI- ZADOR.	FAL / 15 A	8536/CG-3	B-5.5	3/440/3.84
16	EXTRACTOR # 1 DEL SECADOR No. 1	FAL / 15 A	8536/CG-3	B-2.1	
17	ENVASADORA DEL MOLINO MICRO-PULV.	FAL / 15 A	8536/CG-3	B-11.5	5/440/4.40
18	REACTOR No. 1	FAL / 15 A	8536/CG-3	B-6.9	3/440/3.84

CENTRO DE CONTROL DE MOTORES # 8

CUADRO DE CARGAS

SECCION A

<u>GABINETE</u>	<u>E Q U I P O</u>	<u>INTERRUPTOR</u>	<u>ARRANCADOR</u>	<u>ELEMENTOS</u>	<u>M O T O R</u>
<u>No.</u>		<u>CLASE/TIPO</u>	<u>CLASE/TIPO</u>	<u>TERMICOS</u>	<u>H. P./VOLTS/AMP.</u>
19	TORRE DE ENFRIAMIENTO	FAL / 15 A	8536/CG-3	B-25	7.5/440/ 5.0
20	VENTILADOR No. 2 SECADOR No. 1	FAL / 15 A	8536/CG-3	B-6.25	3/440/3.7
21	VENTILADOR No. 1 SECADOR No. 1	FAL / 15 A	8536/CG-3	B-6.25	3/440/3.7
22	CONTACTOS 440 VOLTS	FAL / 15 A			
23	*				
24	COMPRESOR MAQUINA KILERA/SUAVIZADOR	FAL /100 A	8536/DO-1	B-36	15/440/12.0
25	COMPRESOR DE INSTRUMENTOS	FAL / 15 A	8536/DO-1	3-9.10	5/440/4.5
26	BOMBA DE CONDENSADO DE LA CALDERA	FAL / 50 A	8536/GO-3	B-11.5	5/440/4.4
27	BOMBA DE TORRE DE ENFRIAMIENTO	FAL / 30 A	8536/CG-3	B-17.5	10/440/8.3
28	KILOWATORIMETRO, VOLTIMETRO, AMPERI METRO				
29	INTERRUPTOR GENERAL	LAL /400 A			
30	TRANSFORMADOR P/INST. DE MEDICION				

CARGA TOTAL 71.25 H.P

TRANSFORMADOR No. 2 KVA 750

CENTRO DE CONTROL DE MOTORES No. 8

SECCION "A"

	4	8	13	18	23	
1	5	9	14	19	24	28
		10	15	20	25	
2		11	16	21	26	29
	6	12	17	22	27	
3	7				30	

CENTRO DE CONTROL DE MOTORES # 8-A

CUADRO DE CARGA

SECCION A

GABINETE	EQUIPO	INTERRUPTOR	ARRANCADOR	ELEMENTOS	MOTORES
No		CLASE/TIPO	CLASE/TIPO	TERMICOS	H.P./VOLTS/AMP.
01	*				
02	INTERRUPTOR GENERAL CCM 8-A	LAL/300 A			
03	EXTRACTOR DE AIRE	FAL/30	8536/CO-3	B-25	15/440/20.3
04	*				
05	*				
06	*				
07	*				
08	*				
09	*COMPRESOR DE FILTRO PRENSA	FAL/70 A	8606/EG-1	C-45	30/440/38.4
10	*	FAL/15 A	8536/CO-3		
11	*	FAL/15 A	8536/CO-3		
12	*	FAL/15 A	8536/CO-3		
13	*				
14	*				
15	*				
16	*				
17	*				
18	*				
19	*				
20	*				
21	*				
22	*				

CENTRO DE CONTROL DE MOTORES # 8-A

CUADRO DE CARGA

SECCION A

GABINETE	EQUIPO	INTERRUPTOR	ARRANCADOR	ELEMENTOS	MOTOR
No.		CLASE/TIPO	CLASE/TIPO	TERMICOS	H.P./VOLTS/AMP.
23	*				
24	*				
25	*				
26	*				
27	*				
28	*				
29	*				
30	*				
31					
32					
33					

CARGA TOTAL 45 H.P.
TRANSFORMADOR No. 2 KVA 750

CENTRO DE CONTROL DE MOTORES # 8

CUADRO DE CARGA

SECCION B

GABINETE No.	EQUIPO	INTERRUPTOR CLASE/TIPO	ARRANCADOR CLASE/TIPO	ELEMENTOS TERMICOS	MOTOR H. P. /VOLTS/AMPS.
01	MOTOR ENVASADORA DE CEMENTO	FAL / 20 A	8536/CO-3	B-17.5	7.5/440/11.0
02	*	FAL / 20 A	8536/CO-3	B-3.70	
04	*				
05	*				
06	*				
07	°BOMBA ENVASADORA DE CEMENTO	FAL / 15 A	8536/BG-2	B-6.25	2/440/2.8
08	INTERRUPTOR GENERAL DEL THIRAM	FAL / 70 A			
09	SISTEMA DE TRANSPORTE NEUMATICO	FAL / 70 A	8536/DO-1 8536/DO-2	B-32	20/440/33.5
10	°RESISTENCIAS DE OLLA ELECTRICA	FAL / 50 A	8536/DO-1	B-40	10/440/20.84
11	°AGITADOR DE OLLA ELECTRICA	FAL / 15 A	8536/CG-3	B-2.2	3/440/4.32
12	MOLINO MICRO PULVERIZADOR	FAL / 70 A	8536/DO-1	C-66	30/440/40.65
13	*				
14	EXTRACTO DEL TANQUE MEZCLAS CHICO	FAL / 30 A	8536/CO-3	B-2.10	1/440/1.8
15	VALVULA ROTATORIA KILERA	FAL / 15 A	8536/CO-3	B-1.67	.75/440/1.35
16	°EXTRACTOR PLANTA ALTA	FAL / 15 A	8536/CO-3	B-17.5	7.5/440/11.5
17	°EXTRACTOR PLANTA BAJA	FAL / 40 A	8536/DO-1	B-22.0	10/440/13.5
18	°EXTRACTOR PLANTA ALTA	FAL / 40 A	8536/DO-1	B-28.0	15/440/20.8
19	TANQUE DE MEZCLAS TECMANGAN	FAL / 15 A	8536/CO-3	B-9.10	5/440/6.75
20	BOMBA DEL TANQUE DE TECMANGAN	FAL / 15 A	8536/CO-3	B-9.10	5/440/6.40
21	BOMBA DE DESCARGA DEL REACTOR No. 1	FAL / 15 A	8536/CO-3	B-15.5	5/440/6.70
22	EXTRACTOR DEL LABORATORIO	FAL / 15 A	8536/CO-3	B-2.65	0.75/440/1.33

CENTRO DE CONTROL DE MOTORES # 8

CUADRO DE CARGAS

SECCION B

GABINETE	EQUIPO	INTERRUPTOR	ARRANCADOR	ELEMENTOS	MOTOR
No.		CLASE/TIPO	CAUSE/TIPO	TERMICOS	H.P./VOLTS/AMPS
23	EXTRACTOR VENTANA DE LAS TRAMPAS	FAL / 20 A	8536/CO-3	B-3.00	1.5/440/2.47
24	VACUUM CLEANER	FAL / 50 A	8536/DO-1	B-25.0	15/440/19.20
25	EXTRACTOR 1, SECADOR 2, SECCION 1	FAL / 15 A	8536/CO-3	B-3.00	1/440/1.40
26	VENTILADOR 1, SECADOR 2, SECCION 1	FAL / 15 A	8536/CO-3	B-3.70	1/440/1.50
27	VENTILADOR 2, SECADOR 2, SECCION 1	FAL / 15 A	8536/CO-3	B-3.70	1.5/440/2.00
28	EXTRACTOR 2, SECADOR 2, SECCION 2	FAL / 15 A	8536/CO-3	B-6.25	1.5/440/2.21
29	VENTILADOR 3, SECADOR 2, SECCION 2	FAL / 15 A	8536/CO-3	B-3.70	1.5/440/2.05
30	VENTILADOR 4, SECADOR 2, SECCION 2	FAL / 15 A	8536/CO-3	B-3.70	1/440/1.25
31	REACTOR No. 2	FAL / 30 A	8536/CG-3	B-8.20	3/440/3.84
32	BOMBA DE DESCARGA DEL REACTOR No. 2	FAL / 15 A	8536/CG-3	B-19.5	3/440/3.84
33	°BOMBA DE DESCARGA DEL REACTOR No. 3	FAL / 20 A	8536/CG-3	B-25.0	10/440/12.8
34	°REACTOR No. 3	FAL / 50 A	8536/DO-1		20/440/25.6
35	*				
36	VALVULA DOSIFICADORA DEL COLECTOR	FAL / 15 A	8536/BG-2	B-1.16	.35/440/0.57
37	EXTRACTOR ADICIONAL DEL SECADOR No. 1	FAL / 15 A	8536/CG-3	B-9.10	3/440/3.84
38	AGITADOR DEL TANQUE EX-P43	FAL / 15 A	8536/CG-3	B-6.25	3/440/4.14
39	BOMBA DEL TANQUE No. 3 DE SOSA	FAL / 15 A	8536/CG-3	B-10.2	5/440/6.80
40	BOMBA DE TANQUES No. 1 Y No. 2 DE SOSA	FAL / 15 A	8536/CO-3	B-9.10	2/440/3.10
41	GUSANO DEL MICRO-PULVERIZADOR	FAL / 15 A	8536/CG-3	B-9.10	0.5/440/0.95
42	*		8536/CO-3	B-1.88	
43	BOMBA DE TANQUES DE EDA No. 1 Y No. 2	FAL / 15 A	8536/CG-3	B-10.2	1.5/440/2.5

65

CENTRO DE CONTROL DE MOTORES # 8

CUADRO DE CARGA

SECCION B

GABINETE	EQUIPO	INTERRUPTOR	ARRANCADOR	ELEMENTOS	MOTOR
No.		CLASE/TIPO	CLASE/TIPO	TERMICOS	H.P/VOLTS/AMPS.
44	SISTEMA DE TRANSPORTE NEUMATICO	FAL / 20 A	8536/CO-3	B-9.10	.75/440/1.35
45	EXTRACTOR DE ARCO EX P 43	FAL / 20 A	8536/CO-3	B-9.10	5/440/6.4
46	CONTACTOS DE OLLA APREADER STIKER	FAL / 15 A	8536/CG-3		2/440/2.8
47	BOMBA DE DRENAJE	FAL / 15 A	8536/CG-3	B-10.2	3/440/3.84
48	COLECTOR GRANDE DEL MIRRO	FAL / 15 A	8536/BG-2	B-9.10	5/440/7.8

CARGA TOTAL 213.6 H.P.

TRANSFORMADOR No. 2 KVA 750

CENTRO DE CONTROL DE MOTORES No. 8

SECCION B

1	7	10	13	19	25	31	37	43
2	8	11	14	20	26	32	38	44
3			15	21	27	33	39	45
4			16	22	28	34	40	46
5			17	23	29	35	41	47
6	9	12	18	24	30	36	42	48

CENTRO DE CONTROL DE MOTORES 8-A

1	7	10	16	22	28
2	8	11	17	23	29
3		12	18	24	30
4		13	19	25	31
5		14	20	26	32
6	9	15	21	27	33

CENTRO DE CONTROL DE MOTORES # 9

CUADRO DE CARGA

GABINETE No.	EQUIPO	INTERRUPTOR CLASE/TIPO	ARRANCADOR CLASE/TIPO	ELEMENTO TERMICO	MOTOR H.P./VOLTS/AMP.
01	INTERRUPTOR GENERAL	FAL / 70 A			
02	FILTRO DE BOLSAS	FAL / 20 A	8536/BO-2	B-15.5	7.5/440/10.4
03	MOTOR DE MARTILLOS DEL MICRO THIRAM	FAL / 15 A	8536/CO-3	B-9.10	5/440/7.2
04	MEZCLADOR MAZZANINE DEL THIRAM	FAL / 15 A	8536/CO-3	B-6.25	3/440/4.3
05	GUSANO ALIMENTADOR THIRAM	FAL / 15 A	8536/CO-3	B-1.15	0.5/440/0.96
06	MOTOR DE LLENADO, ENVASADORA THIRAM	FAL / 15 A	8536/CO-3	B-6.25	3/440/4.3
07	MEZCLADORA PLANTA ALTA, THIRAM	FAL / 15 A	8536/CO-3	B-6.25	3/440/4.3
08	EXTRACTOR LABORATORIO FUNGICIDAS	FAL / 30 A	8536/BG-2	B-1.45	0.25/440/0.9
09	TRANSPORTADORA	FAL / 15 A	8536/CO-3	B-1.88	0.75/440/1.35
10	°SELLADORA	FAL / 15 A	8536/CO-3	B-1.45	0.75/440/1.40
11	*				

CARGA TOTAL 23.75 H.P.
 TRANSFORMADOR No. 2 KVA 750

CENTRO DE CONTROL DE MOTORES # 10

CUADRO DE CARGAS

GABINETE	EQUIPO	INTERRUPTOR	ARRANCADOR	ELEMENTOS	MOTOR
No.		CLASE/TIPO	CLASE/TIPO	TERMICOS	H.P./VOLTS/AMP.
01	EQUIPO DE MEDICION				
02	INTERRUPTOR GENERAL	350 A			
03	°AGITADOR DEL REACTOR No. 3	FAL/70 A	8536/DO-1	B-36/B-25	20/440/18
04	*				
05	BOMBAS DE SOLVENTES B-2	FAL/15 A	8536/CO-3	B-2.10	3/440/1.4
06	BOMBA DE RECIRCULACION	FHL/15 A	8536/CO-3	B-3.70	1/440/1.7
07	VENTILADOR DEL CUARTO DEL ELEVADOR	FHL/15 A	8536/CO-3	B-1.88	
08	*BOMBA DE VACIO DEL R-3	FHL/15 A	8536/CO-3		
70 09	BOMBA DE PREMEZCLA DEL R-3	FHL/15 A	8536/CO-3	B-6.9	3/440/4.8
10	BOMBA DE PREMEZCLA AUXILIAR DEL R-3	FHL/15 A	8536/CO-3	B-6.9	3/440/4.8
11	AGITADOR DEL TANQUE DE PREMEZCLA	FHL/15 A	8536/CO-3	B-6.9	3/440/4.8
12	VENTILADOR DEL QUEMADOR FULTON	FHL/20 A			7.5/460/9
13	AGITADOR DEL TANQUE DE CORTE No. 1	FHL/20 A	8536/CO-3	B-15.5	7.5/440/10.5
14	AGITADOR DEL TANQUE DE CORTE No. 2	FHL/20 A	8536/CO-3	B-15.5	7.5/440/10.5
15	VENTILADOR DE TORRE DE ENFRIAMIENTO	FHL/20 A	8536/CO-3	B-17.5	7.5/440/11
16	BOMBA ENFRIAMIENTO DE CONDENSADOR	FHL/20 A	8536/CO-3	B-22	10/440/12.6
17	BOMBA ENFRIAMIENTO AUXILIAR	FHL/30 A	8536/CO-3	B-22	10/440/13.7
18	BOMBA DE DESCARGA DEL TK CORTE No. 1				
	R-3.	FHL/40 A	8536/DO-1	B-28	15/440/20.4
19	BOMBA DE DESCARGA DEL TK CORTE 2 R-3	FHL/40 A	8536/DO-1	B-28	15/440/20.4
20	BOMBA DE DESCARGA DEL REACTOR				15/440/20.4
21	BOMBA DE ACEITE CALIENTE FULTON	FAL/70 A			25/440/30
22	*				

CENTRO DE CONTROL DE MOTORES # 10

CUADRO DE CARGAS

GABINETE	EQUIPO	INTERRUPTOR	ARRANCADOR	ELEMENTOS	MOTOR
No.		CLASE/TIPO	CLASE/TIPO	TERMICOS	H.P./VOLTS/AMP.
23	ELEVADOR DEL R-3/CONTACTO SOLDADURA	FHL/30	A		7.5/440/11
24	CONTACTO SOLDADURA /EXTRACTOR DE POL VOS				7.5/440/11
25	*				
26	CONTROL DEL FULTON CALENTADOR DE ACEITE				
27	TRANSFORMADOR PARA ALUMBRADO				30 KVA
28					

71

CARGA TOTAL 168 H.P.
TRANSFORMADOR No. 10 KVA 500

CENTRO DE CONTROL DE MOTORES # 11

CUADRO DE CARGAS

GABINETE	EQUIPO	INTERRUPTOR	ARRANCADOR	ELEMENTOS	MOTOR
No.		CLASE/TIPO	CLASE/TIPO	TERMICOS	H. P. /VOLTS/AMP.
01	INSTRUMENTOS DE MEDICION				
02	INTERRUPTOR GENERAL				
03	T.ZARANDA/ T. MEZCLADORA	2-FAL/15 A			3/460/4
04	T. EXTRUDER/T. BASCULA	2-FAL/15 A			3/460/4
05	VENTILADOR/EMPACADORA	2-FAL/15 A			3/460/4
06	DESHUMIFICADOR	2-FAL/15 A			75/440/
07	ZARANDA Y MOLINO	FAL/15 A	8536/CG-3	B-2.65	3/440/4.3
08	VENTILADOR	FAL/15 A	8536/CG-3	B-1.45	3/460/3.9
09	PIGMENTADORA	FAL/15 A	8536/CG-3	B-2.65	1/440/3.6
10	EXTRACTOR	FAL/15 A	8536/CG-3	B-1.45	5/440/6.8
11	COMPRESOR DE REFRIGERACION	FAL/20 A	8536/CG-3	B-4.15	75/440/
12	BOMBA DE RECIRCULACION No. 2	FAL/15 A	8536/CG-3	B-0.81	3/440/3.9
13	MEZCLADORA DE DOBLE CONO	FAL/15 A	8536/CG-3	B-1.67	0.25/440/0.7
14	CORTADORA	FAL/30 A	8536/CG-3	B-1.5	5/440/7.0
15	UNIDAD DE REFRIGERACION	FAL/40 A	8536/LD-01	B-14.0	0.75/440/1.5
16	BOMBA DE RECIRCULACION No. 1	FAL/30 A	8536/CO-3	B-14.0	7.5/440/10
17	*			B-25	5/440/4.6
				B-3.7	15/440/18.3
					2/440/2.75

CENTRO DE CONTROL DE MOTORES # 11

CUADRO DE CARGA

GABINETE	EQUIPO	INTERRUPTOR	ARRANCADOR	ELEMENTOS	MOTOR
No.		CLASE/TIPO	CLASE/TIPO	TERMICOS	H.P./VOLTS/AMP.
18	EXTRUSORA	FAL/225			75/460/1.36

CARGA TOTAL 142 H.P.



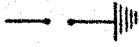
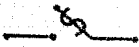
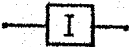


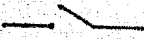


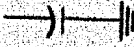


TRANSFORMADOR No. 11 KVA 750

CENTRO DE CONTROL DE MOTORES

No. 11

1	7	13
2	8	14
3	9	15
4	10	16
5	11	17
6	12	18

S I M B O L O G I A

	ACOMETIDA
	EQUIPO DE MEDICION
	APARTARRAYOS
	CUCHILLAS FUSIBLES DESCONECTADORAS
	INTERRUPTOR EN ACEITE
	TRANSFORMADOR DE POTENCIA
	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO
	SECCIONADOR EN 23 KV O CUCHILLAS DESCONECTADORAS
	LINEA DE ALIMENTACION ELECTRICA
	LINEA SUBTERRANEA
	BANCO DE CAPACITORES PARA CONEXION DE FACTOR DE POTENCIA
	TABLERO DE ALUMBRADO
	CAJA DE CONEXIONES

SISTEMAS DE PLANEACION



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

SISTEMAS DE PLANEACION

INTRODUCCION.

LA MARCHA ININTERRUMPIDA DE PRODUCCION DE UNA PLANTA INDUSTRIAL, SOLO ES SEGURA CON UN SISTEMA DE DISTRIBUCION DE POTENCIA ELECTRICA. EN ESTE CAPITULO SE DELINEARAN LOS PROCEDIMIENTOS PARA LA APLICACION DE SISTEMAS DE PLANEACION Y PRESENTA UNA GUIA EN EL DESARROLLO DEL DISEÑO.

LOS SISTEMAS ELECTRICOS DE DISTRIBUCION, NO SON ESTANDAR O COMUNES, SINO QUE SE HACEN ADAPTABLES A TODAS LAS PLANTAS. RARAMENTE SE ENCUENTRAN DOS PLANTAS CON LAS MISMAS NECESIDADES DE OPERACION. LAS NECESIDADES Y REQUERIMIENTOS ESPECIFICOS PUEDEN SER ANALIZADOS CUALITATIVAMENTE - PARA CADA PLANTA. DOS CONSIDERACIONES DEBEN SER TOMADAS EN CUENTA, CONDICIONES DE OPERACION ACTUALES Y FUTURAS Y CONDICIONES DE TRABAJO DE LA CARGA.

CONDICIONES BASICAS DE DISEÑO.

PARA TENER UN PLENO CONOCIMIENTO DEL PROBLEMA, SE REQUIEREN INCLUIR CONSIDERACIONES BASICAS, QUE DE NO CONSIDERARSE, PODRIAN AFECTAR EL DISEÑO TOTAL.

SEGURIDAD: LA SEGURIDAD Y CONSERVACION DE LA VIDA Y LA PRESERVACION DE LAS PROPIEDADES SON DOS DE LOS FACTORES MAS IMPORTANTES EN EL DISEÑO DE SISTEMAS ELECTRICOS. SOLO LOS SISTEMAS SERAN SEGUROS Y OPERADOS CON SEGURIDAD, SIGUIENDO LOS CODIGOS ESTABLECIDOS EN LA SELECCION DE MATERIALES Y EQUIPOS ESTO ES IMPERATIVO.

CONFIABILIDAD: LA CONTINUIDAD DE SERVICIOS, ES DEPENDIENTE DEL TIPO DE MANUFACTURAS U OPERACION DE PROCESOS DE LA PLANTA. ALGUNAS PLANTAS PUEDEN TOLERAR INTERRUPCIONES, OTRAS REQUIEREN EL MAS ALTO GRADO DE SERVICIO CONTINUO. LOS

SISTEMAS SERAN DISEÑADOS PARA AISLAR FALLAS --
CON UN MINIMO DISTURBIO DEL SISTEMA Y TENDRA -
CARACTERISTICAS PARA DAR LA MAXIMA SEGURIDAD -
CONSISTENTE CON LOS REQUERIMIENTOS DE PLANTA Y
COSTOS JUSTIFICABLES.

FACILIDAD DE OPERACION: LA FACILIDAD DE OPERACION ES MUY
IMPORTANTE, LOS ASPECTOS DE SEGURIDAD, OPERA--
CION CONFIABLE Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA E--
LECTRICO DE POTENCIA INDUSTRIAL. LA OPERACION
DEBE SER SIMPLE, ASI COMO SIMPLES Y POSIBLES -
ENCONTRAR LOS REQUERIMIENTOS Y NECESIDADES DEL
SISTEMA.

REGULACION DE VOLTAJE: UNA POBRE REGULACION DE VOLTAJE -
ES SUMAMENTE PERJUDICIAL EN LA VIDA Y OPERA---
CION DEL EQUIPO ELECTRICO. EL VOLTAJE DE SUMI
NISTRO A LOS EQUIPOS ELECTRICOS DEBE SER MANTÉ
NIDO DENTRO DE LOS LIMITES DE TOLERANCIA DEL -
EQUIPO, BAJO TODAS LAS CONDICIONES DE CARGA.

MANTENIMIENTO: EL SISTEMA DE DISTRIBUCION DEBE INCLUIR -
REQUERIMIENTOS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN
EL DISEÑO. ACCESIBILIDAD Y DISPONIBILIDAD PA-
RA INSPECCIONES Y REPARACIONES CON SEGURIDAD,
DEBEN SER CONSIDERACIONES IMPORTANTES EN LA --
SELECCION DE EQUIPO. LOS ESPACIOS DEBEN SER -
PREVISTOS PARA INSPECCIONES, AJUSTES Y REPARA-
CIONES EN AREAS LIMPIAS, DESPEJADAS, ALUMBRA--
DO.

FLEXIBILIDAD: FLEXIBILIDAD EN EL SISTEMA ELECTRICO, LA -
ADAPTABILIDAD A DESARROLLAR E INCREMENTAR, EN-
CONTRANDO UNA VARIEDAD DE REQUERIMIENTOS DURAN
TE LA VIDA DE LA PLANTA HAY QUE TENER EN CUEN-
TA LAS CONSIDERACIONES DE EL VOLTAJE DE LA ---
PLANTA, CAPACIDAD DE LOS EQUIPOS, INCREMENTOS
DE CARGA, DEBEN TOMARSE EN CUENTA EN UN ESTU-
DIO SERIO Y PROFUNDO.

COSTOS: LOS COSTOS DEBEN SER IMPORTANTES, CONFIABLES - SEGUROS, TALES COMO EN LA REGULACION DE VOLTAJE, MANTENIMIENTO, Y PRODUCCION.

GUIA DE PLANEACION PARA EL DISEÑO DE DISTRIBUCION

EL SIGUIENTE PROCEDIMIENTO ES UNA GUIA DEL INGENIERO EN EL DISEÑO DE UN SISTEMA DE DISTRIBUCION ELECTRICO PARA ALGUNA PLANTA INDUSTRIAL.

EL DISEÑADOR DE SISTEMAS TENDRA O CONSEGUIRA CONOCIMIENTOS DEL DESARROLLO DE PROCESOS DE OPERACION DE LA PLANTA, PARA SELECCIONAR EL SISTEMA APROPIADO Y SUS COMPONENTES.

- INSPECCION O RECONOCIMIENTO DE LA CARGA:

SE DEBE OBTENER UN LEVANTAMIENTO GENERAL, DE LA PLANTA EN CARGA INSTALADA, MARCANDO SUS CAPACIDADES Y LOCALIZACION, DETERMINANDO DE ESTA MANERA LA CARGA TOTAL DE LA PLANTA EN KILOWATTS O KILOVOLTS-AMPERES. INICIALMENTE LA CANTIDAD DE DATOS DE CARGA EXACTOS PODRA SER LIMITADO. ALGUNAS CARGAS TALES COMO, ALUMBRADO Y AIRE ACONDICIONADO PUEDEN SER ESTIMADOS DE DATOS GENERALIZADOS. LA MAYORIA DE CARGAS DE PLANTAS INDUSTRIALES ESTAN EN FUNCION DE LOS EQUIPOS DE PROCESO, Y ESTA ES OBTENIDA DIRECTAMENTE DE LOS EQUIPOS DE PROCESO Y DISEÑOS DE EQUIPOS (MEMORIAS DE CALCULO)

- DEMANDA

LA SUMA DE LAS CAPACIDADES ELECTRICAS DEL EQUIPO DA UN TOTAL DE LA CARGA CONECTADA. PORQUE ALGUNOS EQUIPOS OPERAN A MENOS DE PLENA CARGA Y ALGUNOS INTERMITENTEMENTE. LA RESULTANTE SOBRE LA FUENTE DE POTENCIA ES MENOR DE LA CARGA CONECTADA.

DEMANDA. LA CARGA ELECTRICA EN LAS TERMINALES RECEPTORAS PROMEDIA SOBRE UN INTERVALO ESPECIFICO DE TIEMPO.

NOTA. DEMANDA SE EXPRESA EN KILOWATTS, KILOAMPERES, AMPERES. EL INTERVALO DE TIEMPO ES GENERALMENTE DE 15 MIN., 30 MIN. O 1 HORA.

CARGA PICO. ES LA MAXIMA CARGA CONSUMIDA O PRODUCIDA POR UNA UNIDAD O UN GRUPO DE UNIDADES EN UN PERIODO DE TIEMPO. PUEDE SER LA MAXIMA CARGA INSTANTANEA O LA MAXIMA EN PROMEDIO DE LA CARGA SOBRE EL PERIODO DE TIEMPO DESIGNADO.

MAXIMA DEMANDA. ES AQUELLA DE TODAS LAS DEMANDAS QUE OCURRA EN UN PERIODO DE TIEMPO DETERMINADO.

NOTA. PARA PROPOSITOS DE PAGOS, EL PERIODO DE TIEMPO ES GENERALMENTE DE UN MES.

FACTOR DE DEMANDA. ES LA RELACION DE LA MAXIMA DEMANDA DE UN SISTEMA AL TOTAL DE LA CARGA CONECTADA EN EL SISTEMA.

FACTOR DE DIVERSIDAD. ES LA RELACION DE LA SUMA DE LAS DEMANDAS MAXIMAS UNITARIAS, DE VARIAS SUBDIVISIONES EN EL SISTEMA A LA MAXIMA DEMANDA DE EL SISTEMA COMPLETO.

FACTOR DE CARGA. ES LA RELACION DEL PROMEDIO DE CARGA SOBRE UN PERIODO DESIGNADO DE TIEMPO A LA CARGA PICO QUE OCURRA EN ESE PERIODO.

DEMANDA COINCIDENTE. ES AQUELLA DEMANDA QUE OCURRE SINMULTEAMENTE A OTRA DEMANDA, TAMBIEN LO ES LA SUMA DE ALGUNOS JUEGOS DE DEMANDAS.

LA INFORMACION DE ESTOS FACTORES PARA DIFERENTES TIPOS DE CARGA ES UTIL EN EL DISEÑO DE SISTEMAS. POR EJEMPLO, LA SUMA DE CARGAS CONECTADAS EN UN ALIMENTADOR, MULTIPLICADO POR EL FACTOR DE DEMANDAS DE ESTAS CARGAS, NOS DA LA MAXIMA DEMANDA QUE EL ALIMENTADOR DEBE LLEVAR. LA SUMA DE LAS DEMANDAS MAXIMAS INDIVIDUALES EN LOS CIRCUITOS ASOCIADOS CON LA CARGA CEN--

TRAL O TABLERO DE CORTACIRCUITOS O CONTROL, -
DIVIDIDO POR EL FACTOR DE DIVERSIDAD DE ESOS
CIRCUITOS, DA LA DEMANDA MAXIMA EN LA CARGA -
CENTRAL Y EN EL CIRCUITO ALIMENTADOR. LA SU-
MA DE LAS DEMANDAS MAXIMAS INDIVIDUALES, EN -
LOS CIRCUITOS DE UN TRANSFORMADOR, DIVIDIDO -
POR EL FACTOR DE DIVERSIDAD DE ESOS CIRCUITOS
DA LA MAXIMA DEMANDA EN EL TRANSFORMADOR DE -
DISTRIBUCION. LA SUMA DE LA DEMANDA MAXIMA
EN TODOS LOS TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCION,
DIVIDIDO POR EL FACTOR DE DIVERSIDAD DE LAS -
CARGAS DEL TRANSFORMADOR DA LA MAXIMA DEMANDA
EN LOS ALIMENTADORES PRIMARIOS. CON EL USO DE
LOS FACTORES APROPIADOS, LAS DEMANDAS MAXIMAS
EN VARIAS PARTES DE UN SISTEMA A PARTIR DE --
LOS CIRCUITOS DE CARGA A LAS FUENTES DE SUMI-
NISTRO PUEDEN SER ESTIMADAS.

SISTEMAS.

EL INVESTIGAR LOS DIFERENTES TIPOS DE SISTE--
MAS DE DISTRIBUCION Y SELECCIONAR EL SISTEMA
O SISTEMAS MEJORES PARA SU ADAPTACION DE A---
CUERDO A LAS DIFERENTES NECESIDADES Y REQUERI-
MIENTOS DE LA PLANTA.

EXISTE UNA GRAN VARIEDAD DE ARREGLOS DE CIR--
CUITOS BASICOS DISPONIBLES PARA LA DISTRIBU--
CION DE PLANTAS INDUSTRIALES. LA SELECCION -
DEL MEJOR SISTEMA O COMBINACION DE SISTEMAS,
DEPENDE BASICAMENTE DE LAS NECESIDADES DE LOS
PROCESOS MANUFACTUREROS. EN GENERAL LOS COS-
TOS AUMENTAN DE LOS SISTEMAS, CON LA SEGURI--
DAD Y CALIDAD QUE ESTOS EXIJAN Y REQUIERAN. -
SE TENDRA LA MAXIMA SEGURIDAD POR UNIDAD IN--
VERSION, LA CUAL SERA ASEGURADA, EMPLEANDO --
APROPIADAMENTE Y COMPLETAMENTE LOS COMPONEN-
TES DISENADOS.

LA PRIMERA ETAPA ES EL ANALISIS DE LOS PROCE-
SOS MANUFACTUREROS A DETERMINAR SUS NECESIDA-
DES DE EXACTITUD Y SEGURIDAD, ASI COMO TAM---

BIEN PERDIDAS POTENCIALES EN UN MOMENTO DE --
 INTERRUPCION DE POTENCIA O ENERGIA. EXISTEN
 ALGUNOS PROCESOS QUE AFECTAN POCO A LAS INTE-
 RRUPCIONES. AQUI EXPONEMOS UN SENCILLO SISTE-
 MA RADIAL, QUE RESULTA PLENAMENTE SATISFACTO-
 RIO. OTROS PROCESOS PUEDEN SOSTENER A LARGO
 PLAZO POR LO REGULAR UNA CONTRAINTERRUCCION.
 ASI PUES, SE PRESENTA UN SISTEMA MAS COMPLEJO,
 CON UNA FUENTE DE POTENCIA ALTERNA PARA CARGAS
 CRITICAS PUEDE SER JUSTIFICADO.

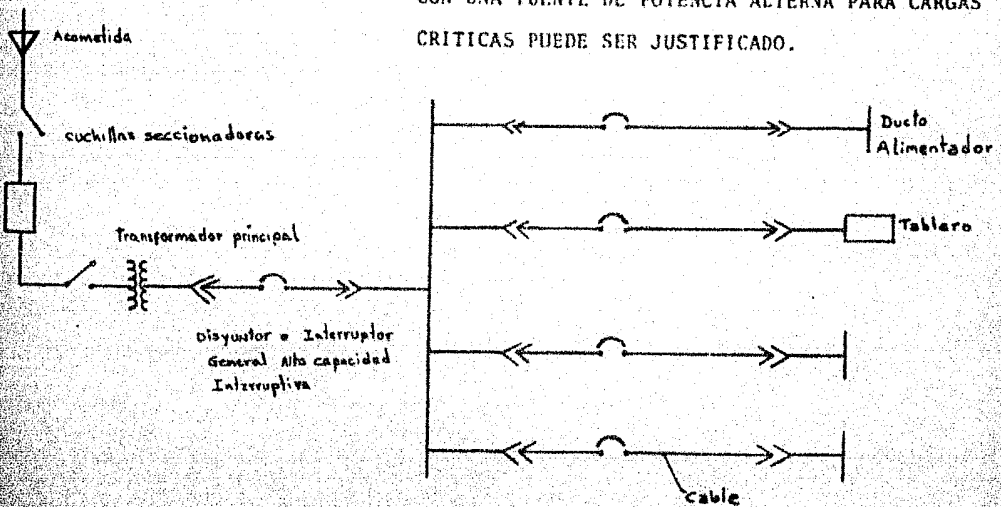


FIG. #1 SISTEMA RADIAL SIMPLE

NOTA: INTERRUPTORES CON FUSIBLES PUEDEN SER
 EMPLEADOS EN LUGAR DE INTERRUPTORES -
 AUTOMATICOS.

UNA NECESIDAD PARA REDUNDANCIA DE UN CIRCUITO
 PUEDE EXISTIR EN LA INDUSTRIA EN PROCESOS CON-
 TINUOS PARA PERMITIR EL MANTENIMIENTO A EQUIPOS
 AUNQUE LA CONFIABILIDAD Y SEGURIDAD DEL EQUI-
 PO DE DISTRIBUCION DE POTENCIA ELECTRICA ES ALTO,

PERO PARA UNA CONFIABILIDAD OPTIMA Y UNA SEGURIDAD DE OPERACION REQUIERE DE UN PROGRAMA GENERAL DE MANTENIMIENTO. EN UN SISTEMA DE PROCESO CONTINUO, NO PUEDE SER MANTENIDO POR SER IMPROPIAMENTE DESIGNADO.

PERO ESTO PUEDE SER REALIZADO CON UNA SELECCION PROPIA O ADECUADA DE ARREGLO DEL CIRCUITO. LA REDUCCION DE COSTOS NUNCA DEBERA SER HECHA EN EL SACRIFICIO DE SEGURIDAD Y RENDIMIENTO DE EQUIPOS DE BAJA CALIDAD. LAS REDUCCIONES SERAN OBTENIDAS POR LA UTILIZACION DE UN SISTEMA DE DISTRIBUCION MENOS EXPANSIVO CON ALGUNOS -- SACRIFICIOS EN CAPACIDAD RESERVADA Y CONFIABILIDAD.

(1) SISTEMA RADIAL SIMPLE

LA DISTRIBUCION ESTA EN LA UTILIZACION DEL VOLTAJE. UN SIMPLE SERVICIO PRIMARIO Y UN TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCION QUE SUMINISTRA A TODOS LOS ALIMENTADORES, O CONDUCTORES DE ALIMENTACION, LA INVERSION DE ESTE SISTEMA, ESTA AL MASBAJO DE TODOS LOS ARREGLOS DE CIRCUITOS.

LA OPERACION Y FUTURAS EXPANSIONES SON SENCILLAS, SI LA CALIDAD DE LOS COMPONENTES SON EMPLEADOS, LA CONFIABILIDAD SERA ALTA, LAS AVERIAS EN UN CABLE EN EL TRANSFORMADOR O EN EL SERVICIO DE SUMINISTRO CONTRA EL SERVICIO. EL EQUIPO DE PRODUCCION Y AUXILIARES DEBE SER PARALIZADO, HACIENDO LOS TRABAJOS DE MANTENIMIENTO REQUERIDOS.

ESTE SISTEMA ES SATISFACTORIO PARA INSTALACIONES EN LA PEQUENA INDUSTRIA. DONDE LOS PROCESOS DE FABRICACION DEJAN EL TIEMPO SUFICIENTE PARA EL MANTENIMIENTO ADECUADO Y LA PLANTA PUEDE ALIMENTARSE CON UN TRANSFORMADOR UNICO.

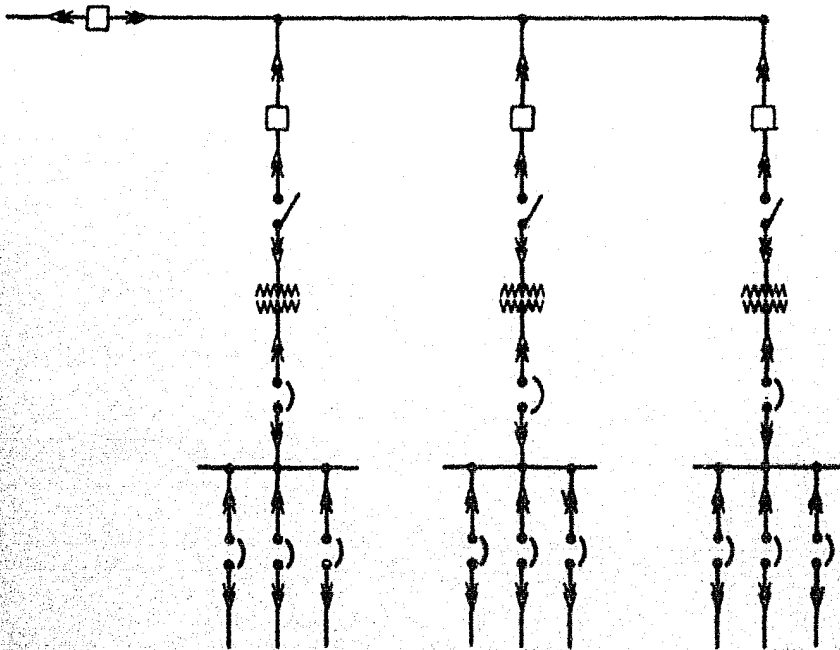


FIG. # 2 SISTEMA RADIAL DESARROLLADO

(2) SISTEMA RADIAL DESARROLLADO

LAS VENTAJAS DE ESTE SISTEMA RADIAL, PUEDEN --
 SER APLICADAS A CARGAS MAYORES POR EL USO DE --
 UN SISTEMA DE DISTRIBUCION RADIAL PRIMARIO SU-
 MINISTRANDO A UN NUMERO DETERMINADO DE SUBESTA-
 CIONES LOCALIZADAS CERCA DE LOS CENTROS DE CAR-
 GA, SUMINISTRANDO LAS CARGAS DIRECTAS CON SIS-
 TEMAS SECUNDARIOS RADIALES.

LAS VENTAJAS Y DESVENTAJAS SON LAS MISMAS QUE
 PARA EL SISTEMA RADIAL SIMPLE, LAS CUALES YA -
 QUEDARON DESCRITAS.

(3) SISTEMA SELECTIVO PRIMARIO

LA PROTECCION CONTRA PERDIDAS DE UN SUMINISTRO
 PRIMARIO PUEDE SER OBTENIDO DIRECTAMENTE AUXI-

LIADO DE UN SISTEMA SELECTIVO PRIMARIO. CADA SUBESTACION ESTA CONECTADA A DOS ALIMENTADORES PRIMARIOS SEPARADOS DIRECTAMENTE POR UN EQUIPO DE DESVIACION DE MANIOBRAS SUMINISTRADO A UNA FUENTE NORMAL Y UNA ALTERNA. CON UNA FALLA EN LA FUENTE NORMAL EL TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCION SERA DESVIADO A LA FUENTE ALTERNA.

EL INTERRUPTOR DE DESVIACION PUEDE SER MANUAL O AUTOMATICO, LAS DOS FUENTES PUEDEN ESTAR PARALELAS DURANTE LA DESVIACION, SE PUEDE HACER MANTENIMIENTO A LOS CABLES PRIMARIOS, EN CIERTAS CONFIGURACIONES LA DESVIACION DE EQUIPO PUEDEN SER EJECUTADAS CON PEQUEÑAS O SIN INTERRUPCIONES DE SERVICIO. LOS COSTOS SON UN POCO MAS ALTOS QUE LOS DE UN SISTEMA RADIAL POR LA DUPLICACION DEL CABLE PRIMARIO Y EL MECANISMO DE CONTROL.

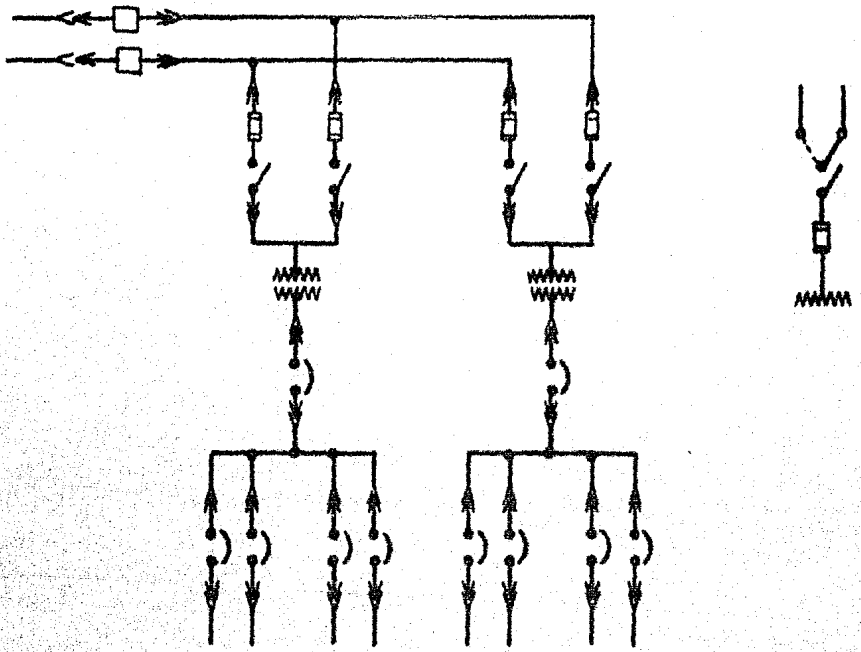


FIG. # 3 SISTEMA SELECTIVO PRIMARIO

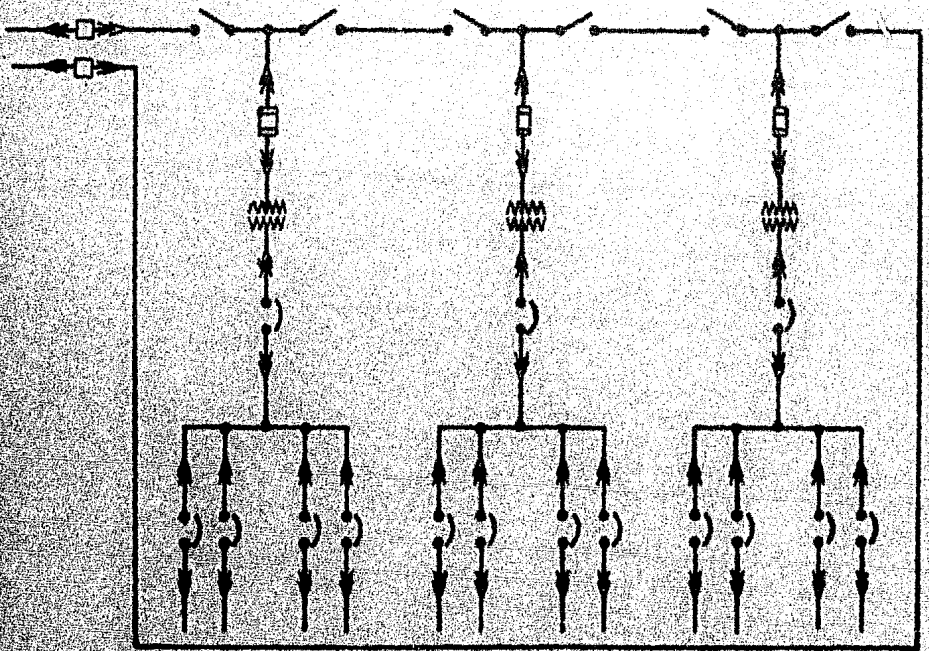


FIG. # 4 SISTEMA PRIMARIO EN CIRCUITO CERRADO

(4) SISTEMA PRIMARIO EN CIRCUITO CERRADO

ESTE SISTEMA OFRECE LAS MISMAS VENTAJAS Y -
DESVENTAJAS COMO EL SISTEMA SELECTIVO PRIMA-
RIO. LA FALLA EN LA FUENTE NORMAL DE UNA -
FALLA EN EL CABLE PRIMARIO PUEDE SER AISLA-
DA Y RESTABLECER EL SERVICIO POR SECCIONA--
MIENTO. PORQUE DESCUBRIENDO UNA FALLA EN -
EL CABLE EN EL CIRCUITO CERRADO PUEDE SER -
DIFICIL. ESTE SISTEMA ES EXTREMADAMENTE PE-
LIGOSO POTENCIALMENTE, YA QUE UNA SECCION
PUEDE SER ENERGIZADA POR AMBOS EXTREMOS. -
AL PRESENTARSE UNA FALLA SE LOGRA AISLARLA,
LOGRANDO DEJAR EN SERVICIO LAS SIGUIENTES -
DOS SECCIONES DE ACUERDO CON ESTE ARREGLO.
LOS COSTOS SON UN POCO MENOS QUE LOS DEL --
SISTEMA SELECTIVO PRIMARIO. DE CUALQUIER -
MANERA ESTO ES DUDOSO, LOS ATENUANTES ECONO-
MICOS SON JUSTIFICADOS EN VISTAS DE LAS DES-
VENTAJAS.

(5) SISTEMAS SELECTIVO SECUNDARIO

SI PAREJAS DE SUBESTACIONES ESTAN CONECTA--
DAS DIRECTAMENTE UN SECUNDARIO NORMALMENTE
ABIERTO ENLAZADO A UN INTERRUPTOR DE CIRCUI-
TO, ESTO DA COMO RESULTADO UN SISTEMA SELEC-
TIVO SECUNDARIO. LA OPERACION PUEDE SER AU-
TOMATICA O MANUAL. SI OCURRE UNA FALLA EN
EL ALIMENTADOR PRIMARIO DEL TRANSFORMADOR,
EL INTERRUPTOR PRINCIPAL DEL CIRCUITO SECUN-
DARIO EN EL TRANSFORMADOR AFECTADO ES SACA-
DO FUERA DE SERVICIO Y EL INTERRUPTOR DEL -
CIRCUITO DE ENLACE CERRADO. NORMALMENTE --
LAS ESTACIONES OPERAN COMO SISTEMAS RADIA--
LES. EL MANTENIMIENTO DE LOS ALIMENTADORES
PRIMARIOS, TRANSFORMADORES Y EL INTERRUPTOR
PRINCIPAL DEL CIRCUITO SECUNDARIO ES POSI-
BLE SOLAMENTE CON LA INTERRUPCION DE POTEN-

CIA MOMENTANEAMENTE O SIN ELLA, SI ES QUE LAS ESTACIONES PUEDEN SER OPERADAS EN PARALELO DURANTE LA DESVIACION, AUNQUE EL MANTENIMIENTO DE LA ESTACION COMPLETA, REQUIERE DE UN PARO TOTAL. CON LA PERDIDA DE UN CIRCUITO PRIMARIO O UN TRANSFORMADOR, LA CARGA DE LA SUBESTACION TOTAL PUEDE SER SUMINISTRADA POR UN SOLO TRANSFORMADOR.

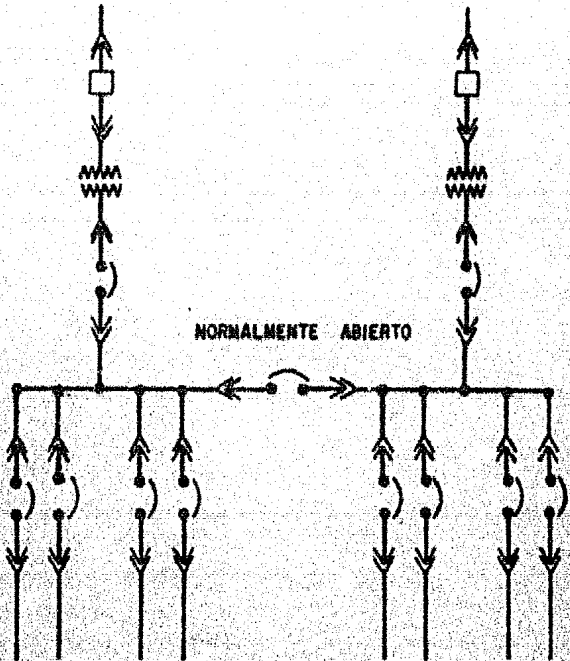


FIG. # 5 SISTEMA SELECTIVO SECUNDARIO

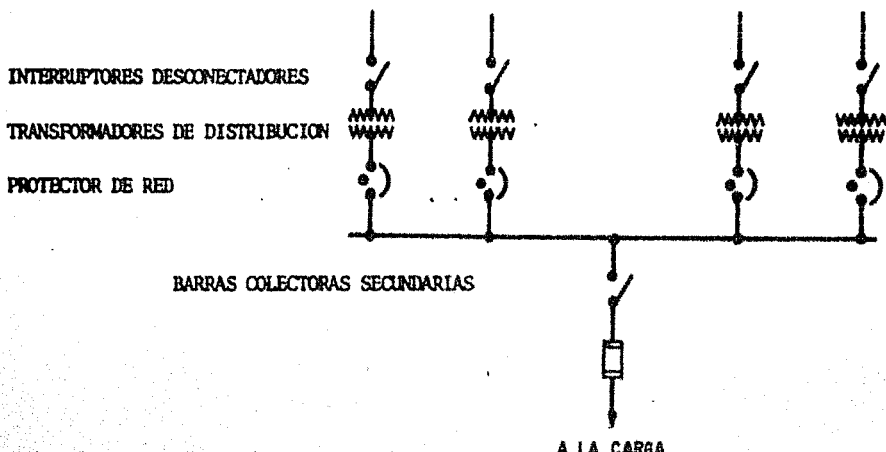


FIG. #6. RED DE PUNTO SECUNDARIO

PARA PERMITIR ESTA CONDICION, UNA (O UNA -- COMBINACION) DE LOS SIGUIENTES PUNTOS SERA CONSIDERADO.

- a). - OBSERVANDO AMBOS TRANSFORMADORES O BIEN UN SOLO TRANSFORMADOR PUEDE LLEVAR LA CARGA TOTAL.
- b). - SUMINISTRANDO ENFRIAMIENTO POR -- AIRE FORZADO AL TRANSFORMADOR EN SERVICIO PARA UN PERIODO DE EMERGENCIA.
- c). - CARGA QUE NO PUEDA SER CRITICA EN UN PERIODO DE EMERGENCIA.
- d). - USANDO LA CAPACIDAD DE SOBRECARGA TEMPORALMENTE EN EL TRANSFORMADOR Y ACEPTANDO LAS PERDIDAS DE VIDA EN EL TRANSFORMADOR.

UN SISTEMA SELECTIVO SECUNDARIO DISTRIBUIDO DEBE TENER SUBESTACIONES POR PARES EN LOCALIZACIONES DIFERENTES CONECTADAS POR UN CABLE DE ENLACE Y NORMALMENTE ABIERTO AL INTERRUPTOR DEL CIRCUITO EN CADA SUBESTACION. - EL DISEÑADOR DEBE BALANCEAR EL COSTO DE EL ENLACE ADICIONAL CON EL INTERRUPTOR DEL CIR

CUITO Y EL CABLE DE ENLACE CONTRA LA VENTAJA DEL COSTO DE COLOCACION DE LAS ESTACIONES CERCANAS AL CENTRO DE LA CARGA.

EL SISTEMA SELECTIVO SECUNDARIO PUEDE SER COMBINADO CON EL SISTEMA SELECTIVO PRIMARIO PARA SUMINISTRAR UN ALTO GRADO DE CONFIABILIDAD.

[6] SECONDARY SPOT NETWORK

EN ESTE SISTEMA SE EMPLEAN DOS O MAS TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCION, CADA UNO SUMINISTRADO DESDE UN ALIMENTADOR DE DISTRIBUCION PRIMARIO SEPARADO. LOS SECUNDARIOS DE LOS TRANSFORMADORES SON CONECTADOS EN PARALELO A UN TIPO ESPECIAL DE INTERRUPTOR DE CIRCUITO, LLAMADO PROTECTOR DE RED, A UNA BARRA COLECTORA SECUNDARIO.

SI UN ALIMENTADOR PRIMARIO FALLA O UNA FALLA OCURRE EN UN ALIMENTADOR PRIMARIO, O BIEN EN UN TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCION, EL OTRO TRANSFORMADOR ARRANCA A REALIMENTACION DIRECTA AL PROTECTOR DE RED EN EL CIRCUITO AVERIADO. ESTA POTENCIA OPUESTA ABRE EL PROTECTOR DE RED Y DESCONECTA LA ALIMENTACION DEL CIRCUITO DESDE LA BARRA COLECTORA SECUNDARIA. EL PROTECTOR DE RED OPERA TAMBIEN RAPIDAMENTE A UNA EXPOSICION MINIMA DEL EQUIPO SECUNDARIO AL DEJAR EL VOLTAJE ASOCIADO.

RED DE PUNTO SECUNDARIO. ES EL MAS CONFIA-BLE SUMINISTRA POTENCIA PARA CARGAS GRANDES. UNA INTERRUPCION DE POTENCIA PUEDE SOLAMENTE OCURRIR CUANDO ES UNA FALLA SIMULTANEA DE TODOS LOS ALIMENTADORES PRIMARIOS O CUANDO UNA FALLA OCURRE EN LA BARRA COLECTORA SECUNDARIA.

SOLO SE PRESENTARAN INTERRUPCIONES MOMENTANEAS CAUSADAS POR LA OPERACION DE INTERRUPTORES DE TRANSFERENCIA QUE OCURREN EN EL SELECTIVO PRIMARIO, SELECTIVO SECUNDARIO, O

SISTEMAS CERRADOS O EN LAZO CERRADO. LAS --
CAIDAS DE VOLTAJE POR FALLAS EN EL SISTEMA -
O CARGAS GRANDES TRANSITORIAS SON MATERIAL-
MENTE REDUCIDAS. EN RESUMEN, CADA TRANSFOR-
MADOR CONECTADO EN PARALELO INCREMENTA LA --
CAPACIDAD DE CORRIENTE DE CORTO CIRCUITO Y -
PUEDE INCREMENTARSE EL RENDIMIENTO DE LAS --
CAPACIDADES DEL EQUIPO SECUNDARIO.

- LOCALIZACION DEL EQUIPO.

EN COOPERACION CON EL ARQUITECTO Y EL PERSO-
NAL DE PROCESOS SELECCIONAN LOCALIZACIONES -
PARA TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCION Y CEN-
TROS DE MAYOR UTILIZACION DE CONTROL DE VOL-
TAJE. GENERALIZANDO EL LOCALIZAR AL TRANS-
FORMADOR AL CENTRO DE CARGA, HACE LOS COSTOS
INFERIORES DEL SISTEMA DE DISTRIBUCION.

- VOLTAJE.

LA UTILIZACION DE VOLTAJE MAS COMUNMENTE USA
DO EN MEXICO, INDUSTRIALMENTE ES DE 440 VOLTS.
OTROS NIVELES DE VOLTAJES DEPENDEN DEL TAMANO
DEL MOTOR, UTILIDAD DE LA CONFIABILIDAD DEL --
VOLTAJE, TOTAL DE CARGA POR SERVIR, REQUERI-
MIENTOS DE EXPANSION POTENCIAL, REGULACION DE
VOLTAJES Y COSTOS. EL SISTEMA DEBE SER CAPAZ
DE SUMINISTRAR POTENCIA A TODO EL EQUIPO DEN-
TRO DE LOS LIMITES INFERIORES DE VOLTAJE PU-
BLICADOS, TODOS EN CONDICIONES DE OPERACION
NORMAL.

- UTILIDAD DEL SERVICIO.

CUANDO TAN RAPIDAMENTE COMO PRACTIQUEN EN LA
SECUENCIA DE DISEÑO, UNA CONSULTA CON LA UTI-
LIDAD DEL SUMINISTRO PARA DETERMINAR LOS RE-
QUERIMIENTOS PARA EL SERVICIO ELECTRICO. LA
UTILIDAD SERA SUMINISTRADA POR LOS SIGUIENTES
DATOS:

SUMINISTRO DE UTILIDAD DATOS:

- 1.- PLANO DE LAS PROPIEDADES DE LA PLANTA, EDIFICIOS Y OTRAS ESTRUCTURAS.
- 2.- CARGA DE LA PLANTA PREFERENTEMENTE EN KILO-AMPERES.
- 3.- VOLTAJE DE SERVICIO PREFERIDO.
- 4.- PUNTOS PREFERIDOS DE DISTRIBUCION DEL SERVICIO ELECTRICO.
- 5.- ARREGLO DE LA UTILIDAD DEL SUMINISTRO PREFERIDO.
- 6.- CONSTRUCCION Y PROGRAMA DE ARRANQUE.
- 7.- REQUERIMIENTOS POCO COMUNES.
- 8.- ALGUNOS MOTORES EXTRAORDINARIAMENTE GRANDES EN EL SISTEMA.
- 9.- FACTOR DE POTENCIA ADELANTADO.
- 10.- NATURALEZA DE LA CARGA CONECTADA.

LA UTILIDAD SERA CAPAZ DE SUMINISTRAR LOS SIGUIENTES DATOS:

- 1.- SUMINISTRO DE VOLTAJE O VOLTAJES DISPONIBLES.
- 2.- PUNTOS DE ENTREGA Y RECORRIDOS DE LINEA.
- 3.- INDICES DISPONIBLES O INDICE DE FACTURACION.
- 4.- OPCIONES EN CARACTERISTICAS DE LOS TRANSFORMADORES DE SUMINISTRO.
- 5.- REQUERIMIENTOS DE ESPACIO PARA EL TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCION SI SUMINISTRA PARA LA UTILIDAD.
- 6.- REQUERIMIENTOS DE ESPACIO PARA EL TRANSFORMADOR SI LA PLANTA ES SUMINISTRADA POR UTILIZACION DE

VOLTAJE.

- 7.- CORTO CIRCUITO EN EL PUNTO DE ENTREGA O REPARTO Y CARACTERISTICAS DEL SISTEMA.
- 8.- REQUERIMIENTOS PARA MEDICION.
- 9.- TIPO DE CONEXION A TIERRA EN EL SISTEMA DE SUMINISTRO.
- 10.- REQUERIMIENTOS PARA COORDINACION CON LA UTILIDAD DEL SISTEMA DE PROTECCION.
- 11.- REPRESENTACION DE DATOS.

GENERACION

DETERMINAR SI SE HACE NECESARIA UNA GENERACION DE ENERGIA COMO EMERGENCIA DE ACUERDO CON EL TIPO DE PROCESOS, PARA LO CUAL SE DEBE DE TENER EN CONSIDERACION:

- 1.- CARGA DEL GENERADOR EN KILO-AMPERES.
- 2.- VOLTAJE DEL GENERADOR.
- 3.- RECOLOCACION Y PROTECCION DEL GENERADOR.
- 4.- MEDICION.
- 5.- REGULACION DE VOLTAJE.
- 6.- SINCRONIZACION.
- 7.- CONEXION A TIERRA.
- 8.- COSTO.
- 9.- REQUERIMIENTOS DE MANTENIMIENTO.
- 10.- MOTORES DE GRAN CAPACIDAD DE ARRANQUE.

EL DISEÑO COMPLETO DEBE SER COORDINADO CON LA UTILIDAD Y OPERADO EN PARALELO CON EL SISTEMA PREVISTO ANTICIPADAMENTE.

- DIAGRAMA UNIFILAR.

UN DIAGRAMA UNIFILAR O DE UN SOLO CABLE (SENCILLO) COMPLETO DEL SISTEMA CON UN PLANO FÍSICO DE LAS INSTALACIONES SERÁ SUFICIENTE INFORMACIÓN PARA EL PROYECTO Y EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE POTENCIA ELÉCTRICO. EN EL CAPÍTULO III, SE DARÁ LA INFORMACIÓN REQUERIDA, PARA EL ANÁLISIS DE CORRIENTE DE FALLA Y EL SISTEMA DE PROTECCIÓN.

LOS SÍMBOLOS NORMALMENTE USADOS EN LA ELABORACIÓN DE DIAGRAMAS UNIFILARES, ESTÁN DESCRITOS EN LOS ESTÁNDARES IEEE 315-1975, SÍMBOLOS GRÁFICOS PARA DIAGRAMAS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS (ANSI Y 32.2-1975).

LOS SIGUIENTES PUNTOS, SON INDICATIVOS EN EL SEGUIMIENTO DE ALGUNOS DIAGRAMAS DE FLUJO.

1.- FUENTES DE POTENCIA, INCLUYENDO VOLTAJES Y CORRIENTES DE CORTO CIRCUITO APROVECHABLES.

2.- TAMAÑO, TIPO, AMPACIDAD O CAPACIDAD DE CONDUCCIÓN Y NÚMERO DE TODOS LOS CONDUCTORES.

3.- CAPACIDADES, VOLTAJES, IMPEDANCIAS, CONEXIONES, Y MÉTODOS DE CONEXIÓN A TIERRA DE TRANSFORMADORES.

4.- IDENTIFICACIÓN Y CANTIDAD DE DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN (RELEVADORES, FUSIBLES E INTERRUPTORES, ETC.)

5.- RELACIONES DE INSTRUMENTOS DE LOS TRANSFORMADORES.

6.- TIPO Y LOCALIZACIÓN DE PARARRAYOS DE COMPENSACIÓN Y CAPACITORES.

7.- IDENTIFICACIÓN DE TODAS LAS CARGAS.

8.- IDENTIFICACION DE ALGUNOS ---
OTROS EQUIPOS DEL SISTEMA DE DISTRIBUCION.

EL DIAGRAMA UNIFILAR NOS MUESTRA CAPACIDADES
PARA FUTURAS EXPANSIONES, Y EL EFECTO DE TA--
LES EXPANSIONES SERA UNA PARTE DE LA PLANEAA--
CION DEL SISTEMA ORIGINAL.

EL PLANO DEBE SER MANTENIDO ACTUALIZADO.

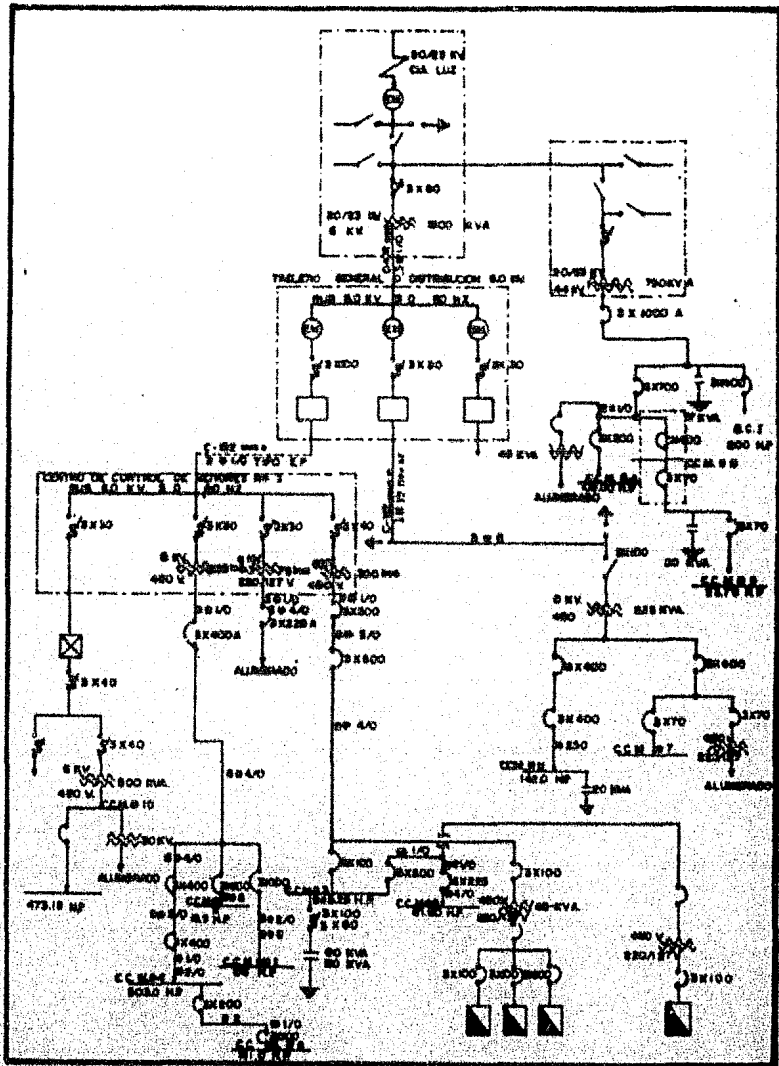


FIG: 7 DIAGRAMA UNIFILAR PLANTA DE PINTURAS DUPONT SISTEMA RADIAL DESARROLLADO.

AUXILIARES

- I .- SISTEMA DE GENERACION DE VAPOR.
- II .- SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DE AGUA.
- III .- SISTEMA DE AIRE COMPRIMIDO.
- IV .- SISTEMA DE ALUMBRADO.
- V .- SISTEMA DE COMUNICACIONES.
- VI .- PLANTA DE EMERGENCIA (UNIDAD GENERADORA)

INTRODUCCION: SE DESIGNAN COMO AUXILIARES TODOS AQUELLOS MEDIOS QUE SIRVEN DE FORMA SECUNDARIA, PARA EL FUNCIONAMIENTO COMPLETO DE UNA --- PLANTA O PROCESO.

CON LA ESTRUCTURACION DE CADA UNO DE LOS AUXILIARES, OBTENDREMOS LA REALIZACION DE UN OBJETIVO EN COMUN. YA QUE LA INDUSTRIA NECESITA DE DIVERSOS MEDIOS PARA SU COMPLETO DESARROLLO Y FUNCIONAMIENTO.

I.- SISTEMA DE GENERACION DE VAPOR.

EL GENERADOR DE VAPOR O CALDERA, ESTARA INTEGRADA POR UNA SERIE DE APARATOS E INSTRUMENTOS QUE ESTARAN DESTINADOS A APROVECHAR LA ENERGIA TERMICA QUE LIBERA UN COMBUSTIBLE AL QUEMARSE PARA PRODUCIR VAPOR DE AGUA DISPONIBLE PARA PROCESOS INDUSTRIALES, FUERZA MOTRIZ O CALEFACCION.

EL GENERADOR DE VAPOR TRABAJARA DE ACUERDO A LAS NECESIDADES DEL SISTEMA PROPORCIONANDO UNA DETERMINADA PRESION Y TEMPERATURA.

LA CALDERA A SU VEZ NECESITARA DE UN AUXILIAR QUE ES EL TRATAMIENTO DE AGUA.

EL AGUA DE ALIMENTACION PARA LA CALDERA DEBE CUMPLIR CON CIERTOS LIMITES DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA COMO LAS SALES MINERALES, EL PH, LOS SOLIDOS, LA DUREZA, ETC.

POR LO QUE ANTES DE PASAR A LA CALDERA DEBERA SER TRATADA CON PRODUCTOS QUIMICOS, FILTROS, ZEOLITAS, SAL MUERA ETC.

EL TRATAMIENTO DE AGUA SE REALIZA CON EL FIN DE CONSERVAR LA CALDERA EN SUS OPTIMAS CONDICIONES DE DISEÑO Y FUNCIONAMIENTO.

EN LA INDUSTRIA LAS ENCONTRAREMOS DE DIFERENTES TIPOS Y CAPACIDADES. COMO LAS CALDERAS DE TUBOS DE HUMO, TUBOS DE AGUA TIPO DE CORAZA ETC.

LA CALDERA DEFENDERA TOTALMENTE DE LA NECESIDAD DEL SISTEMA Y DE LA CARGA, PARA PODER ELEGIR LA POTENCIA Y TIPO DE CALDERA.

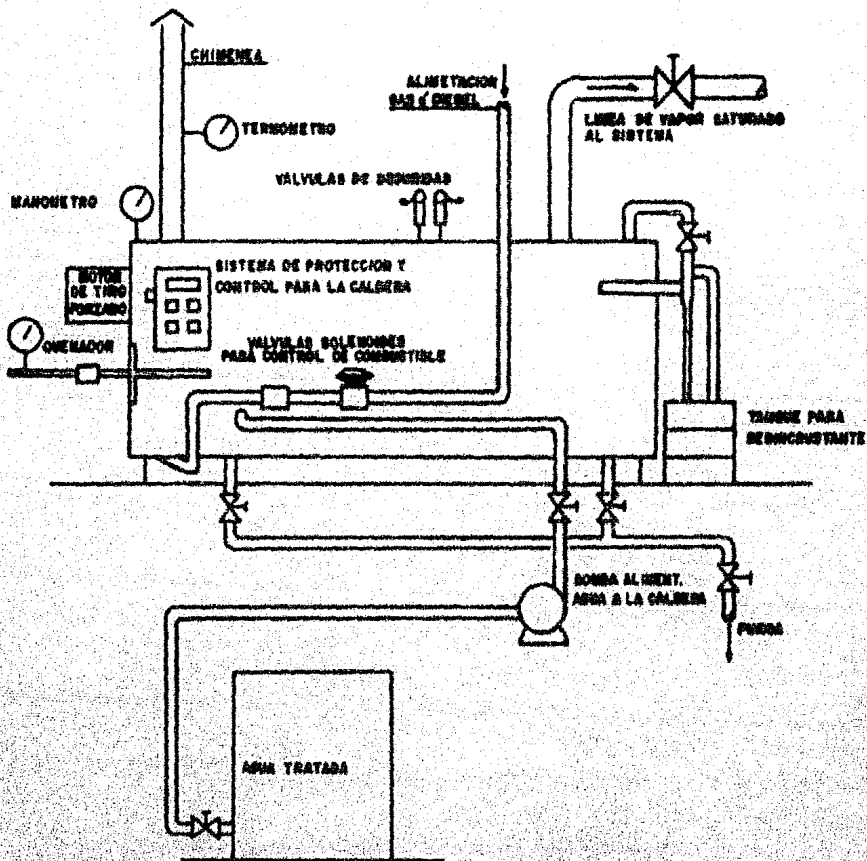


FIG. #1. SISTEMA DE GENERACION DE VAPOR.

III.- SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DE AGUA.

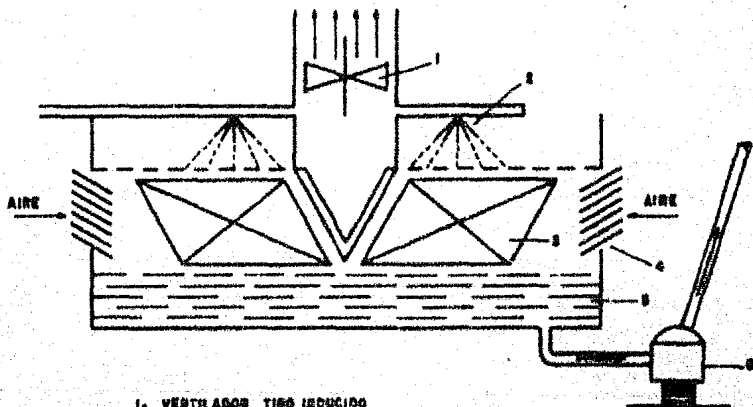
LAS NECESIDADES DE LA INDUSTRIA, SON LAS DE DISIPAR GRANDES CANTIDADES DE CALOR, DE AQUI QUE SEA NECESARIO UTILIZAR UN METODO EFICIENTE PARA LIBERARLO Y CON ESTO SATISFACER LAS NECESIDADES DEL PROCESO.

EL AIRE Y EL AGUA OFRECEN EL MEDIO MAS ACCESIBLE Y ECONOMICO PARA LLEVAR A CABO LA MAYOR PARTE DE LOS PROCESOS DE ENFRIAMIENTO, LAS GRANDES CANTIDADES DE AIRE DISPONIBLES NO OFRECEN NINGUN OBSTACULO PARA SU EMPLEO, PERO EL AGUA DE TANTA DEMANDA INDUSTRIAL SOLO ES DISPONIBLE EN CANTIDADES LIMITADAS, LO QUE HACE ADQUIRIR ESTE LIQUIDO EN CONSIDERABLE VALOR, RAZON POR LA CUAL SE JUSTIFICA EL EMPLEO DE METODOS QUE PERMITAN UNA RECIRCULACION; Y ES PRECISAMENTE EL AGUA DE ENFRIAMIENTO LA QUE PUEDE RECIRCULARSE POR APLICACION DE UN PROCESO DE ENFRIAMIENTO -- QUE RESULTA ALTAMENTE EFICIENTE CON LOS EQUIPOS ACTUALES.

A CAUSA DE LA GRAN DIFICULTAD QUE REPRESENTA DISPONER DE UNA FUENTE NATURAL DE ENFRIAMIENTO TAL COMO UN RIO, UN LAGO, DE ALGUNA RESERVA SUBTERRANEA Y ADEMAS DE LOS REQUISITOS QUE ESTA DEBE SATISFACER, SE HA OPTADO POR UTILIZAR UN CIRCUITO DE ENFRIAMIENTO CERRADO CON EL AUXILIO DE UNA TORRE DE ENFRIAMIENTO. PARA DISIPAR LAS GRANDES CANTIDADES DE CALOR DESPRENDIDO EN EL PROCESO Y VUELVE A RECIRCULAR ESTE VOLUMEN DE AGUA, REPONIENDO UNA PEQUEÑA PARTE DE LA MISMA Y AYUDANDO CON ESTO A QUE EL CONSUMO INDUSTRIAL PARA ESTE OBJETO SEA MINIMO.

LAS TORRES DE ENFRIAMIENTO SON EMPLEADAS EN GRAN ESCALA DONDE SE CIRCULA UN GRAN VOLUMEN DE AGUA COMO MEDIO REFRIGERANTE PARA LA CONDENSACION DE GASES Y VAPOR.

EN UNA TORRE ENFRIADORA, DEL CALOR LIBERADO AL AIRE, APROXIMADAMENTE LAS TRES CUARTAS PARTES LO ABSORBE EN FORMA DE CALOR LATENTE Y EL RESTO EN FORMA DE CALOR SENSIBLE, EN EL PASO DEL CALOR DEL AGUA AL AIRE ORIGINA QUE EL AGUA PIERDA PARTE DE SU CALOR SENSIBLE PROVOCANDO UN ENFRIAMIENTO A LA PORCIÓN DE AGUA QUE NO LOGRO EVAPORARSE. (Fig:2) (a), (b).



1. VENTILADOR TIRO INDUCIDO
2. BOCIADORES
3. ESTRUCTURA
4. RELLENO DE MADERA O PLASTICO
5. POZA DE AGUA
6. BOMBA DE AGUA DE ENFRIAMIENTO

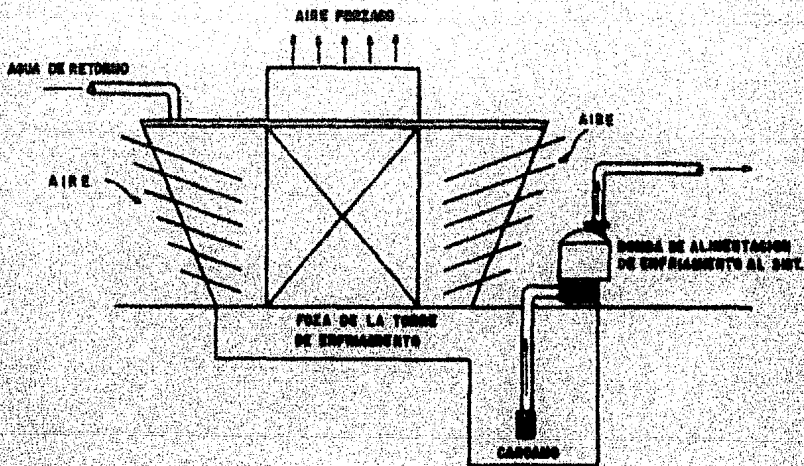


FIG. #2 SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DE AGUA.

III.- SISTEMA DE AIRE COMPRIMIDO.

EL SISTEMA DE AIRE ES UN AUXILIAR MUY INDISPENSABLE EN DIFERENTES TIPOS DE INDUSTRIAS, EL CUAL NOS VA A PROPORCIONAR UNA CANTIDAD DE AIRE COMPRIMIDO EN M^3 POR UNIDAD DE TIEMPO.

ESTE GASTO DE AIRE, AL IGUAL QUE UNA CARGA ELECTRICA SERA DEFINIDO POR LA CANTIDAD DE ELEMENTOS APARATOS O MAQUINAS, QUE SE ENCUENTREN CONECTADOS DIRECTAMENTE A SU LINEA DE DESCARGA.

PODEMOS LLAMAR COMO APARATOS O MAQUINAS, AQUELLOS QUE REQUIERAN DETERMINADA PRESION Y FLUJO DE AIRE, PARA SU MOVIMIENTO O TRABAJO COMO SON: BOMBAS NEUMATICAS, TALADROS NEUMATICOS, PRENSAS NEUMATICAS, VALVULAS, PISTONES, VALVULAS SOLENOIDES, CONTROLADORES Y REGISTRADORES DE FLUJO, PRESION, TEMPERATURA ETC.

DENTRO DE LA INDUSTRIA PODREMOS ENCONTRAR INFINIDAD DE MARCAS Y TIPOS DE COMPRESORES COMO LOS SIGUIENTES: DE PISTONES O ALTERNATIVOS DE TORNILLO SIN-FIN, CENTRIFUGOS TIPO TURBINA DE UNO, DOS Y TRES ETAPAS Y DE MARCAS COMO:

ATLAS COPCO

JOY

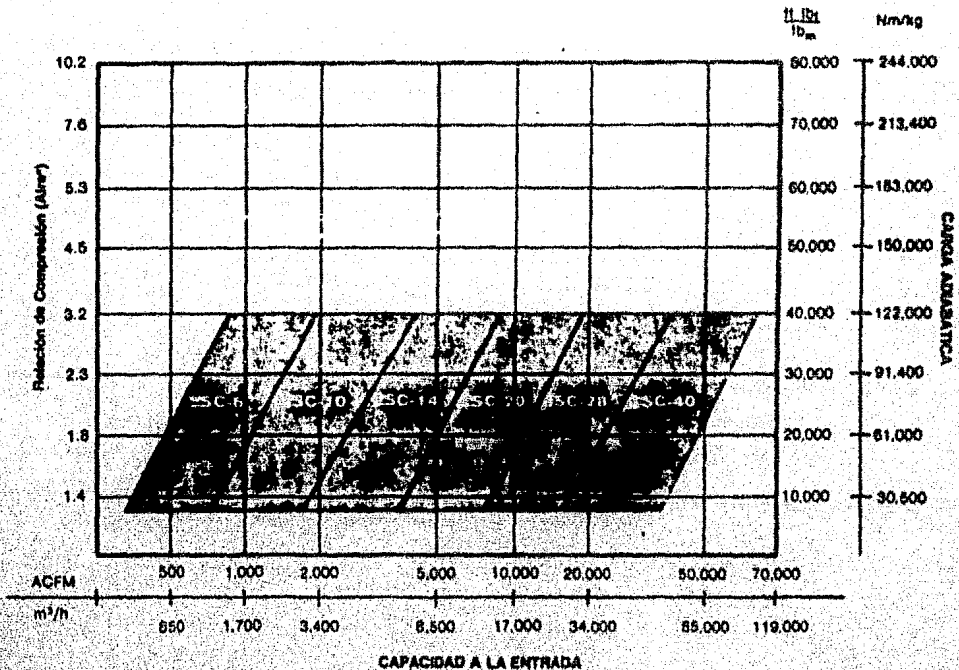
INGERSOLL RAND

WORTHINGTON

GARDEN DENVER ETC.

Y DE LOS CUALES PODREMOS HACER UNA SELECCION DE CAPACIDAD DE ACUERDO A LA TABLA SIGUIENTE.

GUIA DE SELECCION para Compresores Centrífugos de Proceso



*Aire a 14.7 psia, 90°F, Dry (1.01 bar, 32°C, Dry)

3.2:1 Relación de Compresión por Etapa
Flujo hasta 60,000 ACFM (118,000 m³/h)
Potencia hasta 4000 BHP (3000 KW)
Presión de Trabajo hasta 500 (PSIG) (35 bar)

IV.- SISTEMA DE ALUMBRADO.

EL SISTEMA DE ALUMBRADO COMO AUXILIAR, ES SUMAMENTE INDISPENSABLE SOBRE TODO EN AQUELLAS INDUSTRIAS QUE TRABAJAN LAS 24 HRS. DEL DIA. - YA QUE POR LAS NOCHES ES 100% INDISPENSABLE UN ALUMBRADO INDICADO Y -- EFICIENTE PARA AREAS DE TRABAJO, PATIOS, OFICINAS Y EN GENERAL.

GENERALMENTE LOS SISTEMAS DE ALUMBRADO EN LA INDUSTRIA SON DE UNA DERIVACION DE VOLTAJE DEL SISTEMA DE FUERZA O SEA QUE PARA INDUSTRIAS QUE TRABAJEN EN FUERZA A 440/460/480/ VOLTS; EL ALUMBRADO ESTARA REFERIDO A 220 VOLTS.

ESTO SE HACE CON EL FIN DE PROPORCIONAR EL VOLTAJE INDICADO A DIFERENTES TIPOS DE CARGA QUE CONSUMAN DETERMINADA POTENCIA A 220 VOLTS.

COMO LUMINARIAS, PARRILLAS, DETERMINADOS MOTORES Y TODOS AQUELLOS APARATOS QUE SU ALIMENTACION SEA 220 O 110 VOLTS.

EN EL SISTEMA DE 220 VOLTS. TENDREMOS TRES FASES Y UN NEUTRO O -- SEA UN SISTEMA TRIFASICO A 4 HILOS, SUFICIENTE PARA CUALQUIER TIPO DE ARREGLO A MENOR VOLTAJE.

EN ALUMBRADO ES MUY NECESARIO SABER REALMENTE QUE TIPO DE ILUMINACION ES LA QUE NECESITAMOS, Y LA QUE NOS CONSUMA EL MINIMO DE ENERGIA ELECTRICA.

PARA ESTO SE EMPLEAN FORMULAS Y CATALOGOS DE LOS FABRICANTES ESPECIFICANDO LAS CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO DE LA LUMINARIA, COMO SON LOS LUMENES, ANGULO DE INCIDENCIA DIMENSIONES DE LA LAMPARA, POTENCIA VOLTAJE DE ALIMENTACION ETC.

EL TIPO DE LUMINARIA A SELECCIONAR ESTARA EN FUNCION DEL AREA DE TRABAJO QUE NECESITEMOS ILUMINAR, OFICINAS, BODEGAS, MESAS DE TRABAJO PATIOS, ETC. ASI COMO EL TIPO DE PRODUCTO QUE SE FABRIQUE, PINTURAS, LECHE, TELAS, ELEMENTOS ELECTRONICOS, ETC.

LA RED DE ALUMBRADO PARTIRA DE UN TABLERO DE DISTRIBUCION GENERAL, CON SU SWITCH CORRESPONDIENTE LA CARGA TOTAL DE LAMPARAS QUE SE TENGA INSTALADA Y A SU VEZ CADA LAMPARA TENDRA SU SWITCH CORRESPONDIENTE A SU VOLTAJE DE ALIMENTACION Y A LA POTENCIA DE CONSUMO.

V.- SISTEMA DE COMUNICACIONES.

EL SISTEMA DE COMUNICACION, GENERALMENTE ESTA DADO POR UNA RED TELEFONICA, EN LA QUE POR MEDIO DE UN CONMUTADOR SE PODRA COMUNICAR A LOS PUNTOS MAS IMPORTANTES DE LA EMPRESA, COMO SON LOS DEPARTAMENTOS DE PRODUCCION, PERSONAL, CONTROL DE CALIDAD, MANTENIMIENTO, DIRECCION ETC.

ESTA RED TELEFONICA CONSTARA DE X NUMERO DE EXTENSIONES QUE CORRESPONDEN A CADA UNA DE LOS INTEGRANTES DE CADA DEPARTAMENTO.

LA COMUNICACION POR LA VIA TELEFONICA, SIEMPRE SERA LA MAS COMUN, PERO TAMBIEN EXISTEN DENTRO DE LA INDUSTRIA OTROS MEDIOS DE COMUNICACION, COMO SON:

EL VOCEO, QUE ATRAVES DE UN APARATO AMPLIFICADOR Y POTENTES BOBINAS, BUSCAREMOS O NOS COMUNICAREMOS CON LA PERSONA INDICADA, O INCLUSIVE ESTE MEDIO PUEDE SERVIR, PARA HACER PRUEBAS DE CAMPO DE UN PUNTO EN RESPECTO A OTRO DE CIERTA DISTANCIA.

OTRO MEDIO DE COMUNICACION, LO TENDREMOS POR MEDIO DEL RADIO, EN EL QUE SE TRANSMITIRAN LAS ONDAS HASTA UNA RECEPTORA, QUE RECIBIRA EL MENSAJE O RECADO, ESTE TIPO DE MEDIO SE UTILIZA MUCHO EN VEHICULOS.

TAMBIEN EXISTE EL RADIO LOCALIZADOR EL QUE COMUNMENTE PORTAN DETERMINADAS PERSONAS Y A LAS CUALES SE LES PUEDE LOCALIZAR, DEBIDO AL NUMERO DE SU RADIO, QUE AL RECIBIR LA SEÑAL SUENA UNA ALARMA INDICADORA, Y EL MENSAJE.

Y EL MAS COMUN QUE ES EL ORAL DE PERSONA A PERSONA.

POR LO CONSIGUIENTE, PODREMOS NOTAR QUE LOS MEDIOS DE COMUNICACION EN LA INDUSTRIA SON IMPORTANTES INTERNAMENTE COMO HACIA EL EXTERIOR.

VI.- PLANTA DE EMERGENCIA

EN LA MAYORIA DE INDUSTRIAS ES INDISPENSABLE TENER ENERGIA ELECTRICA, PARA LA CONTINUIDAD DE LA PRODUCCION.

SIENDO ENTONCES LA ENERGIA ELECTRICA EL ALMA DE CUALQUIER TIPO DE INDUSTRIA, SOBRE TODO EN AQUELLA QUE LA PRODUCCION SEA DE PROCESOS. HABRA OCASIONES EN QUE HAY PAROS O INTERRUPCIONES DE ENERGIA ELECTRICA INVOLUNTARIOS, OCASIONADOS FUNDAMENTALMENTE POR EL MEDIO CLIMATOLOGICO, LLUVIAS, VIENTO, TEMBLORES, RAYOS, ETC. PROVOCANDO QUE LA ENERGIA ELECTRICA SE INTERRUMPA INDEFINIDAMENTE. TAMBIEN HABRA INTERRUPCIONES POR PARTE DE LA COMPANIA SUMINISTRADORA, EN ESTE CASO, COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD, POR MODIFICACIONES, REPARACIONES, O FALLAS EN SUS UNIDADES GENERADORAS.

ENTONCES, ES AHI DONDE CUMPLE SU FUNCION LA UNIDAD GENERADORA DE ENERGIA ELECTRICA DE EMERGENCIA.

COMUNMENTE SE UTILIZAN MAQUINAS DIESEL ACOPLADAS A UN GENERADOR. LAS HAY TOTALMENTE AUTOMATICAS Y MANUALES.

LAS AUTOMATICAS CONSTAN DE UN TRANSFER, QUE DETECTA UNA FALLA DE VOLTAJE O UNA VARIACION DE ESTE, PARA HACER LA TRANSFERENCIA A LA MAQUINA, LA CUAL TRABAJARA INMEDIATAMENTE. DEPENDIENDO LA CAPACIDAD GENERADORA, SERA COMO INSTALEMOS LA UNIDAD, YA SEA QUE SOPORTE TODA LA CARGA DE LA PLANTA O UNICAMENTE PARTE DE ESTA.

REFIRIENDONOS A UN CASO PARTICULAR:

EN LA SUBESTACION PRINCIPAL TENEMOS LA ACOMETIDA POR PARTE DE --- C.F.E. CON 25 KV. DE LAS LINEAS DE DISTRIBUCION, QUE SON BAJADOS POR MEDIO DE UN TRANSFORMADOR PRINCIPAL A 440 VOLTS. Y DE AHI AL CENTRO DE DISTRIBUCION PRINCIPAL, QUE SE COMPONE CADA UNO DE CENTROS DE FUERZA, ALUMBRADO Y SERVICIOS DE LOS DEPARTAMENTOS DE LA PLANTA.

EN LA UNIDAD GENERADORA TENDREMOS CONECTADO. (VER LA FIGURA SIGUIENTE)

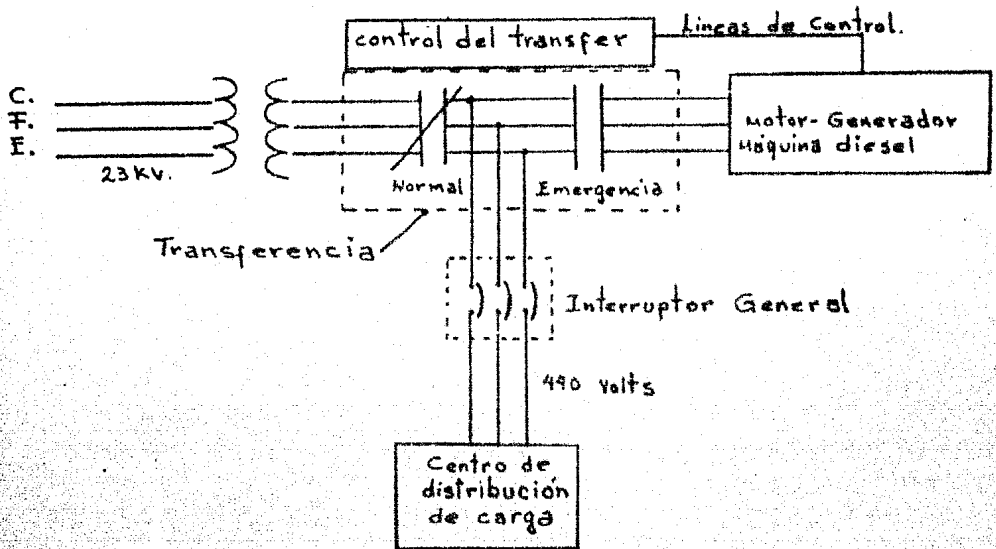


FIG. #3. DIAGRAMA TRIFILAR DE UNA PTA. DE EMERGENCIA.

CUANDO EL SENSOR DE VOLTAJE DETECTA UNA AUSENCIA DE ESTE, AUTOMATICAMENTE CAMBIA LA POSICION DEL CONTACTOR "NORMAL", NORMALMENTE CERRADO EN ABIERTO Y LA POSICION DEL CONTACTOR "EMERGENCIA" NORMALMENTE ABIERTO EN CERRADO. EFECTUANDOSE CON ESTO LA TRANSFERENCIA DE ENERGIA, POR MEDIO DE LA MAQUINA-GENERADOR, RESTABLECIENDOSE EL VOLTAJE NORMALMENTE EN 440 VOLTS.

LA MAQUINA GENERADORA QUEDARA EN LA FORMA SIGUIENTE DENTRO DEL DIAGRAMA UNIFILAR DE LA PLANTA. FIGURA (4).

DATOS DE PLACA DE LA UNIDAD GENERADORA.

MARCA: CATERPILLAR
 440 VOLTS.
 550 KVA.
 700 AMP.
 60 HZ.
 3 FASES, 4 H.

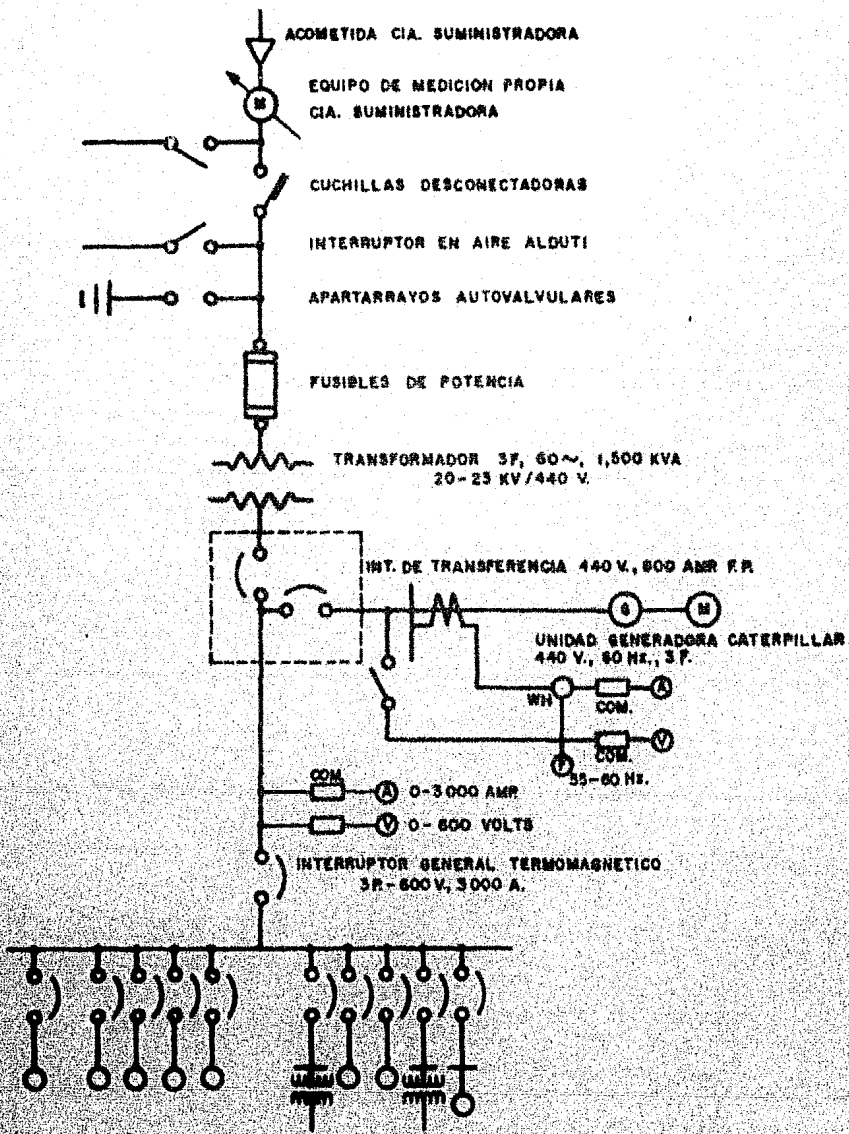


FIG. #4. DIAGRAMA UNIPILAR DE UNA PTA. DE EMERGENCIA.

UNIDAD DE TRANSFERENCIA AUTOMATICA.

MARCA: F.P.E.
TIPO: CHANGEMATIC
3Ø, 4 H.
440 VOLTS.
60 HZ.
800 AMP.

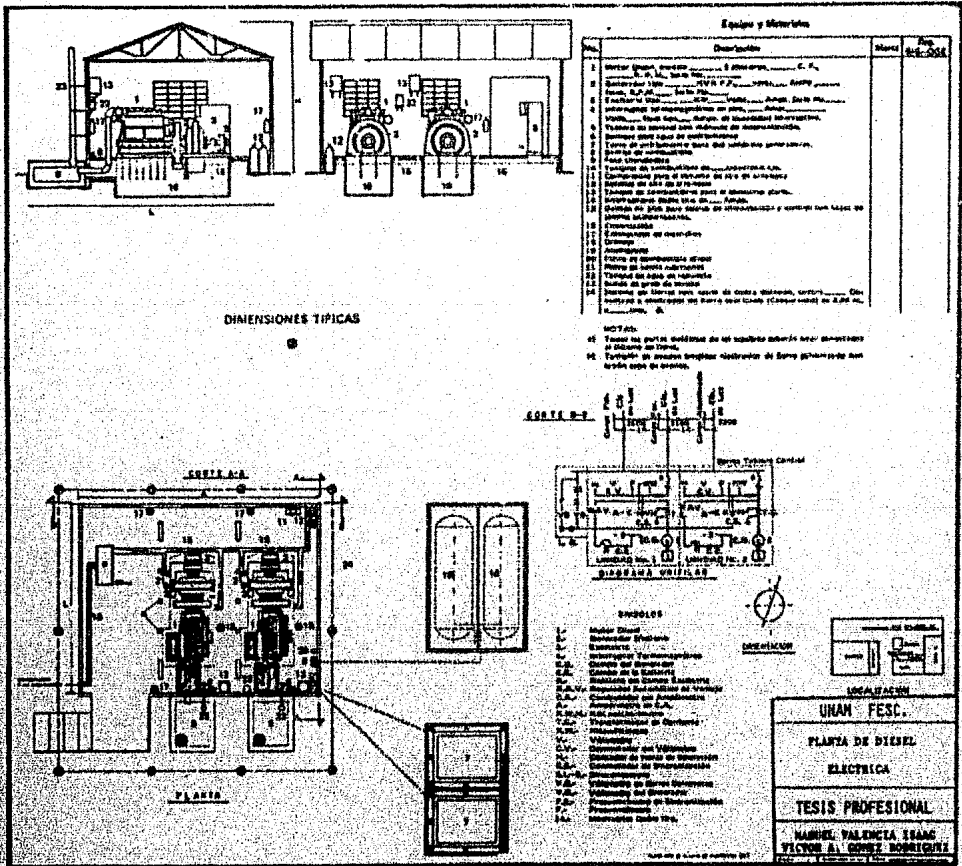


FIG. # 5. DIAGRAMA ESQUEMATICO DE UNA PLANTA DE EMERGENCIA

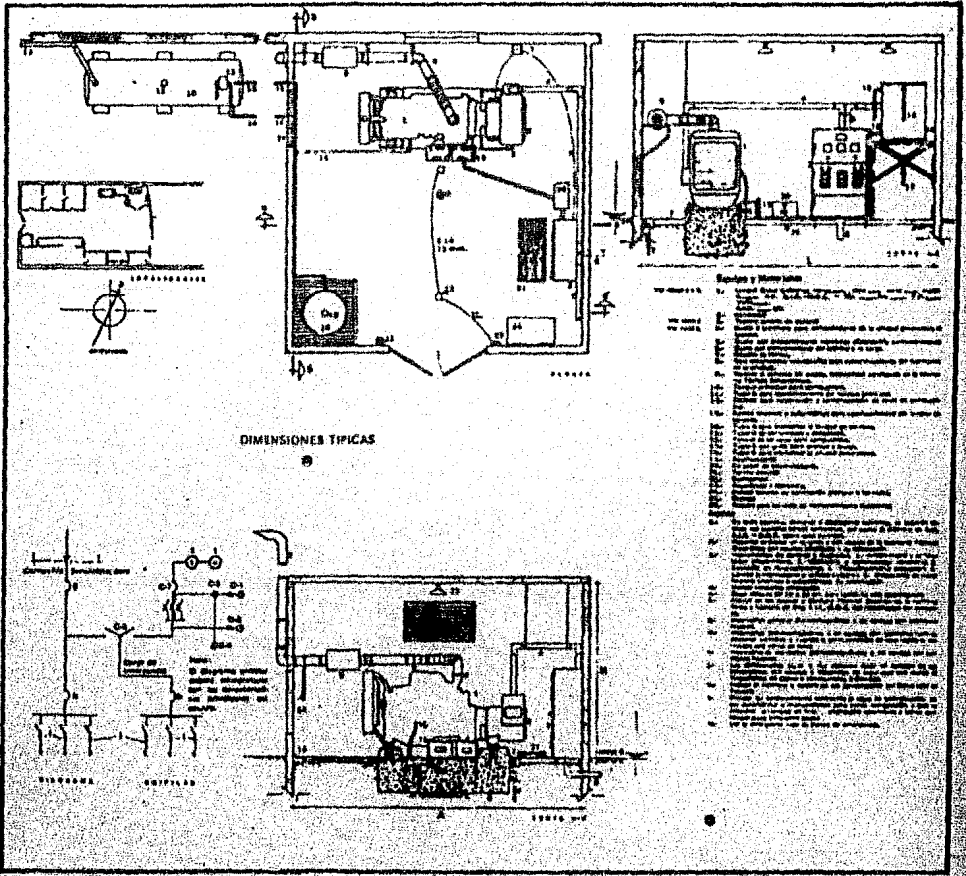
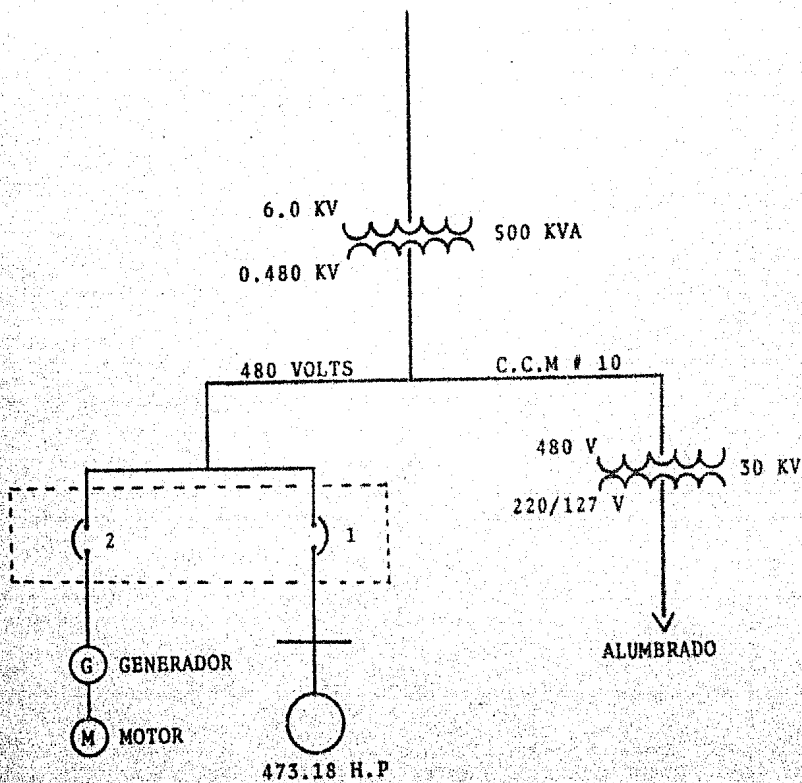


FIG. / 6. DIAGRAMA ESQUEMATICO DE UNA PLANTA DE EMERGENCIA



----- SWITCH DE TRANSFERENCIA AUTOMATICA.

- 1 INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO NORMALMENTE CERRADO
- 2 INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO NORMALMENTE ABIERTO

FIG. # 7 DIAGRAMA UNIFILAR DE LA PLANTA DE EMERGENCIA - DE PINTURAS DUPONT.

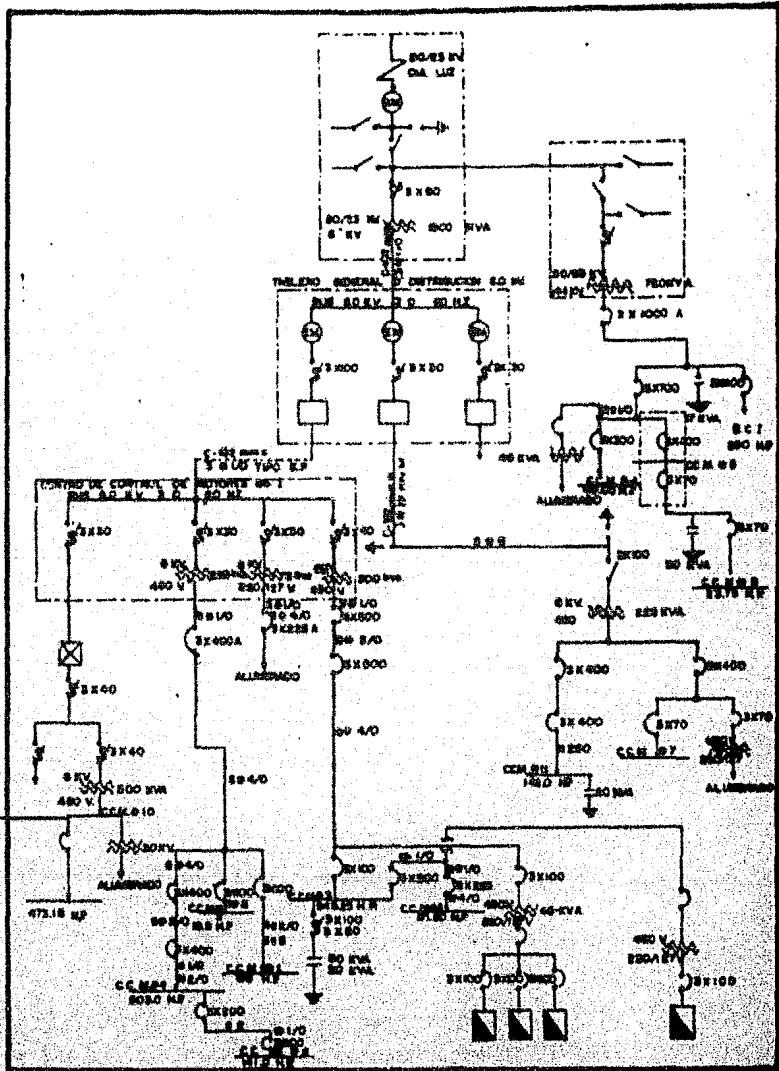


FIG: 8 DIAGRAMA UNIFILAR INDICANDO LA POSICION DE LA PLANTA DE EMERGENCIA EN LA PLANTA DE PINTURAS DUPONT.

SUBESTACIONES



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

SUBESTACIONES

1. - INTRODUCCION.

DURANTE LOS PROXIMOS AÑOS, NO SE VISLUMBRAN CAMBIOS - NOTABLES EN LAS FORMAS CONVENCIONALES DE GENERACION, TRANSFORMACION Y - DISTRIBUCION DE LA ENERGIA ELECTRICA, O SEA QUE SE CONTINUARAN CON LOS MISMOS SISTEMAS DE GENERACION, INCLUYENDO LAS PLANTAS NUCLEOELECTRICAS EXISTIRAN SUBESTACIONES ELECTRICAS COMO LAS CONOCIDAS ACTUALMENTE, CON ALGUNAS VARIANTES CONSTRUCTIVAS, PRINCIPALMENTE EN EL EQUIPO ELECTRICO LA TRANSMISION Y DISTRIBUCION DE LA ENERGIA ELECTRICA, PROBABLEMENTE - NO SUFRIRA CAMBIOS IMPORTANTES POR LO QUE LOS PRINCIPIOS RELACIONADOS - CON EL DISEÑO SON MAS O MENOS CONVENCIONALES.

NO OBSTANTE LO ANTERIOR, ES PRECISO TENER CLAROS LOS - CONCEPTOS DE SELECCION, INSTALACION Y MANTENIMIENTO DE LAS SUBESTACIONES ELECTRICAS YA QUE INTERVIENEN TANTOS ELEMENTOS Y CRITERIOS QUE EN UN MOMENTO DADO SE PUEDE DISEÑAR DE ACUERDO CON LAS NORMAS ESTABLECIDAS SIN TENER CLARIDAD DE CONCEPTOS QUE PERMITAN TENER SOLUCIONES ALTERNATIVAS, QUE SATISFAGAN MEJOR ALGUNAS CONDICIONES TECNICAS O ECONOMICAS Y TOMAR DECISIONES MEJOR FUNDAMENTADAS SOBRE LAS CARACTERISTICAS RELEVANTES DEL EQUIPO A EMPLEAR.

LAS CONSIDERACIONES ANTERIORES NOS REDUCEN A LA NECESIDAD DE CONTAR CON UN MARCO DE REFERENCIA QUE NOS PERMITA CONTAR CON LOS ELEMENTOS NECESARIOS PARA EL DISEÑO DE SUBESTACIONES ELECTRICAS -- DESDE UN PUNTO DE VISTA PRACTICO, DE TAL MANERA QUE EL INGENIERO O PERSONAL TECNICO EN EJERCICIO LE SIRVA DE AUXILIO DIRECTO Y CONFIABLE Y - AL ESTUDIANTE DEL TEMA LE DE UNA INFORMACION MAS PROXIMA A LA REALIDAD BASANDOSE EN CONCEPTOS CONVENCIONALES DE LA INGENIERIA RELACIONADOS EN PRINCIPIO CON LAS INSTALACIONES ELECTRICAS.

II. - LAS SUBESTACIONES ELECTRICAS, TIENEN POR OBJETO TRANSFORMAR, LA ALTA TENSION QUE LAS COMPANIAS SUMINISTRADORAS DE ENERGIA (CIA. DE LUZ) PROPORCIONAN A UN PRECIO MAS BARATO, A TENSIONES MAS USUALES EN LA INDUSTRIA, LAS INSTITUCIONES O COMERCIOS.

ANTIGUAMENTE LAS SUBESTACIONES ERAN UN DISPOSITIVO MOLES TO, BROMOSO, OCUPABAN MUCHO ESPACIO, ERAN PELIGROSAS Y GENERALMENTE AL USUARIO LE REPUGNABAN Y TEMIAN. ACTUALMENTE SE USAN SUBESTACIONES UNITARIAS, QUE SON COMPACTAS, NO PRESENTAN PELIGRO, SON FACILES DE INSTALAR, DE MOVER DE LUGAR, AMPLIAR Y TIENEN UN VALOR DE RECUPERACION MAYOR QUE LAS DE TIPO ANTIGUO.

LAS SUBESTACIONES UNITARIAS SE FABRICAN EN SECCIONES O PARTES, PARA FACILITAR SU TRANSPORTE O, MONTAJE, PERO UNA VEZ INSTALADOS FORMAN UN SOLO CONJUNTO. CADA SECCION O PARTE LLENAN UNA FUNCION; MIDE, PROTEJE, CONECTA O DESCONECTA, TRANSFORMA, ETC. LOS APARATOS O EQUIPOS Y SUS CONEXIONES SE ENCIERRAN O BLINDAN EN GABINETES METALICOS DE MANERA DE PROTEGER LOS PROPIOS APARATOS, LA PROPIEDAD Y LAS PERSONAS ENCARGADAS DE SU OPERACION Y MANTENIMIENTO.

1.1 PROBLEMAS RELACIONADOS CON EL FUNCIONAMIENTO DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS.

LAS CARACTERISTICAS DE UNA INSTALACION ELECTRICA DEBEN SER TALES QUE CUMPLAN CON LAS EXIGENCIAS FUNDAMENTALES: EFICIENCIA EN EL FUNCIONAMIENTO Y UNA SUFICIENTE DURACION EN SU VIDA.

DENTRO DEL TERMINO "EFICIENCIA EN EL FUNCIONAMIENTO" SE ENGLOBALAN ALGUNOS REQUISITOS QUE UNA INSTALACION DEBE TENER CON RELACION AL SERVICIO A PRESTAR, TALES REQUISITOS SE PUEDEN ENGLOBALAR EN LA SIGUIENTE FORMA.

- GARANTIZAR UNA SUFICIENTE CONTINUIDAD EN EL SUMINISTRO DE ENERGIA
- MANTENER DENTRO DE LOS LIMITES TOLERABLES ALGUNOS PARAMETROS CARACTERISTICOS DE LA INSTALACION (REGULACION DE TENSION ADECUADA Y FRECUENCIA DENTRO DE LOS LIMITES TOLERABLES.
- ESTAR EN GRADO DE PROPORCIONAR UNA PROTECCION SELECTIVA EN CASO DE FALLA DE MANERA QUE SOLO QUEDE FUERA DE SERVICIO LA PARTE EN FALLA.
- GARANTIZAR UNA PROTECCION SUFICIENTE CONTRA LOS PELIGROS DE LA ELECTRICIDAD (CONTACTOS ACCIDENTALES DE LAS PERSONAS CON PARTES.
- NORMALMENTE EN TENSION O CON PARTES NORMALMENTE AISLADAS PERO QUE PUEDAN QUEDAR CON TENSION POR FALLAS EN EL AISLAMIENTO, O POR OTRAS CAUSAS, PELIGRO DE INCENDIOS, ETC.).

LA DURACION EN LA VIDA DE UN EQUIPO O DE UNA INSTALACION ES EL TIEMPO POR EL CUAL ESTA EN CONDICIONES DE OFRECER LA EFICIENCIA FUNCIONAL ANTES DEFINIDA DE MANERA QUE OPERE CORRECTAMENTE DESDE EL -- PUNTO DE VISTA TECNICO, QUE EL NUMERO DE FALLAS QUE SE PRESENTE SEA EL MENOR POSIBLE O QUE LAS REPARACIONES QUE SEA NECESARIO HACER NO RESULTEN COSTOSAS COMPARATIVAMENTE CON EL COSTO DEL EQUIPO O DE LA INSTALACION.

1.2 CONCEPTOS GENERALES DE DISEÑO EN LOS SISTEMAS ELECTRICOS.

EXISTEN BASICAMENTE TRES ASPECTOS RELACIONADOS CON LA -- OPERACION DE LOS SISTEMAS ELECTRICOS QUE SE RESUMEN EN LA FORMA SIGUIENTE.

- LA OPERACION NORMAL DEL SISTEMA, LO QUE IMPLICA QUE NO HAY INTERRUPCIONES DE SERVICIO Y NO EXISTEN CORTOS CIRCUITOS O CIRCUITOS ABIERTOS EN EL SISTEMA.
- PREVENCION DE FALLAS; LO QUE SIGNIFICA QUE EN LOS DISEÑOS SE DEBE ENCONTRAR UNA SOLUCION -- OPTIMA ENTRE LA CONFIABILIDAD Y LA ECONOMIA - EN LOS CRITERIOS USADOS PARA LA PREVENCION DE FALLAS.
- EL TERCER ASPECTO DE LA OPERACION DE LOS SISTEMAS ELECTRICOS ESTA RELACIONADO CON LA REDUCCION DE LOS EFECTOS DE LAS FALLAS, ES DECIR UNA VEZ QUE SE PARTE DEL HECHO QUE LA OCURRENCIA DE FALLAS EN EL SISTEMA ES POSIBLE, SE DEBE BUSCAR LA FORMA DE QUE SUS EFECTOS SE -- MINIMICEN Y QUE SU EFECTO SE TRANSMITA A LA MENOR CANTIDAD POSIBLE DE PARTES O ELEMENTOS DEL SISTEMA.

EXISTEN CIERTOS REQUISITOS MINIMOS PARA SUMINISTRAR LA DEMANDA EN UN SISTEMA DE POTENCIA, SUPONIENDO QUE EXISTE SUFICIENTE -- DISPONIBILIDAD EN LA GENERACION, EL PRIMER REQUISITO SERIA DISPONER DE UN SISTEMA ADECUADO PARA TRANSMITIR LA POTENCIA GENERADA A LA CARGA, ESTO SIGNIFICA UNA RED CONVENIENTEMENTE DISEÑADA PARA INTERCONECTAR -- LOS PUNTOS DE SUMINISTRO Y CONFIABLE EN SU OPERACION PARA ESTABLECER UN

MINIMO DE INTERRUPCIONES EN EL SERVICIO, POR EJEMPLO EL TAMAÑO DE LOS CONDUCTORES DEBE SER EL ADECUADO PARA TRANSPORTAR LA CORRIENTE REQUERIDA SIN SOBRECALENTAMIENTOS Y EL NIVEL BASICO DE AISLAMIENTO SUFICIENTE PARA PREVENIR CORTO CIRCUITOS INESPERADOS. OTRO REQUISITO ES CONOCER LAS CARACTERISTICAS DE LA CARGA CON --- CIERTO DETALLE, ES DECIR LA CANTIDAD DE CORRIENTE DEMANDA DURANTE LOS ARRANQUES Y EN CONDICIONES NORMALES DE OPERACION. LA CARGA - MAXIMA CONECTADA Y ALGUNOS CONCEPTOS DEL CICLO DE OPERACION DE VA RIAS CARGAS.

OTRO ASPECTO IMPORTANTE EN EL SUMINISTRO DE LA ENERGIA ELECTRICA ES PLANEAR PARA EL FUTURO ES DECIR PREVEER ESPACIOS EXTRAS SUFI-- CIENTES PARA AMPLIACIONES ADICIONALES EN LAS SUBESTACIONES CAPACI DAD DE RESERVA EN LOS TRANSFORMADORES Y DE MAS ELEMENTOS DEL CIR CUITO, ESPACIO NECESARIO PARA CIRCUITOS DE CONTROL ADICIONAL. FINALMENTE ES CONVENIENTE RECORDAR QUE CUALQUIER SISTEMA ELECTRI CO REQUIERE DE CIERTA CANTIDAD DE MANTENIMIENTO, CON PERIODOS DE TIEMPO PREVIAMENTE ESTABLECIDOS, LOS RELEVADORES DEBEN SER PROBA DOS, LOS INTERRUPTORES VERIFICADOS EN SU FUNCIONAMIENTO, LOS CON TACTOS DE LOS INTERRUPTORES Y CUCHILLAS LIMPIAS Y LOS CONDUCTORES Y AISLADORES INSPECCIONADOS DE POSIBLES FALLAS ESTRUCTURALES Y/O DAÑOS POR CALENTAMIENTO O CONTAMINACION.

PARA DISEÑAR CON CIERTOS INDICES DE CONFIABILIDAD SE DEBEN DE TE NER EN CONSIDERACION VARIOS FACTORES, UNO DE ESTOS ES UN AISLAMI BNTO ADECUADO, EL NIVEL BASICO DE AISLAMIENTO DEL SISTEMA DEBE -- SER SUFICIENTEMENTE ALTO COMO PARA SOPORTAR LAS SOBRETENSIONES -- QUE SE PRESENTEN DURANTE LA OPERACION SIN QUE OCURRAN FLAMEOS Y - POR SUPUESTO QUE LOS MATERIALES USADOS COMO AISLADORES EN SU CON CEPCCION NO DEBEN ESTAR AFECTADOS HASTA DONDE SEA POSIBLE POR EL - CALENTAMIENTO O LA CONTAMINACION.

DEBERA ESTAR DISEÑADO TAMBIEN PARA SOPORTAR FISICAMENTE LOS - - - ESFUERZOS PRODUCIDOS POR FUERZAS DEBIDAS A LAS CORRIENTES DE COR TO CIRCUITO Y OTRAS FUERZAS APLICADAS EXTERNAMENTE, COMO AQUELLAS QUE SE APLICAN DURANTE EL MONTAJE DE CONDUCTORES Y AISLADORES EN LAS SUBESTACIONES O POR EJEMPLO LAS FUERZAS QUE SE PRESENTAN EN LAS LINEAS DE TRANSMISION DEBIDAS A LAS PRESION DEL VIENTO. EN CASO DE SER NECESARIO DEBERA SER CONSIDERADO COMO ASPECTO DEL DISEÑO EL BLINDAJE O PROTECCION FISICA QUE DEBE SER INSTALADO PA RA PREVENIR EL ACCESO A LOS CONDUCTORES ENERGIZADOS DE PAJAROS Y

OTROS ANIMALES, INSECTOS O BIEN PERSONAS DESCUIDADAS, FINALMENTE ES --
CONVENIENTE MENCIONAR QUE LA TOPOLOGIA GLOBAL DEL SISTEMA ES UN ELEMEN
TO QUE PUEDE AFECTAR A LA CONFIABILIDAD DEL MISMO, EN ESTE SENTIDO SE
SABE QUE:

- a).- LOS SISTEMAS RADIALES SON LOS MENOS CONFIABLES EN FORMA INHERENTE YA QUE UNA FALLA SOBRE EL ALIMENTADOR PRINCIPAL PUEDE AFECTAR A LA MAYORIA DE LAS CARGAS.
- b).- LOS CIRCUITOS EN MALLA O LAZO SON MAS CONFIABLES YA QUE CADA CARGA EN TEORIA SE PUEDE ALIMENTAR POR DOS TRAYECTORIAS.
- c).- LAS REDES SON LAS MAS CONFIABLES (PERO TAMBIEN MAS CARAS) YA QUE CADA CARGA PUEDE SER ALIMENTADA POR DIFERENTES TRAYECTORIAS.

UN SIGUIENTE NIVEL EN LAS CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO ES LA MINIMIZACION DE LOS DAÑOS POR FALLAS, YA QUE UN SISTEMA DE POTENCIA QUE PRACTICAMENTE SE AUTO-DESTRUYE O QUE SUFRE INTERRUPCIONES FRECUENTES Y PROLONGADAS POR OCURRENCIA DE UN CORTO CIRCUITO O ALGUNA OTRA FALLA EXTERNA O PROBLEMA LOCAL, ES UN SISTEMA DEBIL QUE PRESTARÁ UNA POBRE CALIDAD DE SERVICIO. UNA POSICION ADECUADA DEL DISEÑADOR PUEDE SER SUPONER QUE EXISTEN DISTINTAS FALLAS EN DIFERENTES LUGARES DE UN SISTEMA BAJO ESTUDIO Y ANALIZAR LAS CONSECUENCIAS DE ESTAS PARA TRATAR DE DISEÑAR ALREDEDOR DE ESTOS PROBLEMAS YA QUE LA VULNERABILIDAD DE LOS SISTEMAS TIENDE A DISMINUIR EN LA MEDIDA QUE ESTAS FALLAS POTENCIALES SON CONSIDERADAS POR ADELANTADO DURANTE EL PROCESO DE DISEÑO Y SELECCION.

EXISTE UN NUMERO DE CONSIDERACIONES ESPECIFICAS QUE EL INGENIERO DE DISEÑO PUEDE HACER PARA TRATAR DE MINIMIZAR LOS DAÑOS POR FALLAS Y QUE EN GRANDES RENGLONES SON.

- a.- LIMITAR EN LO POSIBLE EL VALOR DE LAS CORRIENTES DE CORTO CIRCUITO PARA LO QUE.
 - 1a.- SE PUEDE DISPERSAR EL SISTEMA DE MANERA QUE UNA CORRIENTE DE CORTO CIRCUITO EN CUALQUIER PUNTO SEA MINIMIZADA.
 - 2a.- USANDO LIMITADORES DE CORRIEN-

TE, QUE SON DISPOSITIVOS (RESISTENCIAS O REACTANCIAS INDUCTIVAS) QUE SIN AFECTAR LAS CONDICIONES DE LA CARGA OFRECEN UNA ALTA IMPEDANCIA A LAS CORRIENTES DE CORTO CIRCUITO.

3a.- USANDO TRANSFORMADORES DE POTENCIA QUE TENGAN UNA ALTA IMPEDANCIA, AUNQUE ESTO PUEDE AFECTAR EN FORMA ADVERSA A LA REGULACION DE VOLTAJE POR LO QUE SE REQUIERE UN ESTUDIO CUIDADOSO.

EL DISEÑO DEBE CONSIDERAR TAMBIEN LOS EFECTOS MECANICOS Y DE CALENTAMIENTO PRODUCIDOS POR LAS CORRIENTES DE CORTO CIRCUITO EN LOS SISTEMAS, DE MANERA QUE LOS BUSES (BARRAS) Y CONDUCTORES DEBEN SOPORTAR PERFECTAMENTE LAS FUERZAS DEBIDAS A LAS CORRIENTES DE CORTO CIRCUITO, LOS MATERIALES AISLANTES, LOS DUCTOS, TUBOS CONDUITS Y BANCOS DEBEN SER CAPACES DE SOPORTAR LOS CALENTAMIENTOS DESARROLLADOS DURANTE LAS SOBRECARGAS DE CORTO TIEMPO Y NO DEBEN SER DESTRUIDOS POR CORRIENTES DE CORTO CIRCUITO QUE SE INTERRUMPEN EN LOS TIEMPOS ADECUADOS.

LOS INTERRUPTORES SE DEBEN SELECCIONAR DE TAL FORMA QUE INTERRUMPAN ADECUADAMENTE LAS MAXIMAS CORRIENTES DE FALLA SIN QUE SUFRAN DAÑOS.

EN SUMA A LAS PRECAUCIONES QUE SE DEBEN TOMAR EN CONSIDERACION PARA REDUCIR LOS DAÑOS POSIBLES CAUSADOS POR LAS CORRIENTES DE CORTO CIRCUITO SE DEBEN PREVEER MEDIOS PARA MINIMIZAR LOS TIEMPOS "FUERA DE SERVICIO" CUANDO OCURRE ALGUNA FALLA. ESTO PUEDE COMPLEMENTAR A LOS METODOS DE DISEÑO EN VARIAS FORMAS QUE SON:

a).- ALTERNANDO CIRCUITOS O FORMANDO MALLAS EN LOS SISTEMAS DE DISTRIBUCION DE TAL FORMA QUE SE ESTABLESCA LA POSIBILIDAD DE TRANSMITIR LA CORRIENTE POR TRAYECTORIAS ALTERNATIVAS A LAS CARGAS ESENCIALES CUANDO ALGUNA PARTE DEL SISTEMA NORMAL SEA REMOVIDA.

- b). - SE DEBE INSTALAR CAPACIDAD DE --
RESERVA EN LA TRANSFORMACION.
- c). - LOS RECIERRES AUTOMATICOS EN ---
AQUELLOS CASOS QUE SEAN APLICA--
BLES FRECUENTEMENTE RESTABLECEN--
EL SERVICIO EN FORMA RAPIDA DES--
PUES DE UNA FALLA TRANSISTORIA.
- d). - ALGUNOS MEDIOS PARA DISTINGUIR -
CUANDO LAS VARIACIONES DE VOLTA--
JE SE DEBEN A ARRANQUES DE MOTO--
RES, POR EJEMPLO, Y NO A CORTO -
CIRCUITOS PREVINIENDO DE ESTA --
FORMA FALSOS DISPAROS EN LA PRO--
TECCION E INTERRUPCIONES INNECE--
SARIAS.
- e). - CONSIDERAR EL USO ADECUADO DE --
RELEVADORES DE PROTECCION PARA -
DETECTAR RAPIDAMENTE LAS FALLAS--
E INICIAR LAS ACCIONES APROPIA--
DAS MUCHO MAS RAPIDAMENTE QUE UN
OPERADOR HUMANO.

II PRINCIPALES ELEMENTOS DE LAS SUBESTACIONES ELECTRICAS.

LAS SUBESTACIONES, CUALQUIERA QUE SEA SU CLASIFICACION, CONSTARA DE LAS SIGUIENTES SECCIONES.

- 1.- ACOMETIDA, ENTRADA DE LA CORRIENTE DE LA CIA. DE LUZ Y FUERZA, ES EL LUGAR DONDE SE HACE LA CONEXION EN ALTATENSION A LA SUBESTACION, POR MEDIO DE CABLES APROPIADOS Y MUFAS, QUE SON PIEZAS DE HIERRO FUNDIDO EN QUE SE ALOJAN LAS CONEXIONES DE LOS CABLES, RELLENAS DE UNA PASTA ESPECIAL LLAMADA " COMPOUND", QUE SIRVE PARA PROTEGER LOS CABLES DE LOS CAMBIOS ATMOSFERICOS.
- 2.- EQUIPO DE MEDICION. ESTE EQUIPO SE INSTALA POR PARTE DE LA CIA. DE LUZ Y FUERZA, EMPLEANDOSE ACTUALMENTE EN SUBESTACIONES DE TIPO GABINETE. ESTOS EQUIPOS SE VERIFICAN ANTES DE SER INSTALADOS O SE COMPRUEBA EL CONSUMO Y LA DEMANDA MAXIMA EN BAJA TENSION, AGREGANDO UN 2% POR PERDIDAS EN LOS TRANSFORMADORES, ESTA COMPRUEBAN ACTUALMENTE A SOLICITUD DEL USUARIO.
- 3.- CUCHILLAS DESCONECTADORAS. ES ESTA LA SECCION DE COMPROBACION EN LA CUAL SE ALOJAN LOS JUEGOS DE CUCHILLAS DESCONECTADORAS, QUE SIRVEN ESPECIALMENTE PARA ABRIR UN CIRCUITO PARA SEPARARLO O MODIFICARLO, ASI COMO PARA INSPECCIONES DE LA DIRECCION GENERAL DE ELECTRICIDAD. ESTAS CUCHILLAS NO TIENEN PROTECCION DE SOBRECARGA, CORTO CIRCUITO, NI CAPACIDAD DE APERTURA DE CARGA, POR ESO ANTES DE ABRIR UN SECCIONADOR, HAY QUE QUITAR LA CARGA. ACTUALMENTE ESTOS MECANISMOS EN SUBESTACIONES COMPACTAS ESTAN BLOQUEADOS, BIEN QUE PARA PODER ABRIR UNA CUCHILLA DESCONECTADORA, EL MECANISMO DEL INTERRUPTOR PRINCIPAL DEBERA ESTAR ABIERTO, SI NO, ESTA NO PODRA ABRIRSE.
LAS CUCHILLAS DESCONECTADORAS DEBEN GARANTIZAR UN AISLAMIENTO DIELECTRICO A TIERRA Y SOBRE TODO EN LA APERTURA. POR LO GENERAL SE REQUIERE ENTRE ---

PUNTOS DE APERTURA DE LA CUCHILLA UN 15 ó 20% DE EXCESO EN EL NIVEL DE AISLAMIENTO CON RELACION AL NIVEL DE AISLAMIENTO A TIERRA. CONDUCIR EN FORMA CONTINUA LA CORRIENTE NOMINAL, SIN SUFRIR INCREMENTOS DE TEMPERATURA, SOPORTAR GENERALMENTE UN SEGUNDO LOS EFECTOS TERMICOS Y DINAMICOS DE LAS CORRIENTES DE CORTO CIRCUITO.

- 4.- SECCION PARA EL INTERRUPTOR EN ALTA TENSION. INTERRUPTOR CUCHILLAS FUSIBLES, LAS CUALES TIENEN DOS FUNCIONES, UNA COMO CUCHILLA DESCONECTADORA Y OTRA COMO ELEMENTO DE PROTECCION. EL DISPOSITIVO FUSIBLE SE COLECCIONA DE ACUERDO -- CON EL VALOR DE CORRIENTE NOMINAL QUE VA A CIRCULAR POR EL. LOS FABRICANTES NORMALMENTE TIENEN EL VALOR CORRESPONDIENTE DE CORRIENTE NOMINAL.
- 5.- TRANSFORMADOR. ES LA SECCION DONDE SE TRANSFORMA LA ENERGIA SUMINISTRADA EN ALTA TENSION, 23,000 -- VOLTS A BAJA TENSION, UTILIZABLE EN LOS EQUIPOS Y APARATOS DE CONSUMO 440, 220, ó 127.5 VOLTS.

EN LA SIGUIENTE SECCION SE AMPLIARA LA INFORMACION DE TRANSFORMADORES.

- 6.- INTERRUPTOR PRINCIPAL EN BAJA TENSION.
- OTROS ELEMENTOS, MAS NO MENOS IMPORTANTES, EN LA SELECCION DE LA SUBESTACION.
- RED GENERAL DE TIERRA
 - ALUMBRADO DE EMERGENCIA
 - APARTARRAYOS
 - TRANSFORMADOR DE INSTRUMENTO (POTENCIAL, CORRIENTE)
 - COLADERA DE DRENAJE
 - TARIMAS Y HULES PARA SUBESTACIONES EN ALTA TENSION, SEGUN REQUISITO POR SEPAPIN
 - PERTIGAS REGLAMENTARIAS
 - GUANTES DIELECTRICOS (ALGODON, NEOPRENO Y CARNAZA)

- EXTINTOR (CO₂, P.Q.S. O BIEN ESPUMA)
- MEDIDORES
- TABLEROS
- INDICACIONES DE OPERACION, PRECAUCION Y PELIGRO
- VENTILACION NATURAL
- DIMENSIONES DEL LOCAL DE LA SUBESTACION DE ACUERDO CON LA LEY DE LA INDUSTRIA ELECTRICA Y SEPAFIN
- CANDADOS DE BLOQUEO

LAS SUBESTACIONES QUE SE FABRICAN DE UNA MANERA NORMAL SON DE 45, 75, 112.5, 150, 225, 300, 500, 750, 1000 - Y 1500 KVA ESTAS CON UN SOLO TRANSFORMADOR, SIN EMBARGO PUEDEN COMBINARSE VARIOS TRANSFORMADORES EN UNA SOLA SUBESTACION, AMPLIANDO LA CAPACIDAD CON EL EQUIPO ESTANDAR.

EN LA TABLA #1 SE MUESTRA COMPONENTES NORMALES Y -- OPCIONALES DE UNA SUBESTACION COMPACTA.

TABLA #1

COMPONENTE	ESPECIFICACIONES		GABINETE
	NORMAL	OPCIONAL	
ACOMETIDA	PARA CONEXION Y MEDICION DE LA CIA. DE LUZ	APARTARRAYOS MUFA PASAMUROS	A
VERIFICACION DE MEDICION	PARA COMPROBACION, A SOLICITUD DEL CLIENTE, LOS MEDIDORES SIN INTERRUMPIR	APARATOS DE MEDICION TRANSFORMADORES DE POTENCIAL Y CORRIENTE	B
INTERRUPTOR	INTERRUPTOR EN AIRE, APERTURA CON CARGA, FUSIBLES DE A.C.I., OPERACION MANUAL.	INTERRUPTOR EN ACEITE OPERACION ELECTRICA OPERACION POR RELEVADORES	C
DESCONECTADORES	DESCONECTADOR EN AIRE TRIPOLAR OPERACION MANUAL	CUCHILLAS DESCONECTORAS, OPERACION POR PERTIGA.	D
FUSIBLES	FUSIBLES DE ALTA CAPACIDAD INTERRUPTIVA (ACI), OPERACION MANUAL POR PERTIGA	FUSIBLES DE BAJA CAPACIDAD INTERRUPTIVA. OPERACION POR PERTIGA	E
ESPACIO	GABINETE QUE SE DEJA LIBRE PARA FUTURA AMPLIACION O PERMITIR UNA ADECUADA SEPARACION DE LOS TRANSFORMADORES	ESPECIFICAR EL EQUIPO	F
TRANSFORMADOR	TRIFASICO, ENFRIAMIENTO POR ACEITE, 4 DERIVACIONES DE 2.5%, ELEVACION DE TEMPERATURA 55°/40°C A 1000 M.S.N.M. DUCTOS LATERALES.	TIPO SECO. CONTACTOS PARA SERIALES VENTILACION FORZADA	T

ESPECIFICACIONES PARA EL EQUIPO PRINCIPAL DE LA SUBESTACION

UNO DE LOS ASPECTOS PRINCIPALES DEL DISEÑO DE LA SUBESTACIONES ELECTRICAS ES PODER DECIR LAS CARACTERISTICAS PRINCIPALES DEL EQUIPO CONSTITUTIVO DE LA MISMA, YA QUE ES NECESARIO ESTAR EN POSIBILIDAD DE ESPECIFICAR CORRECTAMENTE LO QUE SE REQUIERE Y SABER PREGUNTAR TAMBIEN A LOS FABRICANTES DE EQUIPOS Y APARATOS LA INFORMACION-COMPLEMENTARIA NECESARIA PARA FINALMENTE TOMAR UNA DECISION DE ENTRE VARIAS PROPUESTAS POSIBLES EN RELACION AL EQUIPO QUE SE ADAPTE-MEJOR A LAS NECESIDADES DESDE UN PUNTO DE VISTA TECNICO Y ECONOMICO.

OTRO ELEMENTO QUE RESULTA DE GRAN AYUDA LO CONSTITUYEN LOS CATALOGOS, DE FABRICANTE EN DONDE POR LO GENERAL DESCRIBEN LAS PRINCIPALES CARACTERISTICAS Y APLICACIONES DE LOS EQUIPOS, Y DESDE LUEGO-LOS VALORES NOMINALES DE LA SUBESTACION COMO SON LAS TENSIONES DE ENTRADA Y SALIDA, LA POTENCIA DEL CORTO CIRCUITO EN EL PUNTO DE LA-INSTALACION, LA CAPACIDAD NOMINAL, LA ALTURA SOBRE EL NIVEL DEL MAR, LAS CONDICIONES AMBIENTALES, ETC., A PARTIR DE LOS CUALES SE CALCULAN ALGUNOS OTROS.

EQUIPOS Y ELEMENTOS PRINCIPALES POR ESPECIFICAR.- DEPENDIENDO DE LA TENSION DE OPERACION Y DE LA CAPACIDAD DE LA SUBESTACION ELECTRICA PUEDE VARIAR EL NUMERO DE COMPONENTES, DE LA MISMA ASI COMO LAS CANTIDADES A ESPECIFICAR PARA CADA EQUIPO O APARATO, ASI POR --EJEMPLO NO ES LO MISMO ESPECIFICAR UN INTERRUPTOR PARA 13.8 KV QUE-UN INTERRUPTOR PARA 400 KV Y EN GENERAL PARA EL RESTO DE EQUIPO EN-ESTOS NIVELES DE TENSION PUEDEN EXISTIR DIFERENCIAS NOTABLES EN ALGUNOS CASOS.

ENTRE LOS PRINCIPALES ELEMENTOS POR ESPECIFICAR SE PUEDEN MENCIONAR LOS SIGUIENTES:

- 1 - TRANSFORMADOR DE POTENCIA
- 2 - INTERRUPTORES
- 3 - TRANSFORMADORES PARA INSTRUMENTO (POTENCIAL Y CORRIENTE)
- 4 - CUCHILLAS DESCONECTADORAS

- 5 - APARTARRAYOS
- 6 - BARRAS COLECTORAS
- 7 - AISLADORES
- 8 - TABLEROS
- 9 - TRAMPAS DE ONDAS

ACONTINUACION SE DESCRIBE LA INFORMACION PRINCIPAL O ESPECIFICA Y AUXILIAR QUE SE DEBE SOLICITAR PARA CIERTOS EQUIPOS.

1 - ESPECIFICACIONES PARA TRANSFORMADORES DE POTENCIA

- CAPACIDAD NOMINAL EN MVA Y/O KVA
- VOLTAJES NOMINALES
- NUMERO DE FASES
- CLASE DE ENFRIAMIENTO
- FRECUENCIA
- IMPEDANCIA
- TIPO DE NUCLEO (COLUMNAS O ACORAZADO)
- SOBRE ELEVACION DE TEMPERATURA
- ALTURA DE OPERACION SOBRE EL NIVEL DEL MAR
- DEVANADO ALTA TENSION
 - o CAPACIDAD NOMINAL EN MVA, O KVA
 - o VOLTAJE NOMINAL EN KV
 - o CLASE DE AISLAMIENTO EN KV
 - o NIVEL BASICO DE AISLAMIENTO AL IMPULSO DE RAYO
 - o CONEXION
 - o NEUTRO
 - o DERIVACIONES ARRIBA VOLTAJE NOMINAL
 - o DERIVACIONES ABAJO VOLTAJE NOMINAL

- o TRANSFORMADORES DE CORRIENTE
- o NIVEL BASICO DE AISLAMIENTO AL IMPULSO POR MANIOBRA
- BOQUILLAS ALTA TENSION
 - o TIPO
 - o CLASE DE AISLAMIENTO
 - o NIVEL BASICO DE IMPULSO AL IMPULSO
 - o CONECTORES TERMINALES PARA RECIBIR CABLE
- DEVANADO BAJA TENSION
 - o IGUALES AL DEVANADO DE ALTA TENSION
- BOQUILLAS BAJA TENSION
 - o IGUALES A LAS DE ALTA TENSION
- TIPO SISTEMA PRESERVACION DE ACEITE
- TIPO DISPOSITIVO ALIVIO DE SOBRE PRESION
- CONTROL AUTOMATICO DE ENFRIAMIENTO
- SOPORTE PARA APARTARRAYOS EN LADO () A.T. () B.T.
- CUBIERTA DEL TANQUE () SOLDADA () ATORNILLADA
- BASE DEL TRANSFORMADOR () PLANA () RUEDAS
- REFACCIONES

CUESTIONARIO RECOMENDABLE PARA FABRICANTES DE TRANSFORMADORES

- CARACTERISTICAS DEL TRANSFORMADOR
 - o MARCA
 - o CAPACIDAD (MVA)
 - OA
 - FA
 - FA/FA
 - OTRO
 - o VOLTAJES Y CONEXIONES (KV)
 - ALTA TENSION

- BAJA TENSION
- o DIMENSIONES
 - ALTO
 - ANCHO
 - LARGO
- o PESOS (KILOGRAMOS Y LIBRAS)
 - NUCLEO Y TANQUE
 - ACEITE (CANTIDAD DE LITROS)
 - TRANSFORMADOR COMPLETO
- PRECIOS
 - PRECIO UNITARIO L.A.B.
 - PRECIO UNITARIO F.O.B.
 - COSTO FLETE
 - PRECIO REFACCIONES NECESARIAS
 - PRECIO PRUEBAS A REALIZAR
- PLAZO DE ENTREGA A PARTIR DE RECEPCION DEL PEDIDO
- VALORES DE GARANTIA
 - IMPEDANCIA (%)
 - CORRIENTE DE EXITACION (%)
 - PERDIDAS DE EXITACION (WATTS)
 - PERDIDAS TOTALES (WATTS)
- DESCRIPCION REFACCIONES NECESARIAS
- DESCRIPCION PRUEBAS A REALIZAR
- PLANO DE DIMENSIONES Y CARACTERISTICAS GENERALES

2 - ESPECIFICACIONES PARA INTERRUPTORES DE POTENCIA

- APLICACION, LOCALIZACION EN LA INSTALACION Y FUNCION QUE DESEMPERARA
- CARACTERISTICAS GENERALES DE SERVICIO
 - o NUMERO DE UNIDADES
 - o NUMERO DE POLOS POR UNIDAD

° TENSION NOMINAL DEL SISTEMA EN KV ENTRE -
FASES

TEMPERATURA DE OPERACION (MINIMA Y MAXIMA
EN °C).

FRECUENCIA NOMINAL DEL SISTEMA EN Hz

MEDIO DE EXCITACION DEL ARCO (AIRE, ACEI-
TE, S F₆)

ALTURA DE OPERACION DEL LUGAR S.N.M.

COEFICIENTE DE CONEXION A TIERRA DEL SISTEMA.

NIVEL SISMICO EN LA ESCALA DE MERCALLI

HUMEDAD RELATIVA EN GRAMOS/M³ O EN %

CARACTERISTICAS TECNICAS.

TENSION NOMINAL EN KV ENTRE FASES

TENSION MAXIMA DE DISEÑO EN KV ENTRE FASES

FRECUENCIA NOMINAL EN H_z

NIVEL BASICO DE AISLAMIENTO AL IMPULSO EN KV

A LA ALTURA DE OPERACION

NIVEL BASICO POR MINORIA DE INTERRUPTORES EN
KV

TENSION APLICADA EN KV A 60 Hz (1 MINUTO)

CORRIENTE NOMINAL SIMETRICA EN CORTA DURACION
A 3 SEG. EN KA (VALOR EFICAZ)

CORRIENTE NOMINAL ASIMETRICA DE CORTA DURACION
EN KA (VALOR CRESTA)

TIEMPO CIERRE (CONSTANTE) EN SEG.

TIEMPO NOMINAL DE INTERRUPCION NO SUPERIOR A
MILISEGUNDOS

PRECISION

CAPACIDAD INTERRUPTIVA EN MVA O KA

CORRIENTE NOMINAL CONTINUA EN A
CICLO DE TRABAJO

TIEMPO DE RETARDO PERMISIBLE

TENSION NOMINAL DEL CONTROL EN VOLTS CD. O CA.

NUMERO DE POLOS POR TANQUE

CORRIENTE MAXIMA DE LA BOBINA DE DISPARO EN --
CA O CD.

- CARACTERISTICAS ESPECIALES

° TIPO DE CIERRE EN MILISEGUNDOS

° NUMERO DE OPERACIONES DEL INTERRUPTOR ENTRE-
CADA PERIODO DE MANTENIMIENTO.

° MATERIAL Y ACABADO DE LAS TERMINALES DE CONE-
XION.

° TENSION DE RECUPERACION TRANSITORIA POR FA--
LLA EN TERMINALES.

° - VALOR CRESTA DE LA TENSION TRANSISTO--
RIA DE RESTABLECIMIENTO

- TIEMPO CORRESPONDIENTE PARA LA TENSION
TRANSISTORIA DE RESTABLECIMIENTO EN μ
SEG.

TIEMPO RETARDADO NOMINAL EN SEG.

- PENDIENTE (INDICE DE CRECIMIENTO) EN -
KV/ SEG.

° VALOR DE CORRIENTE MAGNETIZANTE QUE DEBE IN-
TERRUMPIR EL INTERRUPTOR.

° FACTOR DE SOBRETENSION MAXIMO PERMISIBLE EN-
POR UNIDAD.

° NUMERO DE CONTACTOS AUXILIARES NORMALMENTE -
ABIERTOS Y NORMALMENTE CERRADOS.

° DISTANCIA DE FUGA RECOMENDADA EN CM/KV.

° NUMERO Y TIPO RECIERRES.

° BASE DE MONTAJE

- MECANISMOS DE OPERACION

- MECANISMO DE OPERACION

3 - ESPECIFICACIONES PARA TRANSFORMADORES DE POTENCIAL
Y CORRIENTE.

- ° SE VERAN MAS ADELANTE EN INSTRUMENTACION Y COORDINACION.

4 - ESPECIFICACIONES PARA CUCHILLAS DESCONECTADORAS

- ° APLICACION, LUGAR PARA INSTALACION Y FUNCION QUE DESEMPEÑARAN.

- CARACTERISTICAS GENERALES

- ° NUMEROS DE POLOS Y FORMA DE OPERACION -- (EN GRUPO O SEPARADO)
- ° CANTIDAD
- ° TIPO DE SERVICIO (INTERIOR O EXTERIOR)
- ° TIPO DE MONTAJE (HORIZONTAL O VERTICAL)
- ° FORMA DE OPERACION (HORIZONTAL O VERTICAL)
- ° ALTURA DE MONTAJE SOBRE EL NIVEL DEL SUELO EN METROS.
- ° ALTURA DE OPERACION SOBRE NIVEL DEL MARGEN EN METROS
- ° MECANISMO DE OPERACION (MANUAL, ELECTRICO O NEUMATICO)
- ° BLOQUEO ELECTRICO (SI O NO)
- ° BLOQUEO MECANICO (SI O NO)
- ° TIPO DE CUCHILLA
- ° DISTANCIA ENTRE POLOS EN METROS

- CARACTERISTICAS ELECTRICAS

- ° TENSION NOMINAL ENTRE FASES EN KV
- ° TENSION MAXIMA DE DISEÑO ENTRE FASES EN KV
- ° CORRIENTE NOMINAL EN AMPERES
- ° CORRIENTE MOMENTANEA (EFICAZ) EN KA
- ° CORRIENTE DE 3 SEGUNDOS (EFICAZ) EN KA
- ° CONTACTOS AUXILIARES (INDICAR CUANTOS CERRADOS Y CUANTOS ABIERTOS)
- ° TENSION DEL CIRCUITO DE CONTROL EN VOLTS CA. O CD.

- ° NIVEL BASICO DE AISLAMIENTO AL IMPULSO DE RAYO EN KV.
- ° NIVEL BASICO DE AISLAMIENTO AL IMPULSO DE MANIOBRA DE INTERRUPTOR EN KV.
- ° TENSION DE FLAMEO EN SECO A 60 HZ., 10-SEG. EN KV.
- ° DISTANCIA DE FUGA EN CM/KV

- CARACTERISTICAS ESPECIALES

- ° NUMERO DE VECES QUE DEBE CONDUCIR LA -- CORRIENTE DE CORTO CIRCUITO COMO MINIMO CADA 30 MINUTOS.
- ° VALOR EFICAZ DE CORRIENTE SIMETRICA EN-AMPERES DURANTE 1 SEGUNDO
- ° VALOR EFICAZ DE CORRIENTE ASIMETRICA EN AMPERES

5 - ESPECIFICACIONES PARA APARTARRAYOS

- APLICACION, LUGAR DE INSTALACION Y EQUI-POS A PROTEGER

- CARACTERISTICAS GENERALES DE SERVICIO

- ° NUMERO DE UNIDADES
- ° TENSION NOMINAL DE DESIGNACION DEL APAR-TARRAYOS
- ° TENSION NOMINAL/FASE EN EL SISTEMA DON-DE SE INSTALA
- ° TENSION MAXIMA ENTRE FASES DEL SISTEMA
- ° TIPO (VALVULAR, OXIDO DE ZINC)
- ° CLASE (ESTACION, INTERMEDIO, DISTRIBU-CION)
- ° NUMERO MAXIMO DE SECCIONES POR POLO
- ° DISTANCIA DE FUGA MINIMA EN CM/KV
- ° FRECUENCIA DE OPERACION DEL SISTEMA EN-Hz
- ° CONEXION A TIERRA DEL NEUTRO

- CARACTERISTICAS

- ° TENSION MAXIMA POR SOBRE TENSIONES DE -MANIOBRA (ONDA 250/2500 MICROSEGUNDOS)

- ° TENSION MAXIMA DE FLAMEO AL IMPULSO DE RAYO (VALOR CRESTA 100k) CON ONDA DE - 1.2/50 MICROSEGUNDOS
- ° TENSION MAXIMA DE FLAMEO CON FRENTE DE ONDA (VALOR CRESTA) 1200 KV/MICROSEGUNDO
- ° TENSION MINIMA DE DESCARGA A 60 Hz
- ° TENSIONES RESIDUALES MAXIMAS (VALOR -- CRESTA) CON ONDA DE 8 X 20 MICROSEGUNDOS (VALOR IR DE DESCARGA) PARA EL SIGUIENTE VALOR DE CORRIENTE
- ° LAS TENSIONES DE PRUEBA DEL AISLAMIENTO

- CORRIENTES

- ° PRUEBA DE ALTA CORRIENTE DE CORTA DURACION CON ONDA DE 4 X 10 MICROSEGUNDOS
- ° CICLO DE TRABAJO POR DESCARGAS SUCESIVAS DE ONDAS DE CORRIENTE DE 8 X 20 --- MICROSEGUNDOS CON VALOR CRESTA
- ° PRUEBA DE MINIMA CORRIENTE DE LARGA DURACION

- DATOS ADICIONALES

- ° ALTURA SOBRE EL NIVEL DEL MAR MSNM.
- ° CONTAMINACION AMBIENTAL (MEDIA, LIGERA, FUERTE)
- ° COEFICIENTE SISMICO, ESCALA DE MERCALLI
- ° VELOCIDAD DEL VIENTO KM/HORA
- ° CONDICIONES COMERCIALES

6 - ESPECIFICACIONES PARA BARRAS COLECTORAS

- CARACTERISTICAS FISICAS COMO SI ES DE TIPO BARRA O CABLE.
- MATERIAL (COBRE, ALUMINIO, ACSR.)
- SECCION (SI ES BARRA) TUBULAR, RECTANGULAR, CIRCULAR.
- DIMENSIONES GENERALES
 - ° DIAMETRO O DIMENSIONES GENERALES DE LA SECCION Y LONGITUD DEL TRAMO SI ES BARRA.

- ° LONGITUD Y SECCION (O CALIBRE) SI ES --
CABLE
- CARACTERISTICAS DEL MATERIAL
 - ° PESO POR UNIDAD DE LONGITUD
 - ° RESISTENCIA Y REACTANCIA POR UNIDAD DE--
LONGITUD Y PARA UNA CONFIGURACION DADA--
SI SE TRATA DE BARRAS
 - ° MAXIMOS ESFUERZOS DE TRABAJO A LA FLE--
XION Y AL CORTE
- BARRAS SOLIDAS
 - ° HERRAJES
 - ° CONECTORES
 - ° NIVEL DE RUIDO
 - ° EFECTO CORONA Y RADIO INTERFERENCIA
 - ° DISTANCIA MAXIMA ENTRE APOYOS

7 - ESPECIFICACIONES PARA AISLADORES

- APLICACION, FUNCION A DESEMPEÑAR Y TIPO -
(ALFILER O SUSPENSION)
- CARACTERISTICAS NOMINALES
 - ° TIPO DE AISLADORES (ALFILER O SUSPEN--
CION) ASI COMO MONTAJE.
 - ° ESPECIFICACIONES PRINCIPALES DE ESTOS--
AISLADORES SON LOS SIGUIENTES
 - CANTIDAD
 - TIPO DE MATERIAL AISLANTE (PORCE--
LANA, RESINA EPOXICA, VIDRIO)
 - TENSION NOMINAL EN KV. ENTRE FA--
SES
 - NIVEL BASICO DE AISLAMIENTO AL --
IMPULSO DEL RAYO EN KV.
 - TENSION RESISTENTE A 60 Hz POR MI--
NUTO EN SECO EN KV. (EFICAZ)
 - DISTANCIA DE FUGA EN CM/KV.
 - FRECUENCIA EN Hz
 - ALTURA DE OPERACION MSNM.

- ELEVACION DE TEMPERATURA °C SOBRE LA TEMPERATURA AMBIENTAL
- FUERZA MECANICA QUE DEBE RESISTIR EN KG.
- NIVEL BASICO DE AISLAMIENTO POR MANIOBRA EN KV.

- PRUEBAS DE ACEPTACION

- ° PRUEBA DE FLAMEO EN SECO A 60 Hz. (1 MINUTO)
- ° PRUEBA DE FLAMEO EN HUMEDAD A 60 Hz. --- (10 SEGUNDOS)
- ° PRUEBA DE IMPULSO DE RAYO CON ONDA DE -- 1.2/50 MICROSEGUNDOS
- ° DETERMINACION DE LA MAXIMA ELEVACION DE TEMPERATURA
- ° MEDICION DE LA ELEVACION DE TEMPERATURA EN LAS PARTES CONDUCTORAS
- ° MEDICION DE DESCARGAS PARCIALES

8 - ESPECIFICACIONES PARA TABLEROS

EN UNA SUBESTACION ELECTRICA PUEDEN INTERVENIR DIFERENTES TIPOS DE TABLEROS ELECTRICOS POR LO QUE SE DEBE PRECISAR A QUE TIPO DE TABLERO SE HACE REFERENCIA Y CUAL SERA SU FUNCION QUE DESEMPEÑARA EN LA INSTALACION.

- APLICACION

SE INDICARA QUE FUNCION DESEMPEÑARA EL TABLERO DE LA INSTALACION, QUE VA A PROTEGER, CONTROLAR O ALIMENTAR Y EN DONDE ESTARA LOCALIZADO

- FUNCION

SE DEBE DESCRIBIR LA FUNCION QUE TENDRA EL TABLERO, ES DECIR SI SERA DE PROTECCION, DE CONTROL DE ALIMENTACIONES, DE MEDICION.

- TIPO DE TABLERO

DE REPENTE VIVO, AUTOSOPORTADO, DUPLEX, SIMPLEX, ETC.

- SECCIONES O PANELES DEL TABLERO
- INFORMACION QUE DEBE PROPORCIONAR
- INSTRUMENTOS EN TABLEROS (SE VERA AMPLIAMENTE EN LA SIGUIENTE SECCION DE ESTE -- CAPITULO)

- ° AMPERMETROS
- ° VOLTMETROS
- ° WATTMETROS Y VARMETROS
- ° WATTHORIMETROS
- ° VARHORIMETRO
- ° FRECUENCIMETROS
- ° INDICADORES DE TEMPERATURA
- ° INSTRUMENTOS REGISTRADORES
- ° ALARMAS DE LUZ PARPADEANTE
- ° TRANSFORMADORES DE CORRIENTE
- ° SWITCHES CONMUTADORES Y DE CONTROL
- ° RELEVADORES DE SOBRECORRIENTE
- ° RELEVADORES DE BAJO VOLTAJE
- ° RELEVADORES DIFERENCIALES
- ° RELEVADORES DE PROTECCION DE LINEA

9 - ESPECIFICACIONES DE TRAMPAS DE ONDAS

EN LAS SUBESTACIONES ELECTRICAS MUY GRANDES, PARTICULARMENTE DE 230 Y 400 KV.
 POR LO QUE QUEDAN FUERA DE ESTE ESTUDIO.

REGLAS GENERALES DE INSTALACION

ALIMENTADORES Y TUBOS: ANTES DE COLOCAR EL EQUIPO EN SU BASE DEBEN TENERSE PREPARADOS LOS REGISTROS, TRINCHERAS O TUBOS TANTO DE LOS ALIMENTADORES COMO DE LOS RAMALES. LA LOCALIZACION DE ESTOS ELEMENTOS DEBE HACERSE EN LOS ESPACIOS DESTINADOS, SEGUN NUESTROS PLANOS, QUE GENERALMENTE SON LA PARTE POSTERIOR, A LO LARGO DEL TABLERO O SUBESTACION, EN UN ANCHO DE 30 CM, COMO MINIMO.

EN CASO DE DEJAR TUBERIAS, ESTAS NO DEBEN SOBREPASAR 5 CM SOBRE EL NIVEL SUPERIOR DE LA BASE. ES CONVENIENTE TAPONAR LOS TUBOS PARA EVITAR QUE PENETREN CUERPOS EXTRAÑOS.

CIMENTACIONES: LAS CIMENTACIONES DEBEN DE HACERSE DE CONCRETO EN UNA PROPORCION EN VOLUMEN DE 1 DE CEMENTO, 2 DE ARENA Y 4 DE GRAVA, CON 20 LITROS DE AGUA POR SACO DE CEMENTO. ESTA PROPORCION ES SIMPLEMENTE UNA GUIA, PUEDE HACERSE PREVIAMENTE UNA PRUEBA DE LAS PROPORCIONES ANTERIORES Y VER SI LA MEZCLA NO DEJA AL APINARSE, CON LA CUCHARA DE ALBAÑIL, MUCHA GRAVA APARENTE.

ES RECOMENDARSE QUE LAS DIMENSIONES DEL CIMIENTO SEAN IGUALES, 5 1 6 2 CM. MENORES QUE LA BASE DE SUSTENTACION DEL EQUIPO, PARA EVITAR QUE EL AGUA ESCURRA HACIA DENTRO LA ALTURA DEL CIMIENTO SOBRE EL PISO ES DE 8 A 10 CM.

LAS FIGURAS SIGUIENTES DAN UNA IDEA DE LAS CIMENTACIONES RECOMENDADAS, TANTO PARA MONTAJE INTERIOR, COMO A LA INTEMPERIE.

A FIN DE MANTENER UNA NIVELACION CORRECTA A LO LARGO DEL CIMIENTO, SE RECOMIENDA LA COLOCACION, EMPOTRADA EN EL CONCRETO, DE CANALES DE HIERRO ESTRUCTURAL DE 100 X 40 MM (4" X 1 5/8") O PERFILAR ESTOS CANALES SE DEBERAN NIVELAR BIEN ANTES DEL FRAGUADO DEL CONCRETO.

LOCAL: EL LOCAL EN EL QUE SE INSTALE EL EQUIPO DEBE TENER LAS CARACTERISTICAS SIGUIENTES.

- a).- AMPLIO.- SIENDO MUY PEQUEÑO, SE DIFICULTA SU MONTAJE, SU OPERACION Y MANTENIMIENTO.
- b).- NO DEBE DESTINARSE A OTROS USOS. HACERLO ASI, PERMITE EL ACCESO A PERSONAS NO AUTORIZADAS. PUEDE OBSTRUIRSE LA OPERA

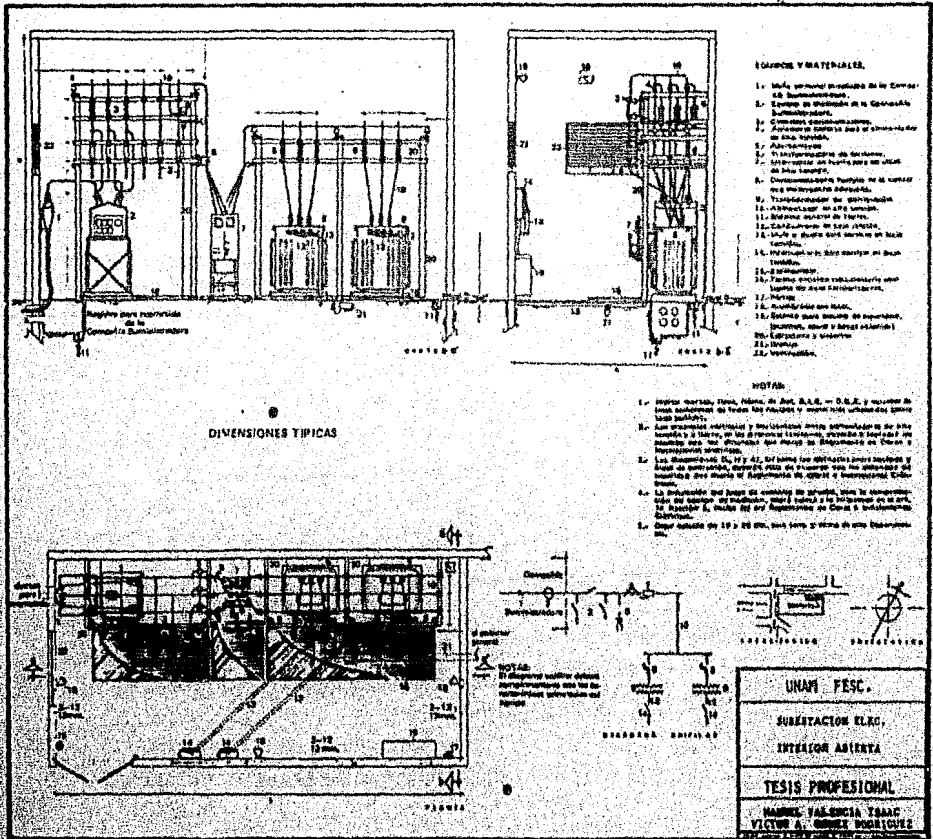


FIG. # 2. DIAGRAMA ESQUEMATICO DE UNA SUBESTACION TIPO ABIERTA

CION DEL EQUIPO Y LO QUE ES MAS TRATAN-
DOSE DE EQUIPO DE ALTA TENSION, LO HACE
PELIGROSO A LA PROPIEDAD Y A LAS PERSONAS.

- c).- DEBE ESTAR SECO.- LA HUMEDAD PERJUDICA AL EQUIPO ELECTRICO. ENMOHECE LOS MECANISMOS DE HIERROS, LOS CONTACTOS DE COBRE PIERDEN SU CONDUCTIVIDAD Y EN GENERAL SE DESTRUYE EL EQUIPO QUE GENERALMENTE ES COSTOSO.
- d).- DEBE ESTAR BIEN VENTILADO: LA CORRIENTE ELECTRICA A SU PASO POR LAS BARRAS, CONDUCTORES, TRANSFORMADORES, Y DEMAS APARATOS, PRODUCE CALOR, QUE DEBE DISIPARSE, PUES DE OTRA MANERA PIERDE EFICIENCIA.
- e).- DEBE ESTAR BIEN ILUMINADO.- TANTO POR LA LUZ NATURAL, COMO ARTIFICIAL, SOBRE TODO CUANDO HAY TRABAJO NOCTURNO. LA BUENA LUZ PERMITE UNA FACIL LOCALIZACION DE LOS APARATOS DE CONTROL, LECTURA DE INSTRUMENTOS, REPARACION Y CONSERVACION.
- f).- DEBE ESTAR LIBRE DE POLVO, DE HUMOS O GASES CORROSIVOS. ESTOS ELEMENTOS COMO LA HUMEDAD PERJUDICAN EN GENERAL LOS MECANISMOS, CONTACTOS ELECTRICOS E INSTRUMENTOS.
- g).- DEBE TENER UNA PUERTA AMPLIA. SEGUN EL REGLAMENTO DE SEPARIN, LAS PUERTAS DE ACCESO AL LOCAL DE LA SUBESTACION DEBEN SER METALICAS Y ABRIRSE HACIA AFUERA. SE RECOMIENDA PARA SUBESTACIONES PUERTAS DE DOS HOJAS CON UN CLARO LIBRE DE TRES METROS DE ALTURA Y 2.50 M. DE ANCHO. PARA TABLEROS DE DISTRIBUCION UNI-

CAMENTE ES NECESARIO UN CLARO DE 2.50 M.
DE ALTURA Y 1,50 M. DE ANCHO.

- h).- DEBEN POSEER UNA COLADERA PARA DRENAJE,
DELANTE DE LOS TRANSFORMADORES; UN EXTIN
TOR Y UNA TARIMA DE MADERA SIN CLAVOS --
PARA VOLTAJES MAYORES DE OPERACION DE --
6000 VOLTS.

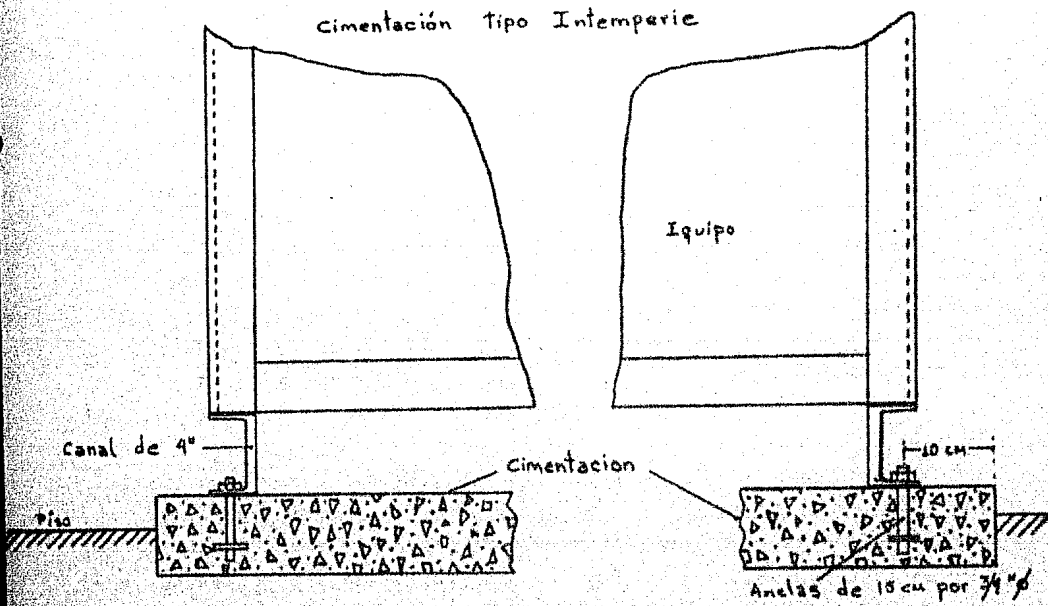


FIG. #3. CIMENTACION TIPO INTEMPERIE

CONEXIONES: UNA VEZ COLOCADAS LAS SECCIONES UNA AL LADO DE LA OTRA, DEL LADO DERECHO, ALINEADAS Y NIVELADAS, DEBEN ATORNILLARSE -- ENTRE SI CON LOS TORNILLOS Y TUERCAS QUE SE SUMINISTRAN.

ABRIENDO LAS PUERTAS O QUITANDO ALGUNAS TAPAS REMOVIBLES, - SE HACEN ACCESIBLES LAS BARRAS PARA SUS CONEXIONES. LOS ESLABONES DE - COBRE TAMBIEN SE SUMINISTRAN EN EL LADO DERECHO DE CADA SECCION. CADA UNION DEBE LIMPIARSE, DE MANERA QUE EL COBRE QUEDE BRILLANTE, DESPUES - DEBEN APRETARSE LOS TORNILLOS FUERTEMENTE. LA MISMA RECOMENDACION DEBE HACERSE PARA LAS UNIONES HECHAS EN LA FABRICA, PUES ALGUNAS PUDIERON -- AFLOJARSE CON EL TRANSPORTE POR ALGUN ERROR INVOLUNTARIO DE NUESTRA PAR TE.

LAS FASES DE LAS BARRAS, COMO REGLA GENERAL SON: VISTO DE FRENTE; FASE "A", A LA IZQUIERDA; FASE "B" AL CENTRO, Y FASE "C" A LA - DERECHA. VIENDO EL EQUIPO DE FRENTE DE ARRIBA ABAJO SE SIGUE EL ORDEN: ARRIBA FASE "A", EN MEDIO FASE "B", Y ABAJO FASE "C", DE FRENTE HACIA ATRAS EL ORDEN ES "A, B Y C", CUANDO LAS BARRAS SE PINTAN, LA FASE "A" - ES AZUL, LA "B" ROJA Y LA "C" AMARILLA.

LOS INSTRUMENTOS DE MEDIDA Y RELEVADORES SE CONECTAN PARA UNA ROTACION DE FASE "A-B-C". ESTO INDICA QUE LA CORRIENTE ALTERNA -- TRIFASICA, ALCANZA SU MAXIMO, PRIMERO EN LA FASE "A", ADELANTADA EN -- 120° A LA "B" Y ESTA ULTIMA PRECEDE A LA "C", TAMBIEN EN 120°. SI HAY - UN ERROR EN ESTAS CONEXIONES LOS WATTHORIMETROS Y RELEVADORES NO FUN--- CIONARAN CORRECTAMENTE.

LOS TIPOS DE CONEXIONES EN CABLES DE ALTA Y BAJA TENSION, ASI COMO LAS CONEXIONES A TIERRA SE VERAN EN CAPITULOS SIGUIENTES.

POR OTRO LADO LAS CONSIDERACIONES GENERALES, POR LAS NOR-- MAS TECNICAS PARA INSTALACIONES ELECTRICAS EDITADO POR "SEPAFIN" (SECRE TARIA DE PATRIMONIO Y FOMENTO INDUSTRIAL) SON PRIMORDIALES.

ESTOS REQUISITOS SE APLICAN A TODA INSTALACION NUEVA Y A - LAS MODIFICACIONES O AMPLIACIONES DE INSTALACIONES YA EXISTENTES. SE - PODRA EXIMIR DE ALGUNOS REQUISITOS EN AQUELLAS INSTALACIONES TEMPORALES PLENAMENTE JUSTIFICABLES.

EN GENEPAL, EL EQUIPO DE LAS SUBESTACIONES DEBE SER INSTA- LADO Y MANTENIDO DE TAL MANERA QUE SE REDUZCAN AL MINIMO LOS RIESGOS DE ACCIDENTE DEL PERSONAL.

- 1.- EL EQUIPO NORMAL DE USO CONTINUO DEBE CUM- PLIR CON LOS REQUISITOS QUE MARCA EL REGLA MENTO.

- 2.- TODAS LAS PARTES QUE SE MUEVAN REPENTINAMENTE O QUE SEAN CONDICIONES INSEGUROS DEBERAN ESTAR PROTEGIDOS POR RESGUARDOS ADECUADOS.
- 3.- TODO EL EQUIPO INSTALADO EN LAS SUBESTACIONES DEBEN ESTAR IDENTIFICADOS, ADEMAS DEBEN CONTAR CON PROCEDIMIENTOS DE OPERACION Y MANTENIMIENTO, ASI COMO DEBEN ESTAR BLOQUEADOS CON CANDADOS LOS GABINETES DE ALTA TENSION.
- 4.- DEBEN CONTAR CON UN MEDIO DE DESCONEXION GENERAL EN EL LADO PRIMARIO, ADECUADO A LA TENSION Y CORRIENTE NOMINAL DE SERVICIO, ESTE DEBE SER DE OPERACION SIMULTANEA Y CAPAZ DE ABRIR EL CIRCUITO BAJO CONDICIONES DE CARGA MAXIMA.
- 5.- DEBE CONTAR, EN EL LADO PRIMARIO, DESPUES DE LA ACOMETIDA, CON UN DISPOSITIVO DE PROTECCION CONTRA SOBRECORRIENTE QUE SEA ADECUADO A LA TENSION Y CORRIENTE DEL SERVICIO Y CUMPLA CON LOS REQUISITOS DE LA CAPACIDAD INTERRUPTIVA.
- 6.- LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCION CONTRA SOBRECORRIENTE, TANTO EN EL LADO PRIMARIO, COMO EN EL SECUNDARIO, DEBEN SER DE LA CAPACIDAD INTERRUPTIVA ADECUADA. LA DEL LADO PRIMARIO, LA CAPACIDAD INTERRUPTIVA DEBE ESTAR DE ACUERDO A LA POTENCIA MAXIMA DE CORTO CIRCUITO QUE PUEDE PRESENTARSE EN LA SUBESTACION.
- 7.- LOS REQUISITOS GENERALES DEL SISTEMA DE PROTECCION DEL USUARIO SON:
 - a).- LA PROTECCION DEL EQUIPO ELECTRICO INSTALADO EN LA SUBESTACION DE UN USUARIO NO DEBE DEPENDER DEL SISTEMA DE PROTECCION DEL SUMINISTRADOR.
 - b).- LAS FALLAS DE CORTO CIRCUITO O TIERRAS EN LA INSTALACION DEL USUARIO NO DEBEN OCACIONAR LA APERTURA DE LAS LINEAS

SUMINISTRADORAS, LO CUAL PUEDE AFECTAR EL SERVICIO A OTROS USUARIOS.

- 8.- EN EL LADO PRIMARIO, DEBERAN CONTAR CON CUCHILLAS DE PRUEBAS, ESTOS SON TRES JUEGOS -- PARA PERMITIR INTERCALAR APARATOS DE PRUEBA.
- 9.- EL EQUIPO DEBE ESTAR DISEÑADO Y CONSTRUIDO -- PARA LAS CONDICIONES ATMOSFERICAS EXISTENTES PARA INSTALACIONES A LA INTEMPERIE O EN LUGARES HUMEDOS.

LOS LOCALES PARA LAS SUBESTACIONES DEBEN CONTAR:

- 1.- ESTAR RESGUARDADO CONTRA EL ACCESO A PERSONAL NO CAPACITADO NI AUTORIZADO A ESTAR EN ELLAS.
- 2.- DEBEN CUMPLIR CON:
 - a).- CONSTRUIDOS CON MATERIALES NO COMBUSTIBLE.
 - b).- NO DEBEN EMPLEARSE COMO ALMACENES, NI TALLERES.
 - c).- DEBEN ESTAR LIBRES DE POLVOS, GASES -- COMBUSTIBLES O CORROSIVOS.
 - d).- DEBEN CONTAR CON VENTILACION ADECUADA.
 - e).- SE RECOMIENDA QUE ESTEN SECOS.
- 3.- INSTALACION DE ALUMBRADO.
DEBEN CONTAR CON LOS NIVELES DE ILUMINACION ADECUADOS (VER TABLA #1)
DEBEN CONTAR CON UNA FUENTE DE EMERGENCIA -- PARA ALUMBRADO.
DEBEN CONTAR CON CONTACTOS Y UNIDADES DE -- ALUMBRADO FACILES DE OPERAR.
SE RECOMIENDA QUE EL CIRCUITO DE CONTACTOS Y ALUMBRADO DEBEN SER INDEPENDIENTES Y CONTAR CON UNA PROTECCION POR SOBRE CORRIENTE.
- 4.- LOS PISOS DEBEN SER ANTIDERRAPANTES LOS REGISTROS DEBEN TENER TAPAS ADECUADAS.
EL PISO SE RECOMIENDA UN 2.5% DE PENDIENTE--

HACIA LAS COLADERAS DEL DRENAJE, EN AQUELLAS -
INSTALACIONES CON INTERRUPTORES Y TRANSFORMADO
RES CON LIQUIDO AISLANTES.

EN LAS SUBESTACIONES CON NIVELES DE VOLTAJE --
MAYORES DE 6000 VOLTS DEBEN CONTAR CON TARIMAS
DE MADERA, CON TAPETES DE HULE DIELECTRICO Y
BASES DE VIDRIO (AISLADORES)

LAS ESCALERAS DEBEN SER DE MADERAS, LAS MAYO--
RES DE 4 ESCALONES DEBEN CONTAR CON PASAMANOS,

5.- LAS SALIDAS DEBEN ESTAR LIBRES DE OBSTACULOS,
Y LAS PUERTAS DEBEN ABRIR HACIA AFUERA, EN LAS
PUERTAS DEBEN CONTAR CON UN AVISO DE "PELIGRO
ALTA TENSION".

6.- PROTECCION CONTRA INCENDIOS.

CONTAR CON EXTINTORES DE P.QS (BICARBONATO DE
SODIO), CO_2

EN SUBESTACIONES DE GRAN TAMAÑO DEBEN CONTAR -
CON PROTECCION CONTRA INCENDIO FIJO, QUE OPE--
REN AUTOMATICAMENTE POR MEDIO DE DETECTORES DE
FUEGO, QUE AL MISMO TIEMPO ACCIONEN ALARMAS.

NIVELES DE ILUMINACION PARA SUBESTACIONES	
FRENTE A TABLEROS DE CONTROL CON INSTRUMENTOS, DIVERSOS E INTERRUPTORES-	300 LUXES
PARTE POSTERIOR DE LOS TABLEROS O AREAS DENTRO DE TABLEROS "DUPLEX"	60 LUXES
CUARTO DE BATERIAS	200 LUXES
PASILLOS Y ESCALERAS	100 LUXES
ALUMBRADO DE EMERGENCIA	20 LUXES

TABLA #1

IX MANTENIMIENTO

EL EQUIPO ELECTRICO, AUNQUE EN EL EXTERIOR NO LO APARENTE, ES EN REALIDAD UNA MAQUINA, CUYAS PIEZAS ESTAN EN CONSTANTE FUNCIONAMIENTO. CIRCULAN POR SU INTERIOR CORRIENTES ELECTRICAS, ESTA SUJETO A ESFUERZOS ELECTRICOS Y MECANICOS, SE ABREN Y CIERRAN MECANISMOS, FUNCIONAN ENGRANES Y PALANCAS, Y, EN GENERAL ES UN CONJUNTO SUJETO A CONSTANTE TRABAJO Y MOVIMIENTO.

UNA FALLA EN UN EQUIPO PUEDE SER COSTOSA TANTO EN EL EQUIPO - EN SI, COMO EN OTROS APARATOS QUE ALIMENTA Y EN LA PRODUCCION O SERVICIOS QUE PRESTA LA ELECTRICIDAD. LA CONSERVACION O MANTENIMIENTO NO SOLO DEBE ORIENTARSE EN HACER LAS REPARACIONES NECESARIAS CUANDO UN ACCIDENTE OCURRE, SINO QUE DEBE TENDER A PREVENIR ANTES QUE REMEDIAR. PREVENIR SIEMPRE SERA MENOS COSTOSO QUE REMEDIAR.

EN PARTICULAR, EN EL EQUIPO ELECTRICO, UN SIMPLE TORNILLO QUE SE APRIETE A TIEMPO PUEDE PREVENIR POSTERIORMENTE UNA FALLA O INCIDENTE.

EN LA ACTUALIDAD EL SISTEMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PROGRAMADO AYUDA A MINIMIZAR ESTE TIPO DE RIESGOS.

EL DESARROLLO DEL PROGRAMA GENERAL SE ESTABLECE, A SISTEMA DE UN DIAGRAMA DE FLUJO:

a).- INVENTARIO GENERAL DEL EQUIPO

- 1.- NOMBRE DEL EQUIPO
- 2.- MARCA DEL EQUIPO
- 3.- MODELO Y SERIE
- 4.- CAPACIDAD
- 5.- NIVELES DE OPERACION
- 6.- PROVEEDOR (DIRECCION Y TELEFONO)

b).- SISTEMAS GENERALES DE DISTRIBUCION

- 1.- SUBESTACION PRINCIPAL (UNIDAD DE TRANSFORMACION)
- 2.- SUBESTACIONES, SECUNDARIAS (DE DISTRIBUCION)
- 3.- CENTROS DE CONTROL DE MOTORES

c).- ACTUALIZACION DEL DIAGRAMA UNIFILAR

- 1.- DETERMINACION DE LA CARGA TOTAL
- 2.- LOCALIZACION DE CARGAS EN EL SISTEMA
- 3.- DETERMINACION DEL CALCULO CORTO CIRCUITO

4.- VERIFICACION DE LOS SISTEMAS DE PROTECCION Y SU -
COORDINACION

d).- ELABORACION DE UN PROGRAMA GENERAL DE PRUEBAS E INSPECCIONES.

- 1.- DETERMINACION DE PRIORIDADES
- 2.- ELABORACION DEL PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO --
POR EQUIPOS
- 3.- DETERMINACION DE EQUIPOS DE PRUEBA Y HERRAMIENTAS
ESPECIALES
- 4.- DETERMINACION DE FRECUENCIAS DE PRUEBAS E INSPE--
CCIONES EN UN PROGRAMA CICLICO.
- 5.- ELABORACION DE FORMATOS Y CONTROLES PARA EL HIS--
TORIAL CLINICO

e).- MATERIALES Y REFACCIONES DE REPUESTO.

- 1.- DETERMINAR PARTES CRITICAS DE CAMBIO EN LOS MA---
NUALES DE PARTES PARA PODER MANTENERLAS COMO RE--
FACCION, PARA EL MOMENTO EN QUE SE REQUIERAN Y --
LOS TIEMPOS DE REPARACION SEAN MENORES

LOS PROCEDIMIENTOS DE PRUEBA E INSPECCIONES (MANTENIMIENTO) SE
IRAN OBSERVANDO DETALLADAMENTE AL IR AVANZANDO SOBRE ESTE ESTUDIO.

TRANSFORMADORES

TRANSFORMADORES

I. INTRODUCCION

I.1 PRINCIPIO DE OPERACION

CUALQUIER CIRCUITO ELECTRICO QUE CONCATENA UN CAMBIO MAGNETICO-VARIABLE EN EL TIEMPO, TIENE UN VOLTAJE INDUCIDO EN EL CUYA MAGNITUD INSTANTANEA SE OBTIENE POR LEY DE FARADAY. EL TRANSFORMADOR ES UN DISPOSITIVO CON UN NUCLEO COMUN DE ACERO RODEADO POR DOS O MAS DE VANADOS, EL NUCLEO DE ACERO SE USA PARA CONCENTRAR Y DIRIGIR EL CAMPO MAGNETICO REDUCIENDO LA CORRIENTE DE MAGNETIZACION REQUERIDA.

POR LO QUE EL TRANSFORMADOR ES LA MAQUINA O APARATO ELECTRICO QUE SE USA EN UN SISTEMA DE CORRIENTE ALTERNA PARA TRANSFERIR ENERGIA ELECTRICA DE UN CIRCUITO A OTRO CONSERVANDO LA MISMA FRECUENCIA.

LA TRANSFORMACION PUEDE LLEVARSE A CABO DE UN CIRCUITO DE ALTA-TENSION O VICERVERSA CON EL CONSIGUIENTE CAMBIO DE VALOR DE LAS CORRIENTES RESPECTIVAS.

EL TRANSFORMADOR ACOPLA INDUCTIVAMENTE CIRCUITOS ELECTRICOS DISTINTOS PERMITIENDO INTERCAMBIO DE ENERGIA A DIFERENTES NIVELES DE VOLTAJE O ENTRE FORMAS DISTINTAS DE CONEXION. DENTRO DE ESTA FUNCION CABEN NUMEROSAS APLICACIONES, COMO LA DE DAR A LA TENSION DE TRANSMISION EL VALOR ADECUADO DEFINIDO POR LA DISTANCIA Y LA POTENCIA.

LOS VOLTAJES DE GENERACION ESTAN ENTRE 480 Y 15,000 VOLTS GENERALMENTE Y SON, POR LO TANTO, MUY POCAS INSTALACIONES QUE NO REQUIEREN TRANSFORMACION: CASI TODO CIRCUITO INDUSTRIAL INCLUYE TRANSFORMADORES Y SUPRE LOS EFECTOS DE LA INTERCALACION DE INDUCTANCIAS NO LINEALES.

SELECCION DE TRANSFORMADORES

CONSIDERACIONES:

PARA QUE UN TRANSFORMADOR ESTE BIEN DEFINIDO, ES NECESARIO DAR - A CONOCER, AL MENOS, LOS SIGUIENTES DATOS:

CAPACIDAD EN KVA

NUMERO DE FASES

FRECUENCIA DE OPERACION EN HZ O C.P.S.

TENSION PRIMARIA Y CONEXION

TENSION SECUNDARIA Y CONEXION

NUMERO DE DERIVACIONES Y POR CIENTO DE CADA UNA

SOBRE ELEVACION DE TEMPERATURA EN OPERACION CONTINUA

ALTURA SOBRE EL NIVEL DEL MAR A LA CUAL OPERARA EL TRANSFORMADOR

Y DEPENDIENDO DEL TIPO DE INSTALACION, EQUIPO YA EXISTENTE, ETC. SERA NECESARIO DAR A CONOCER EL VALOR DE IMPEDANCIA PARA EL TRANSFORMADOR Y LOS ACCESORIOS FUERA DE NORMA QUE SE DESEAN.

CAPACIDAD DE TRANSFORMADOR

LA CAPACIDAD NOMINAL DE UN TRANSFORMADOR SE DEFINE COMO LOS KVA-QUE SU DEVANADO SECUNDARIO ES CAPAZ DE OPERAR POR UN TIEMPO ESPECIFICO, BAJO CONDICIONES DE TENSION Y FRECUENCIA DE DISEÑO, SIN QUE LA -- TEMPERATURA PROMEDIO DE UN DEVANADO EXCEDA DE 65°C, SOBRE UNA TEMPERA TURA PROMEDIO DE 30°C, Y MAXIMA DE 40°C. ES MUY IMPORTANTE QUE EL -- RESPONSABLE DE LA INSTALACION CALCULE EN FORMA CORRECTA LOS KVA DE -- TRANSFORMACION QUE NECESITA, PUES EN CASO CONTRARIO, SE LLEGARA A LA SITUACION DE TENER CAPACIDAD OCIOSA, LO QUE REPRESENTA BAJONES ALTOS- DE CORRIENTE DE EXCITACION Y UNA CAPACIDAD NO AMORTIZABLE. AMBAS CO-- SAS SON PESOS QUE REPRESENTAN PERDIDAS PARA EL USUARIO.

A CONTINUACION DAMOS A CONOCER LA FORMA DE CALCULAR LOS KVA, DE TRANSFORMACION Y UN EJEMPLO PARA MAYOR ENTENDIMIENTO.

$$KVAT = \text{CARGA INSTALADA} \times \frac{\text{FACTOR DE DEMANDA}}{\text{FACTOR DE DIVERSIDAD}}$$

$$\text{FACTOR DE DEMANDA} = \frac{\text{DEMANDA MAXIMA}}{\text{CARGA INSTALADA}}$$

$$\text{FACTOR DE DIVERSIDAD} = \frac{\text{SUMA DE LAS DEMANDAS MAXIMAS}}{\text{DEMANDA MAXIMA RESULTANTE}}$$

EL FACTOR DE DEMANDA ES IGUAL O MENOR QUE LA UNIDAD. EL FACTOR DE DIVERSIDAD ES IGUAL O MAYOR QUE LA UNIDAD.

EJEMPLO ILUSTRATIVO

PARA DETERMINAR LA CAPACIDAD DE UN TRANSFORMADOR QUE ALIMENTA UNA NUEVA AMPLIACION EN CIERTA PLANTA INDUSTRIAL SE TIENE.

UN ESTUDIO DE CARGAS INSTALADAS, QUE NOS DAN LOS SIGUIENTES RESULTADOS:

CARGAS INSTALADAS	=	552.86 KVA
CARGA INSTALADA MOTRIZ	=	234.00 KVA
CARGA INSTALADA ALUMBRADO	=	<u>33.60 KVA</u>
TOTAL DE CARGA INSTALADA	=	820.46 KVA

PARA CADA UNA DE ESTAS CARGAS, DEFINIMOS LOS SIGUIENTES FACTORES DE CORRECCION:

PARA CARGAS INSTALADAS (CARGAS RESISTIVAS Y CAPACITIVAS)

FACTOR DE DEMANDA	=	<u>0.65</u>
FACTOR DE DIVERSIDAD	=	1.25
PARA CARGA EN FUERZA MOTRIZ (H.P.)		
FACTOR DE DEMANDA	=	0.9
FACTOR DE DIVERSIDAD	=	1.1
PARA CARGA POR ALUMBRADO		
FACTOR DE DEMANDA	=	1
FACTOR DE DIVERSIDAD	=	1

DE LO ANTERIOR OBTENEMOS QUE:

KVAT 1 = KVA DE TRANSFORMACION NECESARIOS POR CONCEPTOS DE CARGAS RESISTIVAS Y CAPACITIVAS.

$$KVAT 1 = 552.86 \times \frac{0.65}{1.25} = 288 \text{ KVA}$$

KVAT 2 = KVA DE TRANSFORMACION NECESARIOS POR CONCEPTO DE FUERZA MOTRIZ.

$$KVAT 2 = 234 \times \frac{0.9}{1.1} = 191.45$$

KVAT 3 = KVA DE TRANSFORMACION NECESARIOS POR CONCEPTO DE ALUMBRADO.

$$KVAT 3 = 33.60 \times \frac{1}{1} = 33.60$$

LA DEMANDA MAXIMA, MAS NO RESULTANTE, ES IGUAL A LA SUMA DE --
LOS VALORES KVAT 1, KVAT 2, KVAT 3.

DEMANDA MAXIMA NO RESULTANTE = 513.06 KVA.

EL SIGUIENTE PASO ES OBTENER EL FACTOR DE DIVERSIDAD RESULTAN-
TE PARA LO CUAL SE DEBE PROCEDER A GRAFICAR LA DEMANDA Y EL TIEMPO-
PARA CADA CARGA, OBTENIENDO, POR LO TANTO, LA RESULTANTE.

DE NUESTRA GRAFICA:

DEMANDA MAXIMA RESULTANTE = 432 KVA.

SUMA DE LAS DEMANDAS MAXIMAS = 513.05

Y FACTOR DE DIVERSIDAD RESULTANTE = $\frac{513.05}{432.00} = 1.18$

POR LO TANTO, LA CAPACIDAD EN KVA DEL TRANSFORMADOR A INSTALAR
EN LA SUBESTACION DEBE SER:

$$\text{KVAT} = (513.05) \times \frac{1}{1.18} = 434.78 \text{ KVA}$$

POR RAZONES DE FLEXIBILIDAD Y POR LO CONSIGUIENTE, SEGURIDAD -
DEL SUMINISTRO A LA CARGA, RECOMENDARIAMOS LA INSTALACION DE DOS --
TRANSFORMADORES DE 225 KVA.

INSTALACION DE TRANSFORMADORES

POR LO QUE RESPECTO A LA INSTALACION DE LOS TRANSFORMADORES SE PUEDE MENCIONAR QUE LAS VARIANTES DEPENDEN DEL TIPO DE INSTALACION, ES DECIR, LAS SUBESTACIONES DE GRAN POTENCIA SON POR LO GENERAL DEL TIPO INTEMPERIE Y TIENEN UNA DISPOSICION DIFERENTE A LAS DE MENOR POTENCIA, TIPO INTEMPERIE O A LAS COMPACTAS. EN GENERAL, PARA ESTOS ULTIMOS CASOS NO EXISTEN CONSIDERACIONES ESPECIALES RESPECTO A LA INSTALACION DE LOS TRANSFORMADORES MIENTRAS EN LAS SUBESTACIONES INTEMPERIE EXISTEN MUCHAS VARIANTES DEPENDIENDO DE LA DISPOSICION DE LA SUBESTACION.

COMO NORMA GENERAL, SE PUEDE MENCIONAR QUE LOS TRANSFORMADORES SE DEBERAN INSTALAR SOBRE BASES DE CONCRETO DISEÑADOS PARA SOPORTAR SU PESO, EN LO POSIBLE, SE DEBERAN RESPETAR LAS DISTANCIAS DE SEGURIDAD MINIMAS RECOMENDADAS O, EN CASO CONTRARIO, AISLARLOS DEL POSIBLE CONTACTO POR MEDIO DE BARANDALES O MALLAS, LA BASE SERA DE TALFORMA, QUE PUEDA CONTENER EL ACEITE DEL TRANSFORMADOR EN CASO DE FUGA Y UN SISTEMA DE DRENAJE CONECTADO AL SISTEMA DE DRENAJE PARA FUGAS DE ACEITE EN LA SUBESTACION QUE PUEDEN CONECTARSE A UN RECIPIENTE QUE CONTENGA EL ACEITE EXTRAIDO DEL TRANSFORMADOR O LOS INTERRUPTORES (SI FUERAN DE ACEITE) CUANDO SE HACEN LABORES DE MANTENIMIENTO. LAS NORMAS ESTABLECIDAS, TECNICAS PARA INSTALACIONES ELECTRICAS DE LA DIRECCION GENERAL DE NORMAS NOS INDICAN:

LOS REQUISITOS QUE SE APLICAN A TRANSFORMADORES DE POTENCIA -- (O DE DISTRIBUCION INSTALADOS AL NIVEL DEL PISO), EN EXTERIORES O EN INTERIORES:

- A. - EN LA INSTALACION DE LOS TRANSFORMADORES DEBEN CUMPLIRSE LAS DISPOSICIONES, CON RESPECTO A LAS DEFENSAS Y DISTANCIAS PARA RESGUARDO DE PARTES VIVAS.
- B. - EN LA INSTALACION DE TRANSFORMADORES SUMERGIDOS EN ACEITE DEBEN TOMARSE EN CUENTA LAS RECOMENDACIONES SOBRE PROTECCION CONTRA INCENDIO.
- C. - EN EDIFICIOS QUE NO SE USEN SOLAMENTE PARA SUBESTACIONES- LOS TRANSFORMADORES, DEBEN INSTALARSE EN LUGARES ESPECIALMENTE DESTINADOS A ELLO, CON VENTILACION APROPIADA HACIA EL EXTERIOR Y QUE SEAN SOLAMENTE ACCESIBLES A PERSONAS -- IDONEAS.

CONEXION A TIERRA DE LOS TANQUES O CAJAS METALICAS DE TRANSFORMADORES

LOS TANQUES O ESTRUCTURAS METALICAS EXPUESTAS DE TRANSFORMADORES QUE ESTEN CONECTADOS A CIRCUITOS A MAS DE 150 VOLTS. A TIERRA, O BIEN A CIRCUITOS DE UNA TENSION MENOR QUE ESTEN LOCALIZADOS EN DONDE NORMALMENTE EXISTAN GASES O VAPORES INFLAMABLES, DEBEN CONECTARSE A TIERRA PERMANENTE.

PROTECCION CONTRA INCENDIO

- A.- EXTINGUIDORES. EN EL CASO GENERAL, DEBEN COLOCAR SE EXTINGUIDORES DE INCENDIO PORTATILES, TANTOS- COMO SEAN NECESARIOS, EN LUGARES CONVENIENTES Y CLARAMENTE MARCADOS, SITUADOS DOS, CUANDO MENOS, EN LUGARES CERCANOS A LAS ENTRADAS SUBESTACIONES SE RECOMIENDA PARA ESTA APLICACION LOS DE CO₂ Y POLVO QUIMICO SECO.
- B.- EN SUBESTACIONES DE GRAN TAMARO E IMPORTANCIA Y EN ESPECIAL DE TENSIONES ALTAS, SE RECOMIENDA EL USO DE SISTEMAS DE PROTECCION CONTRA INCENDIO -- DEL TIPO FIJO QUE OPEREN AUTOMATICAMENTE POR MEDIO DE DETECTORES DE FUEGO QUE, AL MISMO TIEMPO, ACCIONEN ALARMAS.
- C.- PREVISIONES PARA EQUIPO QUE CONTENGA ACEITE. EN ESTE CASO TRANSFORMADORES, REGULADORES DE VOLTAJE E INTERRUPTORES, SE RECOMIENDA TOMAR ALGUNA O ALGUNAS DE LAS SIGUIENTES MEDIDAS:
 - 1.- PREEVER MEDIOS ADECUADOS PARA RECOGER Y DRENAR EL ACEITE QUE PUDIERA ESCAPARSE.
 - 2.- CONSTRUIR MUROS DIVISORIOS DE TABIQUE O CONCRETO, ENTRE TRANSFORMADORES Y ENTRE ESTOS Y OTRAS INSTALACIONES VECINAS.
 - 3.- SEPARAR LOS INTERRUPTORES ENTRE SI O CON -- RESPECTO A OTROS APARATOS, POR MEDIO DE BARRERAS INCOMBUSTIBLES O BIEN, POR UNA DISTANCIA SUFICIENTE PARA EVITAR LA PROYECCION DE ACEITE INCENDIADO DE UN INTERRUPTOR HACIA LOS OTROS APARATOS.

- NIVELES DE AISLAMIENTO Y VALORES PARA PRUEBAS DIELECTRICAS.

1.- PARA LAS TERMINALES DEL TRANSFORMADOR.

CON BASE EN LAS CARACTERISTICAS DEL TRANSFORMADOR, SE DEBE ASIGNAR UNA CLASE DE AISLAMIENTO A LAS TERMINALES DE LOS DEVANADOS, LA QUE DETERMINARA LAS PRUEBAS DIELECTRICAS QUE ESTOS DEBEN SOPORTAR. LAS CLASES DE AISLAMIENTO Y LOS VALORES DE PRUEBAS ESTAN DADOS EN LA TABLAS 1 Y 2; LA N°1 PARA TRANSFORMADORES SUMERGIDOS EN LIQUIDOS AISLANTES Y EN LA TABLA N°2 PARA TRANSFORMADORES DEL TIPO SECO.

2.- PARA TRANSFORMADORES CON DERIVACIONES.

LOS TRANSFORMADORES PUEDEN SUMINISTRARSE A SOLICITUD CON DERIVACIONES PARA TENSIONES MAYORES QUE LA TENSION NOMINAL SIN AUMENTAR LOS NIVELES DE AISLAMIENTO ESPECIFICADOS EN LAS TABLAS #1 Y #2 SIEMPRE Y CUANDO ESTAS DERIVACIONES NO EXCEDAN MAS DEL 10% LA CLASE DE AISLAMIENTO CORRESPONDIENTE.

3.- PARA LA TERMINAL DEL NEUTRO DEL TRANSFORMADOR.

LOS TRANSFORMADORES DISEÑADOS PARA CONEXION ESTRELLA, UNICAMENTE CON EL NEUTRO EXTERIOR SOLIDAMENTE CONECTADO A TIERRA, DIRECTAMENTE O A TRAVEZ DE UN TRANSFORMADOR DE CORRIENTE, DEBE TENER UNA CLASE DE AISLAMIENTO EN EL NEUTRO NO MENOR QUE LA ESPECIFICADA EN LA COLUMNA 2 DE LA TABLA #3 Y EL VALOR CORRESPONDIENTE DE NIVEL BASICO DE IMPULSO QUE SE DETERMINA DE ACUERDO A LAS TABLAS N°1 Y N°2.

LA CLASE DE AISLAMIENTO DEL EXTREMO NEUTRO DE UN DEVANADO, PUEDE DIFERIR DE LA CLASE DE AISLAMIENTO DE LA BOQUILLA DEL NEUTRO, COLOCADA EN EL TANQUE DEL TRANSFORMADOR. EN ESTE CASO LA CLASE DE AISLAMIENTO DEL NEUTRO, SERA LA BASE DE LAS PRUEBAS DIELECTRICAS.

LOS DEVANADOS DE TRANSFORMADORES MONOFASICOS O TRIFASICOS, DISEÑADOS PARA OPERAR EN ESTRELLA Y CON EL NEUTRO AISLADO, PARA SOPORTAR LA TENSION DE PRUEBA ABAJO FRECUENCIA ASIGNADA A LAS TERMINALES

DE LINEA, DEBEN SER CAPACES DE SOPORTAR LA PRUEBA DE POTENCIAL APLICADO, QUE CORRESPONDA A LA CLASE DE AISLAMIENTO DEL EXTREMO DE LA LINEA.

LOS DEVANADOS QUE TENGAN AISLAMIENTO REDUCIDO AL NEUTRO, DEBEN SER CAPACES DE SOPORTAR PRUEBAS DE POTENCIAL APLICADO, QUE CORRESPONDAN A LA CLASE DE AISLAMIENTO DEL EXTREMO NEUTRO DEL DEVANADO.

EN CADA UNO DE LOS CASOS ANTERIORES, SI LA BOQUILLA DEL NEUTRO ESPECIFICADO NO ES CAPAZ DE SOPORTAR LAS PRUEBAS DE POTENCIAL APLICADO, DEBE DESCONECTARSE DEL DEVANADO PARA LA PRUEBA, O DEBE SUMINISTRARSE AISLAMIENTO ESPECIAL CON PROPOSITOS DE PRUEBA UNICAMENTE. CUANDO EL AISLAMIENTO DEL NEUTRO SEA REDUCIDO, LOS DEVANADOS DEBEN SER CAPACES DE SOPORTAR UNA PRUEBA DE POTENCIA INDUCIDO ENTRE TERMINALES DE LINEA Y TIERRA, NO NECESARIAMENTE ENTRE LINEA Y NEUTRO, CUYA TENSION DEBE SER DE ACUERDO CON LOS VALORES DE PRUEBA A BAJA FRECUENCIA, ESPECIFICADOS EN LAS TABLAS #1 Y #2 PARA LA CLASE DE AISLAMIENTO DE LA LINEA. EL EXTREMO DE LA LINEA DEBE SER CAPAZ DE SOPORTAR PRUEBAS DE IMPULSO DE ONDA COMPLETA Y ONDA CORTADA QUE CORRESPONDAN A SU CLASE DE AISLAMIENTO. EL NEUTRO (NEUTRO EXTERIOR A TRAVES DE UNA BOQUILLA) DEBE SER CAPAZ DE SOPORTAR PRUEBAS DE IMPULSO QUE CORRESPONDAN A SU CLASE DE AISLAMIENTO. LA TENSION DE PRUEBA DE IMPULSO EN EL NEUTRO, PUEDE OBTENERSE APLICANDO UNA ONDA DE 1.5×40 MICROSEGUNDOS AL EXTREMO DE LA LINEA O LA TENSION DE IMPULSO DE PRUEBA, PUEDE APLICARSE DIRECTAMENTE AL NEUTRO.

EL NEUTRO DE UN TRANSFORMADOR EN SERVICIO PUEDE ESTAR SOMETIDO A SOBRETENSIONES POR DESCARGAS ATMOSFERICAS QUE SE TRANSMITEN A TRAVES DE LOS DEVANADOS, EN ESTE CASO, LA VELOCIDAD DE ELEVACION DE LA TENSION EN EL NEUTRO ES MUCHO MENOR QUE LA VELOCIDAD DE ELEVACION DE LA TENSION, A LA CUAL PUEDE ESTAR SOMETIDO EL EXTREMO DE LA LINEA. DE ACUERDO CON LO ANTERIOR, EN ALGUNOS CASOS PUEDE LOGRARSE UNA ECONOMIA EN EL DISEÑO DEL TRANSFORMADOR SI SE TOMA EN CONSIDERACION ESTE HECHO.

TABLA 1

CLASE DE AISLAMIENTO Y VALORES PARA PRUEBAS
DIELECTRICAS EN TRANSFORMADORES SUMERGIDOS.
EN ACEITE

CLASE DE AISLAMIENTO	PRUEBA A BAJA FRECUENCIA	NIVEL BASICO DE IMPULSO (NBI) Y ONDA COMPLETA		ONDA CORTADA
		KV	KV CRESTA	KV CRESTA
1.2	10	45	54	1.5
2.5	15	60	69	1.5
5.0	19	75	88	1.6
8.7	26	95	110	1.8
15	34	110	130	2.0
18	40	125	145	2.5
25	50	150	175	3.0
34.5	70	200	230	3.0
46	95	250	290	3.0
69	140	350	400	3.0
92	185	450	520	3.0
115	230	550	630	3.0
138	275	650	751	3.0
161	325	750	865	3.0
196	395	900	1035	3.0
215	430	975	1120	3.0
230	460	1050	1210	3.0
315	630	1425	1640	3.0
345	690	1425	1640	3.0
375	750	1675	1925	3.0
400	800	1800	2070	3.0

NOTAS:

1. LAS TENSIONES NOMINALES INTERMEDIAS ENTRE LAS CLASES DE AISLAMIENTO AMOTADAS DEBEN CONSIDERARSE EN LA CLASE DE AISLAMIENTO SUPERIOR
2. PARA EL NIVEL DE AISLAMIENTO DE LAS DERIVACIONES VEASE EL INCISO 2 DEL PARRAFO C.01.e.
3. PARA DEVANADOS SERIE EN APARATOS, LOS VALORES DE PRUEBA A TIERRA DEBEN DETERMINARSE POR LA CLASE DE AISLAMIENTO CORRESPONDIENTE A LA ALTA TENSION, EN LUGAR DE USAR LA DIFERENCIA DE TENSION ENTRE LOS EXTREMOS DEL DEVANADO SERIE.
4. LOS APARATOS CONECTADOS EN ESTRELLA PARA OPERAR CON EL NEUTRO SO LIDAMENTE A TIERRA A TRAVES DE UNA IMPEDANCIA, PUEDEN TENER AISLAMIENTO REDUCIDO EN EL NEUTRO, COMO SE ESPECIFICA EN EL INCISO 3 DEL PARRAFO C.01.e.

TABLA No. 2

CLASES DE AISLAMIENTO Y VALORES
PARA PRUEBAS DIELECTRICAS EN
TRANSFORMADORES TIPO SECO

CLASE DE AISLAMIENTO	PRUEBA A BAJA FRECUENCIA	NIVEL BASICO DE IMPULSO (BIL) Y ONDA COMPLETA	ONDA CORTADA	
KV	KV	KV CRESTA	KV CRESTA	TIEMPO MINIMO DE ARQUEO EN MICRO-SEGUNDOS
15.0	31	50	50	1.25
1.2	4	10	10	1.00
2.5	10	20	20	1.00
5.0	12	25	25	1.00
8.7	31	50	50	1.25

NOTAS:

1. LAS TENSIONES NOMINALES INTERMEDIAS ENTRE LAS CLASES DE AISLAMIENTO - ANOTADAS, SE DEBEN CONSIDERAR EN LA CLASE DE AISLAMIENTO PROXIMA SUPERIOR.
2. PARA EL NIVEL DE AISLAMIENTO DE LAS DERIVACIONES VER EL INCISO (2) -- DEL PARRAFO C.01.e.
3. PARA DEVANADOS SERIE, EN APARATOS, LOS VALORES DE PRUEBA A TIERRA, DEBEN DETERMINARSE POR LA CLASE DE AISLAMIENTO CORRESPONDIENTE A LA ALTA TENSION, EN LUGAR DE USAR LA DIFERENCIA DE TENSION ENTRE LOS EXTREMOS DEL DEVANADO SERIE.
4. LOS APARATOS CONECTADOS EN ESTRELLA PARA OPERAR CON EL NEUTRO SOLIDAMENTE A TIERRA, O A LA TIERRA A TRAVES DE UN NEUTRALIZADOR DE FALLA, PUEDEN TENER AISLAMIENTO REDUCIDO EN EL NEUTRO COMO SE INDICA EN EL INCISO (3) DEL PARRAFO C.01.e.
LOS TRANSFORMADORES DISEÑADOS PARA CONEXION ESTRELLA UNICAMENTE, CON EL NEUTRO A TRAVES DE UNA BOQUILLA, DEBEN TENER ASIGNADOS NIVELES DE AISLAMIENTO TANTO PARA LAS TERMINALES DE LINEA COMO PARA EL NEUTRO. LA CLASE DE AISLAMIENTO DEL NEUTRO PUEDE SER MENOR QUE LA DE LA LINEA PERO NO MENOR QUE LA QUE SE INDICA EN LA SIGUIENTE TABLA.

LA APLICACION DIRECTA DE UNA TENSION DE PRUEBA DE IMPULSO A NEUTRO, USANDO LA ONDA NORMAL DE 1.5 X 40 MICROSEGUNDOS, IMPONDRA UNA ONDA CUYO FRENTE TENGA UNA PENDIENTE EXCESIVA, Y POR LO TANTO, PUDIERA DAÑAR AL TRANSFORMADOR CUYO DISEÑO SE BASO EN LA APLICACION DE UN IMPULSO TRANSMITIDO A TRAVES DEL TRANSFORMADOR. - POR LO TANTO, LA ELECCION DEL METODO PARA LA PRUEBA DE IMPULSO SOBRE EL AISLAMIENTO DEL NEUTRO, DEBE SER HECHA POR EL FABRICANTE.

4.- PERDIDAS Y SUS TOLERANCIAS.

1.- PERDIDAS DE EXCITACION

2.- PERDIDAS TOTALES

LAS PERDIDAS TOTALES COMPRENDEN LAS PERDIDAS DE EXCITACION, LAS PERDIDAS DE CARGA Y LAS PERDIDAS DEL SISTEMA, DE ENFRIAMIENTO FORZADO.

LAS PERDIDAS OBTENIDAS EN LA PRUEBA DE UN TRANSFORMADOR O TRANSFORMADORES NO DEBEN EXCEDER A LAS PERDIDAS ESPECIFICADAS EN MAS DE LOS PORCENTAJES INDICADOS EN LA TABLA #4.

5.- IMPEDANCIA Y SU TOLERANCIA.

LA IMPEDANCIA SE EXPRESA USUALMENTE EN POR CIENTO.

LA TOLERANCIA DE LA IMPEDANCIA DE UN TRANSFORMADOR DE DOS DEVANADOS ES DE $\pm 7.5\%$ DEL VALOR GARANTIZADO. ADEMÁS CUANDO SE FABRIQUEN TRANSFORMADORES DE DOS DEVANADOS DE IGUALES CARACTERISTICAS, PARA UN MISMO PEDIDO. LA DIFERENCIA DE IMPEDANCIA ENTRE ELLOS NO DEBE EXCEDER DE 7.15% DEL VALOR GARANTIZADO.

LOS TRANSFORMADORES SE CONSIDERAN APROPIADOS PARA OPERAR EN PARALELO, SI SUS IMPEDANCIAS ESTAN DENTRO DE LAS LIMITACIONES DE LOS PARRAFOS ANTERIORES, SIEMPRE Y CUANDO CUMPLAN LAS OTRAS CONDICIONES NECESARIAS PARA TAL OPERACION.

6.- RELACION DE TRANSFORMACION Y SU TOLERANCIA.

LA RELACION DE TRANSFORMACION ES EL RESULTADO DE LA RE-

TABLA No. 3

CLASE DE AISLAMIENTO MINIMA
DEL NEUTRO

CLASE DE AISLAMIENTO DE LAS TERMINALES DE LINEA DEL DEVANADO KV	SOLIDAMENTE A TIERRA O A TRAVES DE UN TRANSFORMADOR DE CORRIENTE KV	A TIERRA A TRAVES DE UN TRANSFORMADOR REGULADOR KV	A TIERRA A TRAVES DE UN NEUTRALIZADOR DE FALLA A TIERRA O AISLADO PERO PROTEGIDO CONTRA IMPULSO KV
2.5	1.2	1.2	1.2
2.5	2.5	2.5	2.5
5.0	5.0	5.0	5.0
8.7	8.7	8.7	8.7
15.0	8.7	8.7	8.7
25.0	8.7	8.7	15.0
34.5	8.7	8.7	25.0
46.0	15.0	15.0	34.5
69.0	15.0	15.0	46.0

LACION DE VUELTAS DE LOS DEVANADOS PRIMARIO Y SECUNDA RIO. LA RELACION DE LAS TENSIONES ESTA SUJETA AL --- EFECTO DE REGULACION A DIFERENTES CARGAS Y FACTORES - DE POTENCIA.

LA TOLERANCIA PARA LA RELACION DE TRANSFORMACION, ME- DIDA CUANDO EL TRANSFORMADOR ESTA SIN CARGA, DEBE SER DE 0.5% EN TODAS SUS DERIVACIONES.

7.- REGULACION Y SU TOLERANCIA.

LA REGULACION DE UN TRANSFORMADOR SE EXPRESA EN POR - CIENTO DE LA TENSION NOMINAL DEL SECUNDARIO.

LA REGULACION SE CALCULA A PARTIR DE LAS TENSIONES DE IMPEDANCIA Y DE LOS WATTS DE PERDIDAS DEBIDAS A LA -- CARGA, MEDIDOS DIRECTAMENTE. LA REGULACION NO DEBE - EXCEDER A LA ESPECIFICADA, EN MAS DEL 7.5% PARA TRANS FORMADORES DE DOS DEVANADOS O MAS DEL 10% PARA TRANS FORMADORES DE TRES DEVANADOS Y AUTOTRANSFORMADORES.

8.- POLARIDAD, DESPLAZAMIENTO ANGULAR, SECUENCIA DE FASES Y DESIGNACION DE TERMINALES.

a).- POLARIDAD DE TRANSFORMADORES MONOFASICOS. TODOS LOS TRANSFORMADORES MONOFASICOS DEBEN SER DE POLARIDAD SUSTRACTIVA.

b).- DESPLAZAMIENTO ANGULAR DE LOS VECTORES DE ALTA Y BAJA TENSION DE TRANSFORMADORES TRIFASICOS. EL DESPLAZAMIENTO ANGULAR ENTRE LOS VECTORES DE ALTA Y BAJA TENSION EN TRANSFORMADORES CON CO-- NEXIONES DELTA-DELTA, O ESTRELLA-ESTRELLA, DEBE SER 0°, COMO SE DEMUESTRAN EN LOS DIAGRAMAS a Y b DE LA FIGURA N° 3.

EL DESPLAZAMIENTO ANGULAR ENTRE LOS VECTORES DE BAJA Y ALTA TENSION DE TRANSFORMADORES CON CO-- NEXIONES ESTRELLA-DELTA O DELTA ESTRELLA DEBE - SER DE 30° CON LA BAJA TENSION ATRAZADA RESPEC TO A LA ALTA TENSION, COMO SE DEMUESTRAN EN LOS DIAGRAMAS c Y d DE LA FIGURA N° 3.

c).- LA SECUENCIA DE FASES DEBE SER EN EL ORDEN 1, 2, 3 Y CON EL SENTIDO INDICADO EN LA FIGURA # 3.

d).- DESIGNACION DE TERMINALES.

LOS DEVANADOS DE UN TRANSFORMADOR DEBEN DISTINGUIRSE UNO DE OTRO COMO SIGUEN.

EN LOS TRANSFORMADORES DE DOS DEVANADOS, EL DE ALTA TENSION SE DESIGNA CON LA LETRA "H", Y EL DE BAJA TENSION CON LA LETRA "X".

EN LOS TRANSFORMADORES DE MAS DE DOS DEVANADOS ESTOS SE DESIGNAN CON LAS LETRAS "H, X, Y, Y Z". LA SECUENCIA DE ESTA DESIGNACION SE DETERMINA COMO SIGUE.

EL DEVANADO DE TENSION MAS ALTA SE DESIGNA CON LA LETRA "H" Y LOS DEMAS DEVANADOS CON LAS LETRAS "X, Y, Y Z", EN ORDEN DECRECIENTE DE LAS TENSIONES. EN EL CASO, EN QUE DOS O MAS DEVANADOS TENGAN LA MISMA TENSION PERO DIFERENTE CAPACIDAD EN KVA, SE ASIGNAN LAS LETRAS EN ORDEN DECRECIENTE SEGUN LA CAPACIDAD.

LAS TERMINALES DEL TRANSFORMADOR SE DEBEN IDENTIFICAR CON UNA LETRA MAYUSCULA Y UN NUMERO COMO SUBINDICE, EJEMPLOS: $x_1, x_2, x_3, H_1, H_2, H_3$.

LAS TERMINALES DEL NEUTRO EN TRANSFORMADORES TRIFASICOS SE DEBEN MARCAR CON LA LETRA PROPIA DEL DEVANADO Y CON EL SUBINDICE CERO, O SEA, H_0, X_0 , ETC.

UNA TERMINAL DE NEUTRO QUE SEA COMUN A DOS O MAS DEVANADOS, DE TRANSFORMADORES MONOFASICOS O TRIFASICOS, DEBE SER MARCADA CON LA COMBINACION DE LAS LETRAS DE LOS DEVANADOS CON EL SUBINDICE CERO, POR EJEMPLO: H_0, X_0 .

SI UN TRANSFORMADOR MONOFASICO TIENE UNA TERMINAL CONECTADA DIRECTAMENTE A TIERRA, ESTA SE DEBE DESIGNAR CON LA LETRA CORRESPONDIENTE Y CON

EL SUBINDICE CERO.

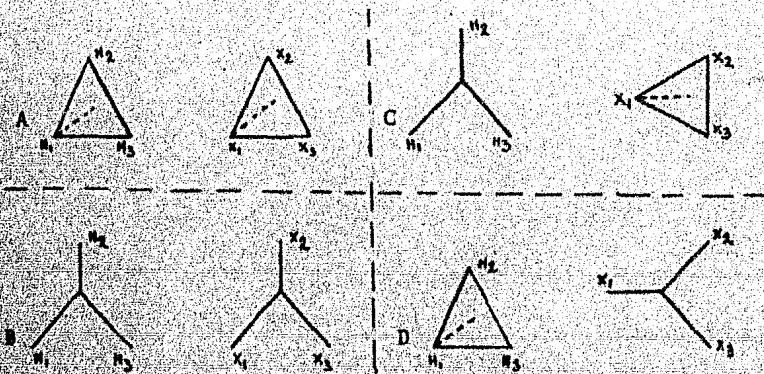
TABLA NO. 4

TOLERANCIA PARA PERDIDAS
DE TRANSFORMADORES

NO. DE UNIDADES EN UN LOTE.	NO. DE FASES.	BASE DE DETERMINACION	PERDIDAS DE EXCITACION %	PERDIDAS TOTALES %
1	UNA	1 UNIDAD	10	6
1	TRES	1 UNIDAD	0	0
2 ó más	1 ó TRES	CADA UNIDAD	10	6
2 ó más	1 ó TRES	PROMEDIO DE TODAS LAS UNIDADES	0	0

FIGURA NO. 3

DESPLAZAMIENTO ANGULAR



A Y B DESPLAZAMIENTO ANGULAR = 0°

C Y D DESPLAZAMIENTO ANGULAR = 30°

e).- FRECUENCIA.

LA FRECUENCIA DE OPERACION DEBE SER DE 50, 60, O - -
50/60 HERTZ SEGUN SE ESPECIFIQUE.

ESPECIFICACIONES TERMICAS

a).- TEMPERATURA AMBIENTE MAXIMA.

LOS TRANSFORMADORES SUJETOS A ESTA NORMA, DEBEN SER APROPIADOS PARA OPERAR A SU CAPACIDAD NOMINAL, SIEMPRE QUE LA TEMPERATURA DEL AMBIENTE NO EXCEDA DE 40°C, Y LA TEMPERATURA PROMEDIO DEL -- AMBIENTE DURANTE CUALQUIER PERIODO DE 24 HORAS NO EXCEDA DE 30°C.

SE RECOMIENDA QUE LA TEMPERATURA PROMEDIO DEL - AIRE REFRIGERANTE SE CALCULE PROMEDIANDO LAS -- LECTURAS OBTENIDAS DURANTE 24 HORAS, EFECTUANDO ESTAS LECTURAS CADA HORA.

CUANDO EL AMBIENTE SEA EL MEDIO REFRIGERANTE, - SE PUEDE USAR EL PROMEDIO DE LA TEMPERATURA MA-XIMA Y MINIMA DURANTE EL DIA, POR LO GENERAL, - EL VALOR OBTENIDO EN ESTA FORMA ES LIGERAMENTE MAYOR QUE EL PROMEDIO REAL DIARIO, PERO EN NO - MAS DE 0,25°C.

b).- ALTITUD DE OPERACION.

LOS TRANSFORMADORES QUE CUBREN ESTA NORMA, DE- BEN ESTAR DISEÑADOS PARA UNA ALTITUD MINIMA DE 1000 METROS SOBRE EL NIVEL DEL MAR.

c).- EFECTO DE LA ALTITUD EN LA ELEVACION DE LA TEM- PERATURA.

EL AUMENTO EN LA ALTITUD PRODUCE DISMINUCION EN LA DENSIDAD DEL AIRE, LO CUAL A SU VEZ INCREMEN- TA LA ELEVACION DE TEMPERATURA EN LOS TRANSFOR- MADORES QUE DEPENDEN DEL AIRE PARA SU DISIPA--- CION DEL CALOR. POR LO TANTO, SE DEBE TOMAR EN CUENTA LO ANTERIOR PARA LA OPERACION DE LOS - - TRANSFORMADORES EN LAS FORMAS QUE A CONTINUA--- CION SE INDICAN.

d).- EFECTO DE LA ALTITUD EN LA RIGIDEZ DIELECTRICA DEL AIRE.

EL AUMENTO EN LA ALTITUD PRODUCE DISMINUCION EN LA DENSIDAD DEL AIRE, LO CUAL A SU VEZ DISMINUYE LA TENSION DE FLAMEO.

LA RIGIDEZ DIELECTRICA DE ALGUNAS PARTES DE UN TRANSFORMADOR, QUE DEPENDAN TOTAL O PARCIALMENTE DEL AIRE PARA SU AISLAMIENTO, DISMINUYE CONFORME LA ALTITUD AUMENTA.

PARA UNA CLASE DE AISLAMIENTO, DADA LA RIGIDEZ DIELECTRICA A 1000 METROS DE ALTITUD, DEBE MULTIPLICARSE POR EL FACTOR DE CORRECCION APROPIADO PARA LA NUEVA ALTITUD A FIN DE OBTENER LA NUEVA RIGIDEZ DIELECTRICA A LA ALTITUD ESPECIFICADA -- VER TABLA #5.

TABLA No. 5

FACTORES DE CORRECCION DE RIGIDEZ
DIELECTRICA PARA ALTITUDES
MAYORES DE 1000 METROS.

ALTITUD EN METROS	FACTOR DE CORRECCION
1,000	1.00
1,200	0.98
1,500	0.95
1,800	0.92
2,100	0.89
2,400	0.86
2,700	0.83
3,000	0.80
3,600	0.75
4,200	0.70
4,500 (1)	0.67

(1) LA ALTITUD DE 4500 METROS SE CONSIDERA LA MAXIMA PARA TRANSFORMADORES -- NORMALES.

1.- OPERACION A CAPACIDAD NOMINAL.

TRANSFORMADORES CONSTRUIDOS PARA ALTITUDES DE - 1000 METROS PUEDEN OPERARSE A CAPACIDAD NOMINAL A MAYORES ALTITUDES, SIEMPRE QUE LA TEMPERATURA AMBIENTE PROMEDIO MAXIMA NO EXCEDA LOS VALORES- INDICADOS EN LA TABLA #6.

2.- OPERACION A CAPACIDAD REDUCIDA.

SI LA TEMPERATURA AMBIENTE PROMEDIO MAXIMA EXCE- DE LOS VALORES INDICADOS EN LA TABLA #6, PERO - SIN EXCEDER LA TEMPERATURA PROMEDIO DE 30°C, SE- PUEDE OPERAR A CAPACIDAD REDUCIDA, EN EL PORCEN- TAJE QUE SE INDICA POR CADA 100 METROS EN EXCE- SO DE 1000 DE ACUERDO CON LA TABLA #7.

e).- OPERACIONES A TENSIONES SUPERIORES A LA NOMINAL

LOS TRANSFORMADORES DEBEN SER CAPACES DE OPERAR:

1.- CON 5% ARRIBA DE LA TENSION NOMINAL DEL SECUNDA- RIO A CAPACIDAD NOMINAL EN KVA.

SIN EXCEDER LOS LIMITES DE SOBRE ELEVACION DE-- TEMPERATURA. ESTE REQUISITO SE APLICA CUANDO EL FACTOR DE POTENCIA DE LA CARGA ES DE 80% O MA-- YOR.

2.- CON 10% ARRIBA DE LA TENSION NOMINAL DEL SECUN- DARIO, ARRIBA SIN EXCEDER LOS LIMITES DE SOBRE- ELEVACION DE TEMPERATURA ESPECIFICADOS EN LA -- TABLA #8.

TABLA No. 6

TEMPERATURA AMBIENTE PROMEDIO
 MAXIMA PERMISIBLE DEL AIRE
 REFRIGERANTE PARA OPERACION
 A CAPACIDAD NOMINAL

TIPO DE ENFRIAMIENTO:	ALTITUD EN METROS			
	1000	2000	3000	4000
	GRADOS CERTIGRADOS			
SUMERGIDOS EN LIQUIDO AISLANTE AUTOENFRIADOS (CLASE OA).	30	28	25	23
SUMERGIDOS EN LIQUIDO AISLANTE Y AIRE FORZADO (CLASE FA).	30	26	23	20
TIPO SECO AUTO-ENFRIADOS (CLASE AA).				
(1) 55°C Y 65°C DE ELEVACION	30	27	24	21
(2) 80°C DE ELEVACION	30	26	22	18
(3) 150°C DE ELEVACION	30	22	15	7
TIPO SECO Y AIRE FORZADO (CLASE AFA).				
(1) 55°C Y 65°C DE ELEVACION	30	24	19	14
(2) 80°C DE ELEVACION	30	22	14	6
(3) 150°C DE ELEVACION	30	15	0	15

TABLA N^o. 7

FACTOR DE CORRECCION PARA LA CAPACIDAD POR
OPERACION ARRIBA DE 1000 METROS

TIPO DE ENFRIAMIENTO	FACTOR DE CORRECCION POR CADA 100 METROS EN %
AUTO ENFRIADOS SUMERGIDOS EN LIQUIDOS AISLANTES (CLASE OA)	0.4
SUMERGIDOS EN LIQUIDOS AISLANTES EN- FRIADOS POR AIRE FORZADO (CLASE FA)	0.5
AUTO ENFRIADOS TIPO SECO (CLASE AA)	0.3
TIPO SECO ENFRIADO POR AIRE FORZADO CLASE AFA)	0.5

TABLA No. 8

LIMITES DE ELEVACION DE TEMPERATURA PARA TRANSFORMADORES A CAPACIDAD CONTINUA SOBRE LA TEMPERATURA AMBIENTE

PART.	CLASE DE APARATO (A)	ELEVACION DE TEMPERATURA DEL DEVANADO POR RESISTENCIA, EN °C.	ELEVACION DE TEMPERATURA DEL PUNTO MAS CALIENTE EN °C.
1	SUMERGIDO EN LIQUIDO AISLANTE, ELEVACION-DE 55°C ^b	55	65
	TIPO SECO, ELEVACION DE 55°C.	55	65
	TIPO SECO, ELEVACION DE 85°C	80	110
	TIPO SECO, ELEVACION DE 150°C	150	180
2	LAS PARTES METALICAS EN CONTACTO O CON ADYACENTES AL AISLAMIENTO, NO DEBEN ALCANZAR UNA TEMPERATURA QUE EXCEDA A LA PERMITIDA PARA EL PUNTO MAS CALIENTE DE LOS DEVANADOS ADYACENTES A ESE AISLAMIENTO.		
3	LAS PARTES METALICAS NO CUBIERTAS POR LA PARTIDA 2, NO DEBEN ALCANZAR ELEVACIONES EXCESIVAS DE TEMPERATURA.		
4	CUANDO LOS APARATOS ESTEN CONSTRUIDOS CON TANQUE SELLADO O TANQUE CONSERVADOR, LA ELEVACION DE TEMPERATURA DEL LIQUIDO AISLANTE NO DEBE EXCEDER DE 55°C ó 65°C, SEGUN CORRESPONDA, CUANDO SEA MEDIDA CERCA DE LA PARTE SUPERIOR DEL TANQUE PRINCIPAL. LA ELEVACION DE TEMPERATURA DEL LIQUIDO AISLANTE EN APARATOS NO PROVISTOS DE SISTEMAS DE PRESERVACION DE LIQUIDO, MENCIONADOS, NO DEBE EXCEDER DE 50°C ó 60°C. CUANDO SE MIDA CERCA DE LA SUPERFICIE EXPUESTA DEL LIQUIDO.		

NOTAS:

- A) LOS APARATOS CON ELEVACION DE TEMPERATURA ESPECIFICADA, PUEDEN TENER UN SISTEMA DE AISLAMIENTO CON CUALQUIER COMBINACION DE CLASES DE MATERIALES (105, 130, 180) SIEMPRE QUE CADA MATERIAL USADO ESTE LOCALIZADO EN LUGARES DEL APARATO DONDE LA TEMPERATURA NO EXCEDA EL LIMITE PARA ESA CLASE DE MATERIAL. (VER NORMA CONNIE C.I.I. CLASIFICACION DE MATERIALES AISLANTES).
- B) SIEMPRE QUE SE DEMUESTRE QUE LOS MATERIALES SON ADECUADOS PARA OPERAR A ESTAS TEMPERATURAS SIN QUE SE REDUZCA LA VIDA DEL TRANSFORMADOR.

3.- PARA CUALQUIER DERIVACION A CAPACIDAD PLENA SE APLICAN LOS MISMOS REQUISITOS ANTERIORES.

f).- EFECTOS DE LA RIGIDEZ DIELECTRICA DEL LIQUIDO AISLANTE.

LA RIGIDEZ DIELECTRICA DEL LIQUIDO AISLANTE, -- NUEVO NO DEBE SER MENOR DE 30KV MEDIDA CON ELECTRODOS PLANOS DE SECCION CIRCULAR DE 25.4 MM DE DIAMETRO, SEPARADOS 2.54 MM Y DE ACUERDO CON LA NORMA CONNIE 8.4-2

LOS ACEITES AISLANTES DEBEN SATISFACER, ADEMAS, LOS REQUISITOS DE LA NORMA CONNIE 8.8-1.

g).- LIMITES DE ELEVACION DE TEMPERATURA PARA CAPACIDADES CONTINUAS.

1.- LIMITES DE ELEVACION DE TEMPERATURAS OBSERVABLES.

LAS ELEVACIONES DE TEMPERATURAS DEL TRANSFORMADOR Y DE SUS PARTES, SOBRE LA TEMPERATURA AMBIENTE, CUANDO SEAN PROBADOS DE ACUERDO CON SUS CAPACIDADES NO DEBEN EXCEDER LOS VALORES DADOS EN LA TABLA #8.

LAS TEMPERATURAS OBTENIDAS IMPLICAN EL USO DE UN ACABADO DE PINTURA CON UN PIGMENTO LAMINAR NO METALICO.

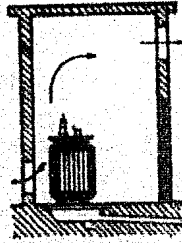
2.- LIMITES DE ELEVACION DEL PUNTO MAS CALIENTE. LOS TRANSFORMADORES DEBEN ESTAR CONSTRUIDOS EN FORMA TAL, QUE LA ELEVACION DE TEMPERATURA DEL PUNTO MAS CALIENTE DEL CONDUCTOR, -- SOBRE LA TEMPERATURA AMBIENTE NO EXCEDA LOS VALORES DE LA TABLA #8.

h).- CONDICIONES ESPECIALES DE SERVICIO.

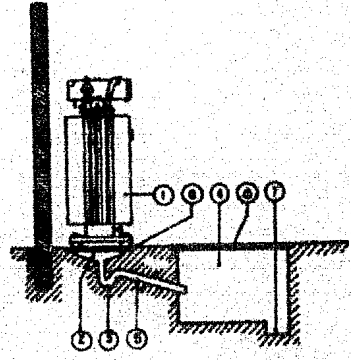
LAS CONDICIONES DE SERVICIO FUERA DE LAS INDICADAS EN LOS PARRAFOS ANTERIORES SE DEBEN ESPECIFICAR PREVIAMENTE AL FABRICANTE. EJEMPLO DE ALGUNAS DE ESTAS CONDICIONES SON LAS SIGUIENTES

1.- VAPORES O ATMOSFERAS CORROSIVOS, EXCESO DE POLVO, POLVO ABRASIVO, MEZCLAS EXPLOSIVAS -

- O INFLAMABLES, DE POLVO O GASES, VAPOR DE -
AGUA, AMBIENTE SALINO, HUMEDAD EXCESIVA, ETC.
- 2.- VIBRACIONES ANORMALES, GOLPES O CAMBIOS DE POSICION.
 - 3.- TEMPERATURAS AMBIENTES EXCESIVAMENTE ALTAS- O BAJAS.
 - 4.- CONDICIONES DE TRANSPORTE O ALMACENAJE POCO USUALES.
 - 5.- LIMITACIONES DE ESPACIO.
 - 6.- OTRAS CONDICIONES DE OPERACION, DIFICULTADES DE MANTENIMIENTO, TENSION DESBALANCEADA, -- FORMA DE ONDA DEFICIENTE, NECESIDADES ESPECIALES DE AISLAMIENTO, ETC.



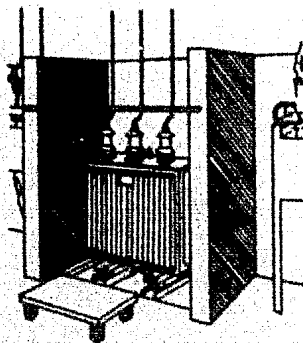
LOS TRANSFORMADORES EN INTERIOR
DEBEN TENER VENTILACION ADECUADA.



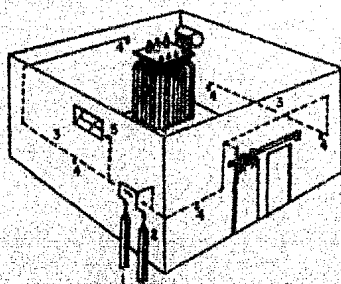
DRENAJE DE ACEITE

- 1- TRANSFORMADOR
- 2- POZO DE CAPTACION
- 3- SIFON
- 4- CAJA DE RECUPERACION
- 5- TUBO DE DESCARGA
- 6- GUIA SOBRE LO QUE SE APOYA LA BASE DEL TRANSFORMADOR
- 7- RECUPERADOR DE ACEITE
- 8- TAPA DE PROTECCION DEL POZO

FIG: 4 DIAGRAMA DE INSTALACION DE TRANSFORMADORES



INSTALACION DE UN TRANSFORMADOR EN INTERIOR CON MUROS PARA SEPARAR AL TRANSFORMADOR DEL RESTO DE LOS APARATOS.

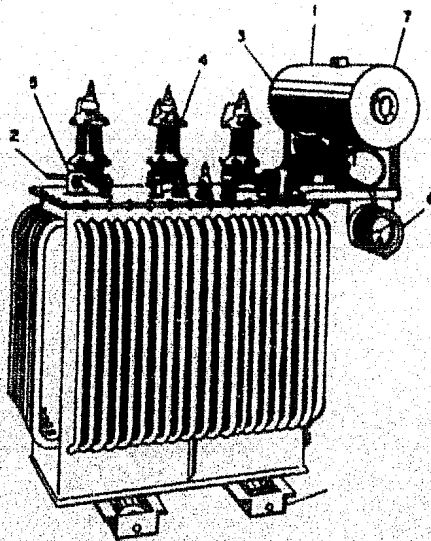


INSTALACION ANTI-INCENDIO DE UN TRANSFORMADOR EN INTERIOR.

- 1- CILINDROS DE CO₂
- 2- DISPOSITIVO MANUAL DE APERTURA DE LOS CILINDROS
- 3- CONDUCTO DEL GAS
- 4- TERMINAL DE EMISION
- 5- BANCOS DE CIERRE PARA PUERTAS Y VENTANAS

FIG: 5 DIAGRAMAS DE INSTALACION DE TRANSFORMADORES

**PARTES CONSTITUYENTES DE UN TRANSFORMADOR TRIFASICO
EN ACEITE**



- 1.- TANQUE CONSERVADOR DE ACEITE
- 2.- PALANCA DEL CAMBIADOR DE DERIVACIONES
- 3.- POSICION DEL RELEVADOR BUCHHOLZ
- 4.- BOCUILLAS
- 5.- CONEXION PARA FILTRO PRENSA
- 6.- INDICADOR DE TEMPERATURA
- 7.- POSICION PARA GANCHOS DE TANQUE CONSERVADOR
- 8.- BASE CON RUEDAS PARA ROLAR

FIG. 6 PARTES PRINCIPALES DE UN TRANSFORMADOR

MANTENIMIENTO A TRANSFORMADORES

PRIMERAMENTE, EL MODERNO TRANSFORMADOR TIPO DE POTENCIA O SUBESTACION, CONTIENE UN ALTO GRADO DE HABILIDAD DE INGENIERIA, HA-SIDO CUIDADOSAMENTE FABRICADO Y ES UNA PARTE DEL EQUIPO QUE RELATIVA-MENTE NO TIENE PROBLEMAS. SIN EMBARGO, COMO CUALQUIER DISPOSITIVO MECANICO O ELECTRICO, DEBE CONSTAR CON INSPECCIONES, PRUEBAS Y MANTE-NIMIENTO REGULARMENTE PROGRAMADOS. SIN ESTA ATENCION, LAS PROBABI-LIDADES DE QUE FALLEN SON MAS ALTAS.

NO ES POR COMPLETO CIERTO QUE NADA SE MUEVE DENTRO DE UN -- TRANSFORMADOR. LAS GRANDES MASAS DE HIERRO Y COBRE SE EXPANDEN Y SE CONTRAEN CON LOS CAMBIOS DE TEMPERATURA Y LAS BOBINAS SE ENCUENTRAN SOMETIDAS A ESFUERZOS CONTINUOS MAGNETICOS Y FISICOS, PARTICULARMENTE CUANDO LAS CARGAS ESTAN CAMBIANDO O CUANDO APARECEN SOBRECORRIENTES ORIGINADAS AL ENERGIZAR EL PROPIO TRANSFORMADOR O CUANDO ESTE ENERGI-ZA A OTRO EQUIPO ELECTROMECHANICO.

LA FALLA DE UN TRANSFORMADOR DE POTENCIA, AFECTARA A LA PLANTA COMPLETA O A UNA GRAN PARTE DE LA MISMA, CAUSANDO PERDIDAS EN LA PRODUCCION. POR LO GENERAL, SIN EMBARGO, LOS COSTOS DE REPARACION SON MAS ALTOS, EL TIEMPO DE PARO ES MAS LARGO Y LOS COSTOS TOTALES SON MAYORES.

CONTENIDO - OBJETIVOS

- DIAGRAMA UNIFILAR
- CUADRO DE TRANSFORMADORES
- CONTROL Y PRUEBA DE ACEITES DIELECTRICOS
- CONTROL DE VOLTAJE
- INSTRUMENTACION

OBJETIVOS.- ES EL ESTABLECER PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIEN-TO DE PRUEBAS E INSPECCIONES A ESTOS EQUIPOS. MINIMIZAR LOS RIESGOS DE FALLA, QUE EN UN MO-MENTO DETERMINADO PUDIERAN PARAR LA PLANTA.

DIAGRAMA UNIFILAR.- ES NECESARIO CONTAR CON UN DIAGRAMA UNI-FILAR, DONDE SE PUEDAN APRECIAR LAS LINEAS DE DISTRIBUCION Y SUS DIFERENTES NIVELES DE VOLTA-JE, ASI COMO LA CONEXION DE LOS TRANSFORMADO--RES DENTRO DEL SISTEMA DE ALIMENTACION ELECTRI-

CA DE LA PLANTA.

CUADRO DE TRANSFORMADORES.- SE ESTABLECE UN CUADRO DE LOS TRANSFORMADORES EXISTENTES EN LA PLANTA PARA CENTRALIZAR LA INFORMACION DE LOS MISMOS, LA CUAL DEBE CONTENER:

- A.- CODIGO ASIGNADO POR IDENTIFICACION
- B.- MARCA DEL TRANSFORMADOR
- C.- NUMERO DE SERIE
- D.- RELACION DE VOLTAJES
- E.- CAPACIDAD DEL TRANSFORMADOR
- F.- CANTIDAD DE ACEITE DIELECTRICO
- G.- LOCALIZACION

CONTROL Y PRUEBA DE ACEITES DIELECTRICOS.- LOS ACEITES DIELECTRICOS EN LOS TRANSFORMADORES, TIENEN COMO FUNCIONES PRINCIPALES BASICOS. PRIMERO, ES EL DE AISLAMIENTO O DIELECTRICO, Y EN SEGUNDO LUGAR, SIRVE COMO MEDIO REFRIGERANTE, AL CONDUCIR EL CALOR GENERADO POR LAS PERDIDAS INTERNAS Y PARA ALEJARLO DEL NUCLEO Y DEL ENBOBINADO HACIA EL TANQUE Y LOS RADIADORES DE ENFRIAMIENTO. USUALMENTE, EL TIPO DE ACEITE DIELECTRICOS QUE SE EMPLEAN SON DEL TIPO MINERAL ALTAMENTE REFINADO, EN LOS CUALES, EL AIRE O LA HUMEDAD CAUSARAN CONTAMINACION Y OXIDACION. LA RAPIDEZ DE LA DEGRADACION QUIMICA AUMENTARA CON LAS ELEVACIONES DE TEMPERATURA. LA OXIDACION DEL ACEITE MINERAL FORMA UN SEDIMENTO, CUYA PARTE INSOLUBLE SE ASENTARA Y SE ADHERIRA AL TANQUE, AL NUCLEO Y A LAS BOBINAS. A MEDIDA QUE EL SEDIMENTO AUMENTA, SE IMPIDE LA CIRCULACION DE ACEITE, Y AUMENTARA LA TEMPERATURA DEL ENBOBINADO. AL MISMO TIEMPO, LA NATURALEZA ACIDA DEL ACEITE OXIDADO HACE QUE LA RESISTENCIA DIELECTRICA SE REDUZCA RAPIDAMENTE.

LA FUGA DE UN TANQUE, COMO UNA FALLA EN UN EMPAQUE, UNA PERFORACION OCASIONADA POR HERRUMBRE O UNA GRIETA EN LA SOLDADURA, A MENUDO AD-

MITEN CANTIDADES DE AGUA, QUE PUEDEN SER ABSORBIDAS POR EL AISLAMIENTO SOLIDO. POR LO QUE LA ACUMULACION DE HUMEDAD Y GAS, ES EL RESULTADO DE LA ACCION DE RESPIRACION CUANDO OCURREN CAMBIOS DE TEMPERATURA Y OXIDACION DEL MISMO ACEITE. ESTA MISMA OXIDACION DEL ACEITE CAUSA ACIDOS ORGANICOS Y GAS, LO CUAL, VIA REACCIONES INTERMEDIARIAS, TERMINAN COMO UNA SUBSTANCIA VISCOSA DE ALTA MOLECULARIDAD. ESTA SUBSTANCIA REACCIONA CON EL METAL Y FORMA UNA JABONADURA METALICA. ESTA REACCION SE ROMPE CON LA VOLATIZACION DEL ACIDO ORGANICO DE POCA MOLECULARIDAD, CON LA EVAPORACION DEL GAS Y LA HUMEDAD.

CONSIDERANDO TODOS ESTOS ASPECTOS, SE HACE NECESARIO ESTABLECER UN CONTROL Y MANTENIMIENTO DE ESTOS EQUIPOS CON INSPECCIONES DE PRUEBAS PERIODICAS. ESTAS PRUEBAS SE DEBERAN CENTRALIZAR EN EL CONTROL DE:

- A. - REGIDEZ DIELECTRICA
- B. - TENSION INTERFACIAL
- C. - GRADO DE ACIDEZ, FACTOR PH O NUMERO DE NEUTRALIZACION
- D. - COLOR
- E. - FACTOR DE POTENCIA
- F. - RESISTENCIA DE AISLAMIENTO

A.) REGIDEZ DIELECTRICA

ES LA PROPIEDAD DE UN DIELECTRICO DE Oponerse a una descarga de ruptura, esta se mide por la intensidad del campo electrico, con la que se rompe un espesor determinado del dielectrico.

EN LA PRUEBA AMERICANA DE RESISTENCIA DIELECTRICA, COMO ESTA ESTANDARIZADA POR LA SOCIEDAD AMERICANA DE PRUEBAS DE MATERIALES (ASTM D-887).

EN LA CUAL SE COLOCA UNA MUESTRA DE ACEITE EN UNA COPA PATRO (STANDARD) LIMPIA DE MODO QUE CUBRA COMPLETAMENTE DOS ELECTRODOS VERTICALES, DE UNA PULGADA DE DIAMETRO Y 0.1 PULGADAS DE SEPARACION. SE APLICA UN VOLTAJE DE 60 CICLOS DE CA A TRAVES DE LOS ELECTRODOS HASTA QUE APARECE EL ARCO, ESTE PROCEDIMIENTO SE DEBE REALIZAR NO MENOS CON TRES MUESTRAS DE ACEITE, PROMEDIANDO LOS RESULTADOS. EL ESTANDAR DE INGENIERIA DE DU PONT NOS ESTABLECE UNA RESISTENCIA DIELECTRICA MINIMA DE 22 KV CON ESTE METODO D-887/D-117 DEL ASTM. PARA LA PLANTA DE PINTURAS, LA RESISTENCIA DIELECTRICA MINIMA PERMITIDA SERA DE 26 KV, UNA VEZ FILTRADO EL ACEITE, SI ESTA ES MENOR SERA CONVENIENTE PROGRAMAR EL CAMBIO TOTAL DE ACEITE DIELECTRICO DE LOS TRANSFORMADORES. OTRO METODO QUE NOS MARCAN PARA LA MEDICION DE LA RESISTENCIA DIELECTRICA, ES LA INSTITUCION BRITANICA DE NORMAS (BSI) EN SUS ESPECIFICACIONES PARA ACEITES AISLADORES (BS#140/1951). REQUIERE QUE ESTOS ACEITES TENGAN UNA RESISTENCIA DIELECTRICA MINIMA DE 30,000 VOLTS, A TRAVES DE LA DISTANCIA ENTRE DOS ESFERAS DE BRONCE DE 1"Ø, SOSTENIDAS HORIZONTALMENTE A 0.15" DE SEPARACION Y SUMERGIDAS EN EL ACEITE A UNA PROFUNDIDAD DE 1½", QUE SE MIDE DESDE LA PARTE SUPERIOR DE LAS ESFERAS. EL ESTANDAR DE INGENIERIA DE DUPONT LO MARCA DE 32,000 VOLTS MINIMO EL VALOR ACEPTABLE DE LA RESISTENCIA DIELECTRICA BAJO ESTA NORMA Y METODO. (ASTM D-117). PARA AUMENTAR LOS VALORES DE LA RESISTENCIA DIELECTRICA, SE FILTRA EL ACEITE MEDIANTE UNA CENTRIFUGA, EN UN FILTRO PRENSA CONVENCIO-

NAL CON PAPEL SECANTE, EL CUAL ABSORBE LA HUMEDAD SUSPENDIDA Y CUELA TODOS LOS CONTAMINANTES SOLIDOS, ADEMAS ES UN METODO MUY EFICIENTE DE REMOVER EL AGUA, SEDIMENTOS, LODO, ACIDOS, LACAS, JABONES METALICOS, ETC. QUE SON EL RESULTADO DE LA OXIDACION DE FRACCIONES (HIDROCARBUROS) NO SATURADAS EN PRESENCIA DEL OXIDADOR DEL AIRE Y DEL AGUA Y A LA TEMPERATURA DE OPERACION. ESTAS FRACCIONES NO SATURADAS SON CONTENIDAS NORMALMENTE EN LOS ACEITES DIELECTRICOS DEL TIPO MINERAL.

B.) TENSION INTERFACIAL

ES LA INCAPACIDAD DEL ACEITE DIELECTRICO DE MEZCLARSE CON EL AGUA.

EL ESTANDAR DE INGENIERIA DE MANTENIMIENTO, NOS ESTABLECE LOS SIGUIENTES VALORES MINIMOS PERMITIDOS:

20 DINAS/CM. POR LA I.F.T. Y DE 40 DINAS/CM. POR LA ASTM CON EL METODO D-971.

EL PROVEEDOR DEBERA DAR RESULTADOS DE RIGIDEZ DIELECTRICA ANTES Y DESPUES DE LA PURIFICACION A CADA TRANSFORMADOR.

C.) GRADO DE ACIDEZ, FACTOR PH O NUMERO DE NEUTRALIZACION

ES LA INCAPACIDAD PARA ATACAR QUIMICAMENTE A LOS MATERIALES ORGANICOS E INORGANICOS CON LOS QUE ESTA EN CONTACTO EL ACEITE DIELECTRICO.

LA ACIDEZ DE UN ACEITE AISLANTE (ASTM-D-1534) DE TIPO MINERAL ES UNA MEDIDA DE LA CANTIDAD DE OXIDACION QUE HA TENIDO LUGAR, Y ES, POR LO TANTO, UNA INDICACION DEL DETERIORO QUE HA OCURRIDO. TAMBIEN ES UNA INDICACION DE LA TENDENCIA A FORMAR SEDIMENTO. EL NUMERO DE NEUTRALIZACION SE DEFINE COMO EL PESO, EN MILETIGRAMOS DE HIDROXIDO DE POTASIO (KOH) REQUE-

RIDO PARA NEUTRALIZAR EL ACIDO EN UN GRAMO DE ACEITE DIELECTRICO.

EL ESTANDAR DE INGENIERIA DE MANTENIMIENTO NOS MARCA QUE LOS VALORES PERMITIDOS DEL NUMERO DE NEUTRALIZACION DEBE SER MENOR DE 0.03 MG KOH/GRAMO DE ACEITE EN LA NORMA ASTM METODO D-974, ASI COMO LO MARCA EL ESTANDAR POR LA I.F.T. QUE DEBE SER MENOR DE 0.5 MG KOH/GM DE ACEITE, EL VALOR DE LA ACIDEZ POR LA ASTM METODO D-878.

PARA LA REDUCCION DEL NUMERO DE NEUTRALIZACION (ACIDEZ), SE LOGRA MEDIANTE EL USO DE TIERRAS FULLER, ARCILLA ACTIVADA O FILTRACION POR ALUMINA ACTIVADA, CON EL FILTRO CILINDRICO USUAL D.) COLOR

EL COLOR DEL ACEITE DIELECTRICO ES OTRA PRUEBA SENCILLA DE MANTENIMIENTO DE CAMPO, PARA EVALUAR LA CONDICION DEL LIQUIDO DIELECTRICO EN SERVICIO.

EL ACEITE NUEVO ES POR LO GENERAL MUY CLARO, CASI SIN COLOR. CONFORME SE VA HACIENDO VIEJO EN EL SERVICIO, TIENDE A OSCURECERSE, PRINCIPALMENTE POR LA FORMACION DE SEDIMENTO Y OTROS CONTAMINANTES.

HAY UN DISCO DE COLORES PATRON, CON EL CUAL SE LE DA UN NUMERO AL COLOR DEL ACEITE. LOS ACEITES NUEVOS POR LO GENERAL TIENEN UN NUMERO MENOR DE 1.0, Y LA AMPLITUD COMPLETA DE PATRONES DE COLOR VA DE 0.5 A 8.0. EL COLOR MAXIMO RECOMENDABLE ES DE 3.5.

E.) FACTOR DE POTENCIA

LA MAYORIA DE LOS FABRICANTES RECOMIENDAN EL USO DEL FACTOR DE POTENCIA COMO UNA INDICACION DE LA CALIDAD DEL AISLAMIENTO EN UN TRANSFORMADOR. SU SIGNIFICADO ES SIMILAR AL DE LA

RESISTENCIA DE AISLAMIENTO, EN QUE TAMBIEN INDICARA CUANDO LA HUMEDAD, LOS SEDIMENTOS, U OTROS CONTAMINANTES CONDUCTIVOS ESTAN ALCANZANDO LIMITES PELIGROSOS.

EL FACTOR DE POTENCIA ES OTRA HERRAMIENTA UTIL PARA DARSE CUENTA DEL DETERIORO DEL AISLAMIENTO A MEDIDA QUE PROGRESA EL ENVEJECIMIENTO. LOS METODOS EMPLEADOS SON PRIMERAMENTE CON EL DE VOLTIMETRO-AMPERIMETRO-WATIMETRO, CON LOS CUALES SE CALCULA EL FACTOR DE POTENCIA, Y EL SEGUNDO SE LOGRA CON UN PUENTE DE CAPACITANCIA O CON UN PUENTE DE FACTOR DE POTENCIA. EN CUALQUIERA DE LOS DOS METODOS, LA MEDICION ES NORMALMENTE HECHA ENTRE LOS DEVANADOS PRIMARIO Y SECUNDARIO.

EL ESTANDAR DE INGENIERIA DE MANTENIMIENTO NOS MARCA COMO PRUEBA RECOMENDADA LA DEL ASTM, METODO D-924, QUE A 60 HERTZ Y 25°C, EL VALOR DEBE SER DE 0.1% MAXIMA.

TAMBIEN NOS DEFINE QUE SI EL FACTOR DE POTENCIA ES DE 0.5% ARRIBA SE REALICEN LAS PRUEBAS DE RESISTENCIA DIELECTRICA, TENSION INTERFACIAL Y NUMERO DE NEUTRALIZACION.

F.) RESISTENCIA DE AISLAMIENTO

ES UNA MEDICION DE LA CORRIENTE DE FUGA EXPRESADA EN MEGOHMS. NORMALMENTE LA PRUEBA SE REALIZA APLICANDO 500 O 1000 VOLTS DE C.D. DURANTE UN MINUTO ENTRE UN DEBANADO Y TIERRA CON TODOS LOS DEMAS CIRCUITOS A TIERRA.

LOS VALORES DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO VARIARAN CONSIDERABLEMENTE EN LOS DIFERENTES TAMAÑOS, CAPACIDADES Y TIPOS DE TRANSFORMADOR, DE MANERA QUE LA LECTURA REGISTRADA DEBE SER COMPARADA CON LAS LECTURAS ANTERIORES TOMADAS AL MISMO DEVANADO. LA RESISTENCIA DE AISLAMIENTO VARIARA INVERSAMENTE CON LOS CAMBIOS DE TEMPERATURA, DE MODO QUE CUANDO SE COMPAREN DEBEN

TOMARSE EN CONSIDERACION. EL MAYOR BENEFICIO DE ESTA PRUEBA SE DERIVA LA REPRESENTACION GRAFICA DE LOS CAMBIOS DE LA RESISTENCIA DE AISLAMIENTO CON EL TIEMPO Y LA ANOTACION DEL AVANCE DE LA DEGRADACION.

INDICE DE POLARIZACION. - POR LO GENERAL, DESPUES DE REGISTRAR LA LECTURA DE UN MINUTO DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO, LA PRUEBA SE CONTINUA POR UN TOTAL DE DIEZ MINUTOS. LA RELACION DE LA RESISTENCIA DE AISLAMIENTO DE DIEZ MINUTOS A LA DE LA LECTURA DE UN MINUTO SE DENOMINA INDICE DE POLARIZACION.

(1P).

UN BUEN SISTEMA DE AISLAMIENTO EN UN ACEITE DIELECTRICO LIMPIO, POR LO GENERAL MOSTRARA UN INDICE DE POLARIZACION DE 2.0 O MAS.

UNA LECTURA DE 1.0 PUEDE INDICAR LA PRESENCIA DE HUMEDAD EXCESIVA O CONTAMINACION CONDUCTIVA DEL ACEITE DEL AISLAMIENTO SOLIDO O AMBOS.

ESTAS PRUEBAS, LAS DEBERAN HACER POR MEDIO DE CONTRATISTAS.

EL ESTANDAR DE INGENIERIA DE DUPONT NOS MARCA: SI SE OBTIENEN RESULTADOS EN 30°C DE 20 MEGOHMS POR CADA KV, DE CADA DEVANADO DEL TRANSFORMADOR, ESTOS NO SON SATISFACTORIOS.

UNA BUENA RESISTENCIA DE AISLAMIENTO ES DE 100 MEGOHMS POR KV O MAS, LA RESISTENCIA DE AISLAMIENTO SE REDUCE CASI AL 50% POR CADA 10°C DE INCREMENTO POR ARRIBA DE LOS 30°C, O BIEN INCREMENTARSE LA RESISTENCIA DE AISLAMIENTO POR REDUCCION DE LA TEMPERATURA.

SI SE DESEA HACER ESTA PRUEBA EN LA PLANTA, SE DEBERA CONSULTAR EL ESTANDAR DE INGENIERIA PE-33.

CONTROL DE RELACION DE VOLTAJE

CON CARGAS TALES COMO MOTORES Y LAMPARAS INCANDESCENTES REQUIEREN DE UNA OPERACION CERCA AL VOLTAJE Y FRECUENCIA NOMINAL. UN VOLTAJE EXCESIVO ACORTA LA VIDA DE LAS LAMPARAS, Y LOS MOTORES CUANDO ALIMENTAN UNA CARGA NOMINAL A UN VOLTAJE SUBNORMAL, REQUIERE SOBRECORRIENTES QUE LLEVAN A UN SOBRECALENTAMIENTO. POR OTRO LADO, CARGAS TALES COMO ALUMBRADOS EN SERIE Y EQUIPOS DE SOLDADURA ELECTRICA, OPERAN CERCANOS A UNA CORRIENTE CONSTANTE, SON CADA UNO ALIMENTADO DE SU PROPIO TRANSFORMADOR INDIVIDUAL UNO CON VALOR ALTO DE REGULACION.

TALES CARGAS QUE DEBEN ALIMENTARSE CON TRANSFORMADORES QUE TENGAN PEQUEÑOS VALORES DE REGULACION, ES DECIR, UN BAJO POR CIENTO.

LOS REGISTROS CONTINUOS DE TENSION Y CORRIENTE ASEGURARAN QUE EL TRANSFORMADOR SE ENCUENTRA OPERANDO DENTRO DE LOS LIMITES DE DISEÑO. TAMBIEN MOSTRARA SI EL CAMBIADOR DE DERIVACIONES ESTA EN LA POSICION CORRECTA PARA LA CARGA QUE SE ESTA ALIMENTANDO.

LA RELACION DE TRANSFORMACION ES EL RESULTADO DE LA RELACION DE VUELTAS DE LOS DEVANADOS PRIMARIOS Y SECUNDARIOS. LA RELACION DE LAS TENSIONES ESTA SUJETA AL EFECTO DE REGULACION A DIFERENTES CARGAS Y FACTORES DE POTENCIA. LA TOLERANCIA PARA LA RELACION DE TRANSFORMACION, MEDIDA CUANDO EL TRANSFORMADOR ESTA SIN CARGA, DEBE SER DEL 5% EN TODAS SUS DERIVACIONES.

LA REGULACION DE UN TRANSFORMADOR SE EXPRESA EN POR CIENTO DE LA TENSION NOMINAL DEL SECUNDARIO.

LA REGULACION SE CALCULA A PARTIR DE LAS TEN-

SIONES DE IMPEDANCIA Y DE LOS WATTS DE PERDIDAS DEBIDAS A LAS CARGAS, MEDIDAS DIRECTAMENTE. LA REGULACION NO DEBE EXCEDER A LA ESPECIFICADA EN MAS DE 7.5% PARA TRANSFORMADORES DE DOS DEVANADOS:

LA REGULACION ES UNA MEDIDA IMPORTANTE DEL FUNCIONAMIENTO DE UN TRANSFORMADOR Y SE EXPRESA EN PORCENTAJE.

$$\% = \frac{V_0 - V_{PC}}{V_{PC}} \times 100 \quad \text{DONDE:}$$

V₀ - VOLTAJE EN VACIO (MEDIDO SIN TENER CARGA CONECTADA)

V_{PC} - VOLTAJE A PLENA CARGA, EN CONDICIONES NORMALES DE OPERACION.

CUANDO SE TIENE VARIACION EN LA REGULACION DE VOLTAJE, ES DECIR, QUE NO SE ESTAN SUMINISTRANDO LAS TENSIONES NOMINALES, Y DE ACUERDO A LOS INFORMES DEL PROMEDIO DE MEDICIONES EFECTUADAS DE TENSION Y CORRIENTE, ESTAS SE CORRIJEN POR CAMBIO DE DERIVACIONES:

EJEMPLO: CUARTO DE CONTROL DE MOTORES NO. 1 SE OBTUVIERON UN PROMEDIO DE MEDICIONES DE TENSION EN 420 VOLTS, TENIENDO UNA CAIDA DE TENSION DE 30 VOLTS, SE DESEA CORREGIR A SU TENSION NOMINAL DE 440 VOLTS EL TRANSFORMADOR NO. 1, DE 225 KVA.

LOS DATOS DE PLACA SON:

225 KVA 6000 VOLTS/440 - 220 VOLTS

LA RELACION DE TRANSFORMACION, PARA LA DERIVACION NO. 3, EL CUAL ESTA CONECTADO ES.

$$A = \frac{V_2}{V_1} = \frac{6000}{440} = 13.636$$

DERIVACION	VOLTS A.T.	VOLTS B.T.
1	6,300	
2	6,150	
3	6,000	440
4	5,850	
5	5,700	

PARA CONOCER A PARTIR DE LA TENSION OBTENIDA EN EL SECUNDARIO DE 420 VOLTS CUAL ES LA TENSION RECIBIDA EN EL PRIMARIO ES:

$$V_2 = A V_1 = (13.636)(420) = 5727 \text{ VOLTS.}$$

OBSERVANDO QUE LA DERIVACION NO. 5 ES LA QUE DA EL VALOR MAS CERCANO AL OBTENIDO, SACANDO LA RELACION DE TRANSFORMACION PARA LA DERIVACION NO. 5.

$$A = \frac{V_2}{V_1} = \frac{5700}{440} = 12.954$$

POR LO QUE LA TENSION EN EL SECUNDARIO SERA:

$$V_1 = \frac{V_2}{A} = \frac{5727}{12.954} = 442.09 \text{ VOLTS}$$

POR LO QUE CAMBIAREMOS DE LA DERIVACION NO. 3 A LA DERIVACION NO. 5, PARA SUMINISTRAR LA TENSION NOMINAL Y PROTEGER EL EQUIPO.

PRECAUCION: EL CAMBIO DE DERIVACION, SOLO SE PUEDE REALIZAR CON EL TRANSFORMADOR DESENERGIZADO Y SIN CARGA.

INSTRUMENTACION: TERMOMETROS

LOS REGISTROS DE TEMPERATURA SON PARTICULARMENTE UTILES PARA INDICAR CUANDO EL TRANSFORMADOR ESTA SOBRECARGADO O CUANDO EXISTE UNA CONDICION ANORMAL DENTRO DEL TRANSFORMADOR MISMO.

SI POR EJEMPLO LA TEMPERATURA ES 5°C MAS ALTA QUE LA REGISTRADA ANTERIORMENTE PARA LA MISMA CARGA, EXCITACION Y CONDICIONES AMBIENTALES, SIGNIFICA QUE PUEDE HABER UN PROBLEMA EN ALGUN LUGAR DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO O EN EL LIQUIDO DIELECTRICO DE LA UNIDAD. LOS TERMOMETROS INSTALADOS EN LOS TRANSFORMADORES SON DEL TIPO BULBO. LA CARATULA ESTA CALIBRADA EN GRADOS CENTIGRADOS Y SU LECTURA SE EFECTUA FACILMENTE GRACIAS AL CONTRASTE DE COLOR NEGRO DE LA CARATULA.

LA AGUJA INDICADORA DE COLOR ROJO, SE USA PARA INDICAR LA MAXIMA TEMPERATURA ALCANZADA ENTRE LECTURAS. ESTA AGUJA SE PUEDE REGRESAR A TRAVES DEL CRISTAL DEL INDICADOR POR MEDIO DE UN IMAN. ESTE IMAN DEBERA COLOCARSE BUSCANDOSE LA POSICION CORRECTA DE LA POLARIDAD, HASTA CONSEGUIR FACILMENTE EL MOVIMIENTO DE LA AGUJA INDICADORA DE TEMPERATURA MAXIMA.

CALIBRACION: PARA VERIFICAR LA CALIBRACION DEL INDICADOR, SUMERJA EL INDICADOR JUNTO CON SU TERMOPOSO EN UN BAÑO DE ACEITE CON TEMPERATURA CONTROLADA. VERIFIQUE LA TEMPERATURA, COLOCANDO UN TERMOPAR U OTRO MEDIDOR DE TEMPERATURA DE EXACTITUD RECONOCIDA, SOBRE EL BULBO INDICADOR A 5 CM. DE LA PARTE FINAL DE ESTE. EL INDICADOR, DEBERA TENER UNA EXACTITUD DE MAS O MENOS 2°C. PERMITIENDO UN MINIMO DE 15 MINUTOS PARA QUE EL INDICADOR ALCANCE LA TEMPERATURA DEL BAÑO.

LA CAPACIDAD DE TEMPERATURA PARA TRANSFORMADORES SUMERGIDOS EN ACEITE SE DA USUALMENTE COMO 55°C O HASTA 65°C SOBRE LA TEMPERATURA AMBIENTE.

EN LA PLANTA SE ESTABLECE COMO TEMPERATURA MAXIMA LA DE 55°C.

INDICADORES DE NIVEL DE LIQUIDO

TIPO FLOTADOR DE ACOPLAMIENTO MAGNETICO.

LA INSTALACION DE ESTOS INDICADORES ES; LOS TANQUES, SON LLENADOS A NIVEL, HASTA QUE CORRESPONDA UNA TEMPERATURA DEL LIQUIDO DE 25°C, CONSIDERANDO ESTE NIVEL NORMAL.

SI EL TANQUE ES LLENADO CON UNA TEMPERATURA DEL LIQUIDO DIFERENTE A 25°C, SE DEBERA USAR LA TABLA NO. 1 PARA DETERMINAR EL NIVEL CORRECTO DE LLENADO.

TEMPERATURA PROMEDIO DEL LIQUIDO (°C)	NIVEL CORRECTO DE LLENADO EN POR CIENTO DE LA ESCALA ARRIBA O ABAJO DEL NIVEL A 25 °C
85 ALTO	100
70	75
55	50
40	25
25 NORMAL	0
10	- 33
- 5	- 67
-20	-100

TABLA I

SI ESTA NO SE OBSERVA, SE PUEDEN PRESENTAR EXCESIVAS PRESIONES, TANTO POSITIVAS COMO NEGATIVAS, DEBIDAS A UN LLENADO DEFICIENTE.

INDICACIONES DE PRESION:

SON INDICADORES DE PRESION Y/O VACIO EN CASO DE QUE EL CUERPO DEL TRANSFORMADOR PRESENTE UNA DEFORMACION, BIEN SEA EXPANSIVA O COLAPSARCE SE MANIFESTARA EN LA CARATULA INDICADORA, LA CUAL ESTA DIVIDIDA EN DOS RE-

CIONES, UNA PARA INDICAR INCREMENTO EN LA PRESION INTERNA DEL TRANSFORMADOR, Y LA OTRA REGION PARA INDICAR PRESION DE VACIO, NORMALMENTE LA AGUJA DEBE ESTAR EN EQUILIBRIO ENTRE LAS DOS REGIONES.

CON EL OBJETO DE LLEVAR EL CONTROL DE PRUEBAS DE CADA TRANSFORMADOR, SE LLEVARA UN RECORD DE ESTAS, EN EL FORMATO DEL ANEXO I, DEL "CONTROL DE SERVICIO Y PRUEBAS DE TRANSFORMADORES".

CONTROL DE REGULACION DE VOLTAJE. ESTE CONTROL SE LLEVARA COMO UN REGISTRO DE LAS MEDICIONES DE TENSION Y CORRIENTE DE LOS TRANSFORMADORES CADA SEIS MESES, EN EL FORMATO DEL ANEXO II. CUANDO NO CUMPLA CON LAS DISPOSICIONES ESTABLECIDAS, SE PROCEDERA AL CAMBIO DE DERIVACIONES, O A LA MODIFICACION Y/O CAMBIO DE CARGAS.

INSTRUMENTACION. ESTE CONTROL DE INSTRUMENTOS EN LOS TRANSFORMADORES, SE VERIFICARA MENSUALMENTE EN LA HOJA DE INSPECCION DE LOS TRANSFORMADORES, VER ANEXO III, EL CUAL COMPRENDE, TERMOMETRO, INDICADOR DE NIVEL, MANOMETRO Y VALVULA DE ALIVIO.

FIGURA N° 3

"EMBLEMA Y MARCA DE LA FABRICA"

TRANSFORMADOR EN

KVA _____ N° de CV. _____

VOLTS _____

FASES _____ FREQ. _____ HZ. RPM _____ %A _____ °C

E.C.V. _____ °C ALTITUD _____ M.S.N.M. CLASE _____

DERIVACIONES	NIVEL BASICO DE IMPULSO
POR VOLTS	EN _____ KV AT _____ KV
	VOLTAJE ABLANTE _____ LTR.
	PESO TOTAL _____ KG.
	POLARIDAD PARA LOS CONDENSISTOS
	DIAGRAMA VECTRICIAL

ALTA TENSION B1 B2 B3 B4 B5 B6

FASE A FASE B FASE C

B1 B2 B3 B4 B5 B6

DIAGRAMA DE CONEXIONES

"NUMERO DE REGISTRO DE LA FABRICA"

INSTRUCTIVO N° _____

FIG: 7 PLACA DE ESPECIFICACIONES PARA TRANSFORMADORES

TABLA NO. II

INFORMACION DE LA PLACA DE DATOS

NUMERO DE SERIE (A)
CLASE (OA, OA/FA, ETC.)
NUMERO DE FASES
FRECUENCIA (HZ)
CAPACIDAD NOMINAL (KVA) (A) (B)
TENSIONES NOMINALES (A) (C) (E)
TENSIONES DE LAS DERIVACIONES (B) (E)
ELEVACION DE TEMPERATURA (°C)
POLARIDAD (TRANSFORMADORES MONOFASICOS)
DIAGRAMA VECTORIAL (TRANSFORMADORES POLIFASICOS)
DIAGRAMA DE CONEXIONES (H)
IMPEDANCIA (%) (F)
PESO APROXIMADO EN KG. (G)
NUMEROS DE PATENTE (A OPCION DEL FABRICANTE)
NOMBRE DEL FABRICANTE
INSTRUCTIVO NO.
LA PALABRA QUE IDENTIFIQUE EL TIPO DE APARATO (TRANSFORMADOR,
AUTOTRANSFORMADOR, ETC.)
IDENTIFICACION Y CANTIDAD DEL LIQUIDO AISLANTE EN LITROS (G)
ALTITUD DE OPERACION EN METROS SOBRE EL NIVEL DEL MAR
NIVEL BASICO DE IBPULSO (BIL) (I)

CONTROL DE SERVICIO Y PRUEBAS A TRANSFORMADORES

ANEXO I

PROGRAMACION DE MANTENIMIENTO

TRANSFORMADOR _____ K.V.A.

SERIE _____

MARCA _____

ACEITE _____ LITROS

RELACION _____

C.C.M. _____

161

FECHA	REGIDEZ DIELECTRICA (KV)	TENSION INTERFACIAL (DINAS/CM)	ACIDEZ (MG DE KOH)	FACTOR DE POTENCIA		RESISTENCIA DE AISLAMIENTO A.T. (MEGHOMS)	RESISTENCIA DE AISLAMIENTO BoTo (MEGHOMS)	NUMERO DE NEUTRALI- ZACION
				25°C (%)	100°C (%)			

OBSERVACIONES: _____

INSPECCION REALIZADA POR: _____

Vo. Bo. _____

REGULACION DE VOLTAJE DE TRANSFORMADORES

ANEXO II

PROGRAMACION DE MANTENIMIENTO

TRANSFORMADOR NO. _____

KVA. _____

MARCA _____

SERIE _____

DERIVACION AL QUE ESTA CONECTADO _____

C.C.M. _____

FECHA	INSPECTOR	TENSION (VOLTS)						CORRIENTE (AMPERES)
		X1 - X2	X1 - X3	X2 - X3	X0 - X1	X0 - X2	X0 - X3	

OBSERVACIONES

INSTRUMENTACION EN TRANSFORMADORES

ANEXO III

PROGRAMACION DE MANTENIMIENTO.

TRANSFORMADOR NO. _____

KVA _____

MARCA _____

SERIE # _____

AÑO _____

C.C.M.# _____

193

HEM	FECHA	INSPECTOR	TERMOMETRO	NIVEL DE ACEITE	FUGAS DE ACEITE	MANOMETROS
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						

OBSERVACIONES _____

PROGRAMACION.

MOTORES DE INDUCCION

SELECCION DE MOTORES DE INDUCCION.

- I.- INTRODUCCION
 - PRINCIPIO DEL MOTOR DE INDUCCION
 - MOTOR JAULA DE ARDILLA Y DE ROTOR BLOQUEADO
 - DEFINICION DEL PAR DE INDUCCION

- II.- SELECCION DEL MOTOR
 - VELOCIDAD DEL MOTOR
 - USO DE LA CURVA PAR-VELOCIDAD
 - CARACTERISTICAS DE PAR DE LAS MAQUINAS (SEGUN DISEÑO NEMA)
 - INSTALACION DE MOTORES
 - CONDICIONES DE OPERACION
 - ACOPLAMIENTOS MECANICOS

- III.- SISTEMAS DE ARRANCADORES EN MOTORES 3Ø DE INDUCCION
 - ARRANQUE A TENSION COMPLETA
 - ARRANQUE CON AUTOTRANSFORMADOR
 - ARRANQUE PARA DEVANADO BIPARTIDO
 - ARRANQUE CON RESISTENCIAS
 - ARRANQUE DELTA-ESTRELLA

- IV.- MANTENIMIENTO A MOTORES ELECTRICOS
 - DEVANADOS DEL ESTATOR
 - DEVANADOS DEL ROTOR
 - AISLAMIENTOS
 - PRUEBAS DIELECTRICAS
 - CHUMACERAS Y LUBRICACION
 - LOCALIZACION DE FALLAS

SELECCION, APLICACION Y MANTENIMIENTO MOTORES DE INDUCCION

INTRODUCCION.

EL MOTOR DE INDUCCION TOMO SU NOMBRE DEL HECHO DE QUE LAS CORRIENTES QUE FLUYEN EN EL SECUNDARIO DESIGNADO COMO ROTOR, SE INDUCEN POR LAS CORRIENTES QUE FLUYEN EN EL PRIMARIO DESIGNADO COMO ESTATOR. EN FORMA MAS CLARA LAS CORRIENTES DEL SECUNDARIO SE INDUCEN POR LA ACCION DE LOS CAMPOS MAGNETICOS GENERADOS EN EL MOTOR POR DEL DEVANADO DEL ESTATOR.

NO EXISTE CONEXION ELECTRICA EN EL CIRCUITO PRIMARIO Y EL SECUNDARIO.

CUANDO NIKOLA TESLA INVENTO EL MOTOR DE INDUCCION EN 1888, NO SE IMAGINA LA IMPORTANCIA QUE TENDRIA ESTE EN EL DESARROLLO DE LAS PLANTAS INDUSTRIALES, PORQUE ES EL DE MAS SENCILLA OPERACION, RESISTENTE CONSTRUCCION Y BAJO MANTENIMIENTO.

POR LO TANTO, EL MOTOR DE INDUCCION TIPO JAULA DE ARDILLA ESTA CONSIDERADO COMO EL CABALLITO DE BATALLA EN TODA INDUSTRIA, SE CONSIDERA QUE ESTE TIPO DE MOTOR SOLO TIENE DOS COMPONENTES QUE SE DESGASTAN MAS RAPIDAMENTE.

LOS MOTORES DE INDUCCION JAULA DE ARDILLA UTILIZAN PARA EL SECUNDARIO EL ROTOR DEL TIPO JAULA DE ARDILLA, DEBIDO A SU BAJO COSTO Y A QUE ES MUY SEGURO, ADEMAS NO REQUIERE ANILLOS ROSANTES NI ESCOBILLAS QUE PUDIERA SUFRIR DESGASTE O FALLAS.

DE TODOS LOS MOTORES DE CORRIENTE ALTERNA EL DE INDUCCION ES EL MAS UTILIZADO. EN LOS MOTORES DE POTENCIA INTEGRAL LA MAYORIA DE LOS MOTORES SE DISEÑAN PARA UTILIZARSE EN SISTEMAS TRIFASICOS Y SON MUY SIMPLES EN SU CONSTRUCCION, NO NECESITAN DE SISTEMA DE ARRANQUE SOFISTICADO, SON

LOS MAS SEGUROS DE TODOS LOS TIPOS, ESENCIALMENTE
LOS MOTORES DE VELOCIDAD CONSTANTE.

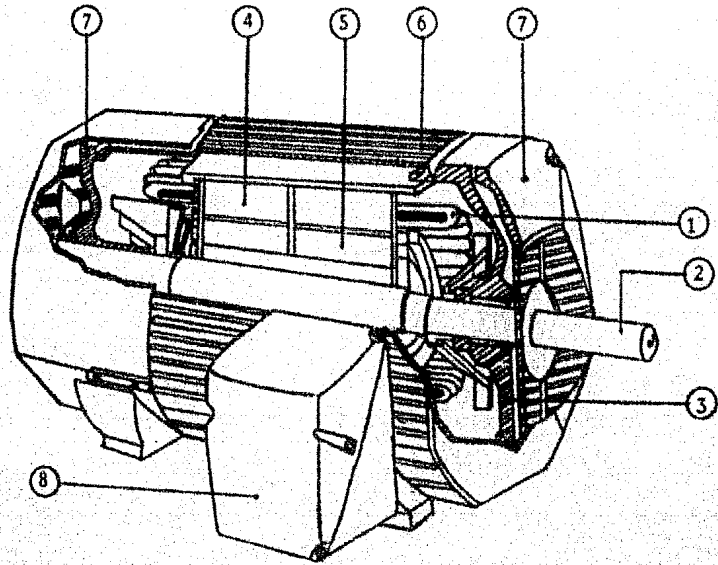


FIG: 1. PARTES PRINCIPALES DE UN MOTOR DE INDUCCION

- 1.- DEVANADO DE ESTATOR.
- 2.- FLECHA.
- 3.- COJINETES.
- 4.- LAMINACIONES DEL ROTOR Y ESTATOR.
- 5.- ROTOR.
- 6.- CARCAZA.
- 7.- TAPAS.
- 8.- CAJAS DE CONEXIONES.

SELECCION DE MOTORES 3Ø DE INDUCCION.

INTRODUCCION.

EL MOTOR DE INDUCCION RECIBE ESTE NOMBRE DEBIDO A QUE IGUAL QUE EL TRANSFORMADOR OPERA BAJO EL PRINCIPIO DE INDUCCION ELECTROMAGNETICA.

DEBIDO A QUE ESTE TIPO DE MOTORES NO LLEGA A TRABAJAR NUNCA A SU VELOCIDAD SINCRONA, TAMBIEN SE CONOCEN COMO MOTORES ASINCRONOS.

EL MOTOR DE INDUCCION ES EL MOTOR DE CORRIENTE ALTERNA QUE MAS SE EMPLEA EN LA INDUSTRIA, YA SEA EL JAULA DE ARDILLA O EL DE ROTOR DEVANADO, DEBIDO A SU FORTALEZA Y SIMPLICIDAD O LA AUSENCIA DE COLECTOR Y AL HECHO DE QUE SUS CARACTERISTICAS DE FUNCIONAMIENTO SE ADAPTAN BIEN A UNA MARCHA A VELOCIDAD CONSTANTE.

POR EL NUMERO DE FASES SE CLASIFICAN EN GENERAL:

- A) TRIFASICOS
- B) BIFASICOS
- C) MONOFASICOS.

POR EL TIPO DE ROTOR PUEDEN SER:

- A) DE ROTOR DEVANADO
- B) DE ROTOR JAULA DE ARDILLA.

EL PROBLEMA DE LA APLICACION DE MOTORES DE INDUCCION JAULA DE ARDILLA SE REDUCE ESENCIALMENTE A DETERMINAR CON EL MAXIMO CUIDADO LOS FACTORES SIGUIENTES:

I.- CARACTERISTICAS DE LA CARGA Y DEL MOTOR.

TALES COMO ACOPLAMIENTO DEL MOTOR A LA CARGA, VELOCIDAD, CAPACIDAD EN C.P., PARES REQUERIDOS, CARACTERISTICAS DE INERCIA Y ACELERACION Y CICLO DE TRABAJO.

II.- SISTEMAS DE ARRANQUE DEL MOTOR.

EN RELACION A LA FUENTE DE ENERGIA ALIMENTADORA, TALES COMO VARIACIONES PERMISIBLES DE LA TENSION AL APLICAR LA CORRIENTE DE ARRANQUE Y CAPACIDAD REQUERIDA KVA.

III. CONDICIONES AMBIENTALES.

TALES COMO TEMPERATURA AMBIENTE, ALTURA SOBRE EL NIVEL DEL MAR, ABUSO MECANICO Y CONTAMINANTES. ESTOS FACTORES DETERMINAN EL TIPO DE AISLAMIENTO, ASI COMO LA CUBIERTA O PROTECCION DEL MOTOR.

LOS MOTORES SE ENCUENTRAN NORMADOS EN MEXICO BAJO LAS NORMAS DE CONNIE (COMISION NACIONAL DE NORMALIZACION DE INDUSTRIA ELECTRICA) Y EN LAS NORMAS AMERICANAS DE LA NEMA.

CARACTERISTICAS DE OPERACION.

EXISTEN CINCO PARAMETROS QUE DEFINEN LAS CARACTERISTICAS DE OPERACION DE MOTOR:

VELOCIDAD EN R.P.M.

CAPACIDAD EN C.P.

PAR EN KG-MTS. δ (NEW-METRO)

CORRIENTE DE ARRANQUE O MAXIMO

AUMENTO DE TEMPERATURA.

CADA UNO DE ESTOS PARAMETROS SE COMBINA CON TODOS LOS DEMAS PARA PRODUCIR RESULTADOS ESPECIFICOS.

INTERRELACION ENTRE POTENCIA, PAR Y VELOCIDAD.
LA INTERRELACION DE ESTOS TRES PARAMETROS SE DEFINE COMO SIGUE:

F = FUERZA EN KG. δ (NEWTON).

D = DISTANCIA EN METROS

F = TIEMPO EN MINUTOS

T = PAR EN KG - MTS. A UN METRO DE RADIO δ (NEW-MT)

R.P.M. = VELOCIDAD ANGULAR EN REVOLUCIONES POR MINUTO

$$\text{POTENCIA} = \frac{F d}{t} = 211 T \times \text{R.P.M. KG. MTS/MIN.}$$

$$\text{ICP} = 75 \text{ KG - MTS/SEG} = 4500 \text{ KG MTS/MIN.}$$

$$\text{POTENCIA EN C.P.} = \frac{T \times \text{R.P.M.} \times 2 \text{ II}}{4500}$$

$$\text{POTENCIA EN CP} = \frac{T \times \text{R.P.M.}}{716}$$

LA SIMPLE FORMULA ANTERIOR NOS MUESTRA LA INTERRELACION ENTRE POTENCIA PAR Y VELOCIDAD.
ESTA FORMULA FRECUENTEMENTE SE OLVIDA AL SELEC-

ACIONAR DURANTE LOS LAPROS EN QUE SE PRESENTA LA DEMANDA MAXIMA DE POTENCIA.

POR LO CONSIGUIENTE, AL ESPECIFICAR UN MOTOR ENTRE OTRAS CARACTERISTICAS ES NECESARIO MENCIONAR SU TIPO DE DISEÑO MECANICO (PROTECCION CONTRA EL AMBIENTE) Y EL TIPO DE DISEÑO ELECTRICO.

CARACTERISTICAS DE PAR DE LAS MAQUINAS.
(SEGUN DISEÑOS NEMA)

LA ASOCIACION NACIONAL DE FABRICANTES DE EQUIPO ELECTRICO, (NEMA), CON EL FIN DE TENER UNIFORMIDAD EN LA APLICACION HA SIDO CLASIFICADO ESTE TIPO DE MOTORES DE ACUERDO CON EL PAR DESARROLLADO A ROTOR BLOQUEADO, EL PAR MAXIMO DESARROLLADO, LA CORRIENTE DE ARRANQUE O ALGUNOS OTROS VALORES Y HA ASIGNADO LETRAS A ESTE TIPO DE MOTORES.

LAS DESIGNACIONES NEMA MAS COMUNES SON:

CLASE B
CLASE C
CLASE D

DESIGNACION NEMA CLASE "B":

ESTE MOTOR TIENE LAS SIGUIENTES CARACTERISTICAS:
PAR DE ARRANQUE NORMAL, Y BAJA CORRIENTE DE ARRANQUE, ESTE MOTOR ES EL MAS USADO DE LOS DEL TIPO JAULA DE ARDILLA, YA QUE TIENE UN PAR DE ARRANQUE Y UN PAR A ROTOR BLOQUEADO ADECUADOS PARA EL ARRANQUE DE UNA GRAN VARIEDAD DE MAQUINAS INDUSTRIALES. ADEMÁS, TOMA UNA CORRIENTE ACEPTABLE A PLENO VOLTAJE.

ALGUNAS DE LAS APLICACIONES GENERALES DE ESTOS MOTORES SON:

EN MAQUINAS, HERRAMIENTAS, COMO SON TORNOS, ESMERILES, FRESAS ETC.

PARA ACCIONAR VENTILADORES, EN SOPLADORES, PARA EXTRACCION DE HUMOS EN CHIMENEAS DE TIRO FORZADO, EXTRACCION DE GASES ETC. PARA ACCIONAR BOMBAS CENTRIFUGAS (PARA BOMBLEAR AGUA Y LIQUIDOS) PARA ACCIONAR PRENSAS, TRITURADORES, MOLINOS DE BAJA CARGA, COMPRESORES DE ARRANQUE SIN CARGA, MOLINOS DE BAJA CARGA ETC. EL DESLIZAMIENTO A PLENA CARGA DE ESTOS MOTORES VARIA ENTRE 1.5 Y 3%. LOS MOTORES DE MAS DE 200 H.P. PUEDEN TENER DESLIZAMIENTO MENORES DEL 1 %.

DESIGNACION NEMA CLASE "C":

ESTE MOTOR TIENE LAS SIGUIENTES CARACTERISTICAS: ALTO PAR DE ARRANQUE Y BAJA CORRIENTE DE ARRANQUE. ES DECIR, ESTOS MOTORES TIENEN UN ALTO PAR A ROTOR BLOQUEADO, BAJA CORRIENTE DE ARRANQUE Y RELATIVAMENTE UN BAJO DESLIZAMIENTO A PLENA CARGA.

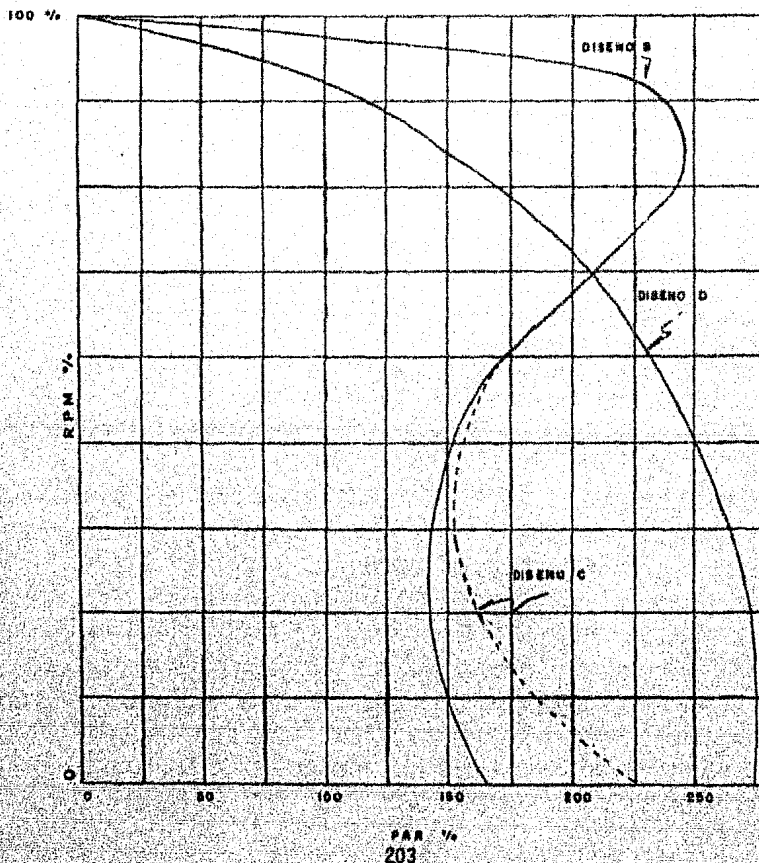
ESTOS MOTORES GENERALMENTE SE DISEÑAN CON UN PAR A ROTOR BLOQUEADO ARRIBA DE 200%; ESTE PAR SE REQUIERE AL PAR A PLENA CARGA, CUYO VALOR ES MENOR AL 15%. EL DESLIZAMIENTO A PLENA CARGA DE ESTOS MOTORES VARIA DE 1.5 A 3%.

DESIGNACION NEMA CLASE "D":

LAS CARACTERISTICAS DE ESTE TIPO DE MOTOR SON:

ALTO PAR DE ARRANQUE, BAJA CORRIENTE DE ARRANQUE Y ALTO DESLIZAMIENTO. USAN ROTOR CON ALTA RESISTENCIA Y EMPLEAN COMUNMENTE CON CARGA QUE TIENEN MUCHAS PERDIDAS INTERMITENTES DE ALTAS Y BAJAS, LAS MAQUINAS IMPULSORAS PARA ESTOS MOTORES GENERALMENTE ESTAN PREVISTAS DE UN VOLTAJE, QUE TIENEN UNA INERCIA -- CONSIDERABLE, EN VACIO, ESTOS OPERAN CON UN DESLIZAMIENTO MUY PEQUEÑO QUE CRECE CUANDO SE APLICA LA CARGA MAXIMA CONSIDERABLEMENTE, PERMITIENDO AL SISTEMA ABSORVER LA ENERGIA DEL VOLANTE.

CUANDO EL MOTOR SE USA GENERALMENTE EN PUNZADORAS, BOMBAS, DE MOVIMIENTOS ALTERNATIVOS, DESMENEZADORAS, ETC.



DESCRIPCION DE MOTORES DE INDUCCION POR TIPO DE DISEÑO.

AL HABLAR DE DISEÑO MECÁNICO NOS REFERIMOS AL TIPO DE CONSTRUCCION QUE POSEE EL MOTOR PARA HACERLO CAPAZ DE TRABAJAR EN CONDICIONES SATISFACTORIAS PARA QUE SUS PARTES INTERNAS NO SE VEAN AFECTADAS PERJUDICIALMENTE POR LAS CONDICIONES AMBIENTALES EN LAS QUE VA A OPERAR EL MOTOR.

DE ACUERDO CON LO ANTERIOR, LOS MOTORES QUE SE FABRICAN SON:

- A) MOTORES HORIZONTALES A PRUEBA DE GOTEÓ.
 - B) MOTORES HORIZONTALES CERRADOS CON VENTILACION.
 - C) MOTORES VERTICALES FLECHA HUECA Y FLECHA SOLIDA A PRUEBA DE GOTEÓ
 - D) MOTORES VERTICALES FLECHA HUECA Y FLECHA SOLIDA, TOTALMENTE CERRADOS CON VENTILACION EXTERIOR.
-
- A) EL MOTOR A PRUEBA DE GOTEÓ: ES MAS COMUNMENTE USADO EN LA INDUSTRIA Y SE LES ENCUENTRA MONTADOS EN MAQUINAS, HERRAMIENTAS, VENTILADORES, BOMBAS CENTRIFUGAS, CIERTOS TIPOS DE TRANSPORTADORES. ES DECIR EN GENERAL ESTOS MOTORES ENCUENTRAN SU APLICACION EN AQUELLOS LUGARES EN DONDE EL MEDIO AMBIENTE NO SEA PERJUDICIAL A LAS PARTES INTERNAS DEL MOTOR Y ADEMAS NO HAYA SALPICADURA DE LIQUIDOS.
 - B) EL MOTOR TOTALMENTE CERRADO CON VENTILACION: SE APLICA PARA MOVER MAQUINAS O EQUIPOS INSTALADOS EN AMBIENTES POLVOSOS, ABRASIVOS, HUMEDOS Y/O LIGERAMENTE CORROSIVOS. SE LES ENCUENTRA MONTADOS EN MAQUINAS, HERRAMIENTAS, VENTILADORES, BOMBAS, TRANSPORTADORES, QUEBRADORAS, ETC. EN GENERAL, ESTOS MOTORES ENCUENTRAN SU APLICACION EN AQUELLOS LUGARES EN DONDE EL MEDIO AMBIENTE PUEDE SER PERJUDICIAL A LAS PARTES INTERNAS DEL MOTOR.
 - C) EL MOTOR VERTICAL FLECHA HUECA Y FLECHA SOLIDA A PRUEBA DE GOTEÓ: ENCUENTRA SU PRINCIPAL Y MAS IMPORTANTE APLICACION, AL SERVIR DE FUENTE MOTRIZ PARA BOMBAS DE POZO PROFUNDO USADAS EN TODO SISTEMA COMO PRINCIPAL FUENTE DE ALIMENTACION DE AGUA EN LA INDUSTRIA ES ESTE UN MOTOR QUE DADAS SUS CONDICIONES DE OPERACION TAN SEVERAS HA SIDO DISEÑADO Y FABRICADO PARA DAR UN SERVICIO CONTINUO A LA INTEMPERIE.

PARA LOGRAR UNA APLICACION CORRECTA DE UN MOTOR A PRUEBA DE EXPLOSION ES NECESARIO SELECCIONAR LA CLASE, GRUPO Y DIVISION A LA CUAL PERTENECE.

EL CODIGO NACIONAL ELECTRICO (NATIONAL ELECTRICAL CODE) RECONOCE 3 CLASES LLAMADAS:

CLASE I AREAS EN DONDE GASES O VAPORES INFLAMABLES ESTAN PRESENTES EN CANTIDADES NECESARIAS PARA PRODUCIR EXPLOSIONES O MEZCLAS INFLAMABLES.

CLASE II AREAS CON PRESENCIA DE POLVOS COMBUSTIBLES.

CLASE III AREAS CON FIBRAS FACILMENTE INFLAMABLES.

A SU VEZ LAS CLASES I Y II SE DIVIDEN EN GRUPOS.

CLASE I

GRUPO A. ATMOSFERAS CONTENIENDO ACETILENO.

GRUPO B. ATMOSFERAS CONTENIENDO HIDROGENO, VAPORES O GASES DE PELIGROSIDAD SIMILAR AL GAS MANUFACTURADO.

GRUPO C. ATMOSFERAS CONTENIENDO ETIL, ETER, ETILENO O CICLOPROPANO.

GRUPO D. ATMOSFERAS CONTENIENDO GASOLINA, HEXANO, NAFTA, BENCINA, BUTANO, PROPANO, ALCOHOL, ACETONA, BENSOL, VAPORES SOLVENTES EN LACA O GAS NATURAL.

CLASE II

GRUPO E. ATMOSFERAS CONTENIENDO POLVO METALICO INCLUYENDO ALUMINIO Y OTRAS ALEACIONES COMERCIALES ASI COMO OTROS METALES DE CARACTERISTICAS SIMILARES.

GRUPO F. ATMOSFERAS CONTENIENDO CARBON NEGRO, CARBON DE PIEDRA O CARBON DE COQUE EN POLVO.

GRUPO G. ATMOSFERAS CONTENIENDO HARINA, ALMIDON O POLVO DE GRANOS.

LOCALIZACION:

DIVISION I. AREAS DONDE CONCENTRACIONES PELIGROSAS DE GASES, VAPORES Y POLVOS INFLAMABLES EXISTEN CONTINUA O PERIODICAMENTE BAJO CONDICIONES NORMALES DE OPERACION, ADEMAS POR REPARACIONES U OPERACIONES DE MANTENIMIENTO, POR DERRAME, POR OPERACIONES DEFECTUOSAS O POR ENVEJECIMIENTO DEL EQUIPO.

DIVISION 2. AREAS EN DONDE LIQUIDOS, GASES O POLVOS VOLATILES INFLAMABLES SON MANEJADOS, PROCESADOS O USADOS PERO NORMALMENTE ES TAN CONFINADOS DENTRO DE RECIPIENTES CERRADOS O EN SISTEMAS DONDE-UNICAMENTE PUEDEN ESCAPAR EN CASO DE RUPTURA ACCIDENTAL, POR ENVEJECIMIENTO DEL RECIPIENTE O SISTEMA, O EN CASO DE CONDICIONES ANORMALES DE OPERACION DEL EQUIPO O DONDE SE PROVEE UNA VENTILACION MECANICA POSITIVA PERO EL EQUIPO DE VENTILACION PUEDE FALLAR.

EN AREAS ADYACENTES A LA CLASE I DIVISION 1, EN DONDE LAS CONCENTRACIONES PUEDEN SER OCASIONALMENTE COMUNICADAS, A MENOS QUE --TAL COMUNICACION SEA PREVENIDA POR UNA ADECUADA VENTILACION DE PRESION POSITIVA DE UNA FUENTE DE AIRE LIMPIO Y EFECTIVAMENTE SALVA--GUARDE CONTRA FALLAS EN LA VENTILACION.

PARA ESTA DIVISION ES GENERALMENTE A JUICIO DE LA AUTORIDAD -DE LA JURISDICCION QUIEN DETERMINA SI ES UNA AREA PELIGROSA.

LOS MOTORES PARA LOS GRUPOS A, B Y C, DEBERAN SER LLENADOS --CON ALGUN GAS INERTE. ESTOS MOTORES TIENEN TAPAS HERMETICAS Y SE--LLOS DE ACEITE ALREDEDOR DE LA FLECHA, PARA REDUCIR LAS FUGAS DEL--GAS AL MINIMO, ADEMAS TIENEN INSTRUMENTOS LECTORES DE PRESION PARA QUE EN CASO DE ALGUNA FALLA DE PRESION, EL SISTEMA DE CONTROL DES--CONECTE EL MOTOR, AL MISMO TIEMPO QUE HAGA FUNCIONAR UNA ALARMA.

ESTOS MOTORES SON MUY COSTOSOS, POR LO TANTO SOLO SE EMPLEAN--EN ZONA DEMASIADO PELIGROSAS.

LOS MOTORES A PRUEBA DE EXPLOSION DEBERAN TENER PAREDES Y UN--ESPESOR MINIMO ADECUADO PARA IMPEDIR QUE UNA EXPLOSION INTERNA DE--TERIORE LA CARCASA O TAPAS, TAMBIEN LAS DISTANCIAS DE FUGA DEBERAN TENER UNA LONGITUD TAL QUE LOS GASES CALIENTES QUE SE PRODUCEN IN--TERNAMENTE POR UNA EXPLOSION O CORTO CIRCUITO SE DEBEN ENFRIAR PA--RA QUE AL SALIR AL MEDIO AMBIENTE NO PRESENTEN UN FOCO DE PRINCI--PIO DE IGNICION.

LO ANTERIOR SE LOGRA CON ESPESORES MINIMOS DE 3/8 DE PULGADA--Y LONGITUDES DE FUGA DE MINIMO 2 A 2 1/2 PULGADAS Y CON CLAROS ENTRE--PARTES FIJAS Y MOVILES (CARCASAS Y FLECHA) DE 25 MILESIMAS MAXIMO--AL DIAMETRO, CONTANDO ADEMAS CON SELLOS EN LAS FLECHAS DE MATERIAL

NO CHISPEANTE BRONCE O LATON, CON LO CUAL SE EVITA CUALQUIER PRODUCCION DE CHISPAS ENTRE PARTES FIJAS Y PARTE MOVILES.

SELECCION DEL MOTOR

VELOCIDAD.

SE HA MENCIONADO QUE EL ROTOR DE LOS MOTORES DE INDUCCION GIRA A UNA VELOCIDAD MENOR QUE LA SINCRONA. EN ESTE CASO LA VELOCIDAD SINCRONA ES LA VELOCIDAD DE LAS ONDAS GIRATORIAS DE LA FUERZA MAGNETOMOTRIZ Y SE CALCULA EN LA FORMA SIGUIENTE:

$$N_s = \frac{120 f}{N_p \text{ POLOS}} \quad f = \text{FRECUENCIA EN C.P.S.}$$

EL DESLIZAMIENTO SE DEFINE COMO LA DIFERENCIA ENTRE LA VELOCIDAD SINCRONA N_s Y LA VELOCIDAD DEL ROTOR N_r . SE EXPRESA GENERALMENTE POR MEDIO DE LA SIGUIENTE EXPRESION.

$$s = \frac{N_s - N_r}{N_s} \times 100$$

DONDE: N_s ES LA VELOCIDAD SINCRONA DE LAS ONDAS DE FUERZA MAGNETOMOTRIZ.

N_r ES LA VELOCIDAD DEL ROTOR, QUE DEPENDE PRINCIPALMENTE DE LA CARGA.

EL DESLIZAMIENTO MAXIMO PERMISIBLE ES DEL 15%

VELOCIDAD DEL ROTOR. DE LA EXPRESION PARA EL DESLIZAMIENTO SE PUEDE CONOCER LA VELOCIDAD SINCRONA N_s , A PARTIR DE LA FRECUENCIA Y DEL NUMERO DE POLOS, ENTONCES LA VELOCIDAD DEL ROTOR SE PUEDE DETERMINAR COMO SIGUE:

$$s = \frac{N_s - N_r}{N_s} \times 100$$

$$s = \frac{N_s - N_r}{N_s} \times 100$$

$$s N_s = N_s - N_r$$

$$N_r = N_s (1 - s)$$

POR LO TANTO LA VELOCIDAD DEL MOTOR DEPENDERA TANTO DE LA FRECUENCIA DE LA FUERZA MAGNETOMOTRIZ, COMO DEL NUMERO DE LOS POLOS, EN LA TABLA SIGUIENTE SE PODRA OBSERVAR LA VELOCIDAD DEL MOTOR EN DIFERENTES RANGOS.

EJEMPLO DE SELECCION DE UN MOTOR 3 Ø DE INDUCCION PARA UNA CARGA DADA.

SE DESCONOCE LA POTENCIA DEL MOTOR, PARA UNA BOMBA DE POZO PROFUNDO. DETERMINAR H.P. R.P.M.T.

DATOS

Q = 900 LTS/MIN

$$H.P. = \frac{QH}{70n}$$

H = 220 MTS.

$$\frac{900 \text{ LTS}}{\text{MIN}} \times \frac{1 \text{ MIN}}{60 \text{ SEG}} = 15 \text{ LTS/SEG}$$

DONDE H.P. = POTENCIA DEL MOTOR

Q = CAPACIDAD DE LA BOMB. EN LTS/SEG.

H = ALTURA QUE SE DEBE ELEVARE EL AGUA EN METROS
(CONSIDERANDO LAS PERDIDAS POR FRICCIÓN)

n = RENDIMIENTO GLOBAL DE LA INSTALACION
(SUELE TOMARSE DE 0.65 A 0.75)

$$H.P. = \frac{15 \times 220}{72 (0.75)} = 61.11 \text{ H.P.}$$

SE REQUIERE DE UN MOTOR VERTICAL MAYOR DE 60 H.P. Y POR VALORES COMERCIALES DE 60 H.P. PASA A 75 H.P. TOMAREMOS EL MOTOR DE 75 H.P.

PARA DETERMINAR LAS R.P.M. CONSIDERANDO UN MOTOR DE 4 POLOS.

$$\text{VALOCIDAD SINCRONA} = \frac{120 \times \text{FRECUENCIA}}{\text{No. DE POLOS}}$$

$$= \frac{120 \times 60}{4} = 1800 \text{ R.P.M.}$$

$$T = \frac{H.P. \times 716}{Ns \cdot Nr} = \frac{75 \times 716}{1800} = 29.84 \text{ KG-MTS}$$

TOMANDO EN CUENTA QUE EL MOTOR ESTARA UBICADO A LA INTEMPERIE EN MEDIO HUMEDO Y DESFAVORABLE.

SELECCIONAREMOS:

MOTOR VERTICAL FLECHA HUECA.
DISEÑOS NEMA B ALTO EMPUJE AXIAL.
NORMAS CONNIE-NEMA.
MARCA DEL MOTOR GESAMEX
POTENCIA= 75 H.P.
VELOCIDAD = 1500/1800 R.P.M.
(R.P.M. SIN CARGA).

ARMAZON BASE ESTANDAR= A 405 UP
EMPUJE AXIAL EN Kgs= 2,177
PESO APROX. EN Kg= 440
MODELO= 40 KA 754 PX

CARACTERISTICAS DE OPERACION
VOLTAJE 220/440 V
FACTOR DE SERVICIO 1.15
60 HERTZ.
AISLAMIENTO CLASE B
TEMPERATURA MAX. DE TRABAJO
EN EL COBRE A 60HZ. = 130°
TEMPERATURA AMBIENTE 2380 MSNM= 30°C.

CLASIFICACION DE MOTORES DE INDUCCION POR SU CONSTRUCCION Y APLICACION.

POR SU CONSTRUCCION ELECTRICA

JAULA DE ARDILLA (JA)
 ROTOR DEVANADO (RD)

POR SU CONSTRUCCION MECANICA

ABIERTOS A PRUEBA DE GOTEO
 A PRUEBA DE INTEMPERIE TIPO I
 A PRUEBA DE INTEMPERIE TIPO II
 TOTALMENTE CERRADOS CON SUS --
 VARIANTES

- SIN VENTILACION
- CON VENTILACION EXTERIOR
- CON INTERCAMBIADOR DE CALOR, AIRE-AIRE.
- CON INTERCAMBIADOR DE CALOR, AGUA-AIRE.
- CON VENTILACION FORZADA A PRUEBA DE EXPLOSION.

POR SU TIPO DE MONTAJE

HORIZONTALES
 VERTICALES

POR SU TIPO DE APLICACION

USOS GENERALES
 USOS ESPECIFICOS

POR SUS RANGOS DE VOLTAJE

ESTANDAR: 220/440 V. 2300 VOLTS
 220 & 440 V. 4000 VOLTS
 6600 VOLTS

POR SU CLASE DE AISLAMIENTO

AISLAMIENTO CLASE (B) 130°C COMO ESTANDAR.
 AISLAMIENTOS CLASE (F) 155°C Y --
 CLASE (H) 180°C COMO ESPECIALES.

LOS RANGOS DE POTENCIAS Y VELOCIDADES CORRESPONDIENTES SE MUESTRAN EN FORMA DETALLADA EN LAS PAGINAS SIGUIENTES; ADEMÁS TODOS LOS MOTORES SE PUEDEN FABRICAR EN FORMA ESPECIAL CON UNA AMPLIA VARIEDAD DE MODIFICACIONES MECANICAS Y ELECTRICAS O DE OPERACION PARA LOS USOS ESPECIFICOS.

MOTORES HORIZONTALES LINEA ESTANDAR EN ARMAZONES 140 A 440

I. MOTORES A PRUEBA DE GOTEO, JAULA DE ARDILLA.

PARA TENSIONES DE 220 A 440 VOLTS. ESTOS MOTORES SE CONSTRUYEN PARA TENSION (DOBLE) DE 220/440 VOLTS EN POTENCIAS HASTA DE 100 CP. PARA LAS POTENCIAS DE 125 CP. Y MAYORES SE SUMINISTRARAN UNICAMENTE PARA TENSION DE 440 VOLTS.

ARRIBA DE LAS CAPACIDADES ANOTADAS, SE SUMINISTRAN PARA 440 VOLTS UNICAMENTE.

No. DE POLOS	VELOCIDAD SINCRONA RPM.	RANGO DE CAPACIDADES
2	3600	1/2 A 300 CP
4	1800	1/2 A 300 CP
6	1200	3/4 A 250 CP
8	900	3/4 A 200 CP

PARA TENSIONES DE 2300 VOLTS.

2	3600	100 A 250 CP
4	1800	100 A 350 CP
6	1200	75 A 250 CP

II. MOTORES TOTALMENTE CERRADOS CON VENTILACION EXTERIOR, JAULA DE ARDILLA.

PARA TENSIONES DE 220 A 440 VOLTS.

POR LO QUE RESPECTA A LA MAGNITUD DE LA TENSION EN RELACION CON LA CAPACIDAD, VEASE LO ANOTADO BAJO EL PARRAFO I.

No. DE POLOS	VELOCIDAD SINCRONA R P M	RANGO DE CAPACIDADES
2	3600	1/2 A 250 CP
4	1800	1/2 A 250 CP
6	1200	3/4 A 250 CP
8	900	3/4 A 200 CP

PARA TENSIONES DE 2300 VOLTS

No. DE POLOS	VELOCIDAD SINCRONA RPM.	RANGO DE CAPACIDADES
2	3600	100 A 150 CP
4	1800	100 A 250 CP
6	1200	75 A 200 CP

III. MOTORES HORIZONTALES TOTAL--
MENTE CERRADOS CON VENTILA--
CION EXTERIOR, DE ROTOR DEVA--
NADO (SERVICIO CONTINUO)

PARA TENSIONES DE 220 A 440 VOLTS

No. DE POLOS	VELOCIDAD SINCRONA RPM.	RANGO DE CAPACIDADES
4	1800	25 A 200 CP
6	1200	20 A 150 CP
8	900	15 A 125 CP

IV. MOTORES HORIZONTALES A PRUEBA
DE GOTE, ROTOR DEVANADO (SER--
VICIO CONTINUO)

PARA TENSIONES DE 220 A 440 VOLTS

No. DE POLOS	VELOCIDAD SINCRONA RPM.	RANGO DE CAPACIDADES
4	1800	1 A 250 CP
6	1200	1 A 150 CP
8	900	1 A 125 CP

V. MOTORES HORIZONTALES CERRADOS SIN
VENTILACION, ROTOR DEVANADO (SERVI--
CIO INTERMITENTE) PARA GRUAS Y POLI--
PASTOS.

PARA TENSIONES DE 220 A 440 VOLTS.

No DE POLOS	VELOCIDAD SINCRONA RPM.	RANGO DE CAPACIDADES 30 MIN.	60 MIN.
4	1800	1 A 200 CP	1 A 150 CP
6	1200	1 A 200 CP	1 A 125 CP
8	900	1 A 150 CP	1 A 100 CP

VI. MOTORES HORIZONTALES A PRUEBA DE
GOTE, ROTOR DEVANADO (SERVICIO IN--
TERMITENTE) PARA GRUAS Y POLIPASTOS

PARA TENSIONES DE 220 A 440 VOLTS.

No. DE POLOS	VELOCIDAD SINCRONA RPM.	RANGO DE CAPACIDADES 30 MIN.	60 MIN.
4	1800	1 A 30 CP	1 A 250 CP
6	1200	1 A 30 CP	1 A 200 CP
8	900	1 A 30 CP	1 A 150 CP

**MOTORES VERTICALES LINEA ESTANDAR EN
ARMAZONES 210 A 440.**

MODIFICACIONES

**I. MOTORES A PRUEBA DE INTEMPERIE
CON FLECHA HUECA O FLECHA SOLIDA
CON CARGAS AXIALES NORMALES.**

PARA TENSIONES DE 220 / 440 VOLTS.

POR LO QUE RESPECTA A LA MAGNITUD DE
LA TENSION APLICABLE EN RELACION A
LA CAPACIDAD, VEASE LO ANOTADO BAJO
EL PARRAFO SIGUIENTE.

No. DE POLOS	VELOCIDAD SINCRONA RPM.	RANGO DE CAPACIDADES
2	3600	1 A 250 CP
4	1800	1 A 300 CP
6	1200	1 A 200 CP
8	900	1 A 150 CP

PARA TENSIONES DE 2300 VOLTS.

2	3600	75 A 250 CP
4	1800	75 A 200 CP
6	1200	75 A 150 CP

**II. MOTORES VERTICALES TOTALMENTE-
CERRADOS CON FLECHA HUECA O SO
LIDA. PARA CARGAS AXIALES NOR-
MALES.**

PARA TENSIONES DE 220 / 440 VOLTS.

No. DE POLOS	VELOCIDAD SINCRONA RPM.	RANGO DE CAPACIDADES
2	3600	1 A 200 CP
4	1800	1 A 250 CP
6	1200	1 A 200 CP
8	900	1.5 A 150 CP

PARA TENSIONES DE 2300 VOLTS.

2	3600	75 A 125 CP
4	1800	75 A 200 CP
6	1200	75 A 150 CP

TODOS LOS MOTORES LISTADOS BAJO LAS
SECCIONES 1 Y 2 SE PUEDEN SUMINIS-
TRAR BAJO PEDIDO ESPECIAL, CON LAS
MODIFICACIONES SIGUIENTES:

- CON PARES DE DISEÑO NEMA Co D.
- CONEXIONES PARA ARRANQUE ESTRELLA-
DELTA O POR DEVANADO BIPARTIDO.
- CONACABADO PARA AMBIENTE TROPICAL
MARITIMO O QUIMICO.
- CON AISLAMIENTO A PRUEBA DE HUME-
DAD.
- PARA OPERACION A VOLTAJES ESPECIAL-
LES.
- CON RODAMIENTOS PARA ALTO EMPUJE -
AXIAL, EN UNO O EN AMBOS SENTIDOS.
- PARA ACOPLAMIENTO DIRECTO CON BRI-
DAS C, D o P.
- CON DEVANADOS PARA DOS VELOCIDADES
- CON OTROS TIPOS DE VARIANTES MECA-
NICAS, ELECTRICAS O DE PROTECCION-
QUE EL CLIENTE ESPECIFIQUE.

MOTORES HORIZONTALES GRANDES,
 JAULA DE ARDILLA EN ARMAZONES 5000,
 5800 Y 6800.

MOTORES A PRUEBA DE GOTEY Y A
 PRUEBA DE INTEMPERIE TIPO 1.

PARA TENSIONES DE 440 VOLTS.

No. DE POLOS	VELOCIDAD SINCRONA R.P.M	RANGO DE CAPACIDADES	
		CLASE B	CLASE F
2	3600	250 A 800 CP	250 A 800 CP
4	1800	250 A 800 CP	250 A 800 CP
6	1200	200 A 800 CP	200 A 800 CP
8	900	150 A 800 CP	150 A 800 CP
10	720	150 A 800 CP	150 A 800 CP
12	600	150 A 800 CP	150 A 800 CP
14	514	150 A 700 CP	150 A 800 CP

PARA TENSIONES DE 2300 VOLTS.

No. DE POLOS	VELOCIDAD SINCRONA R.P.M.	RANGO DE CAPACIDADES	
		CLASE B	CLASE F
2	3600	200 A 2250 CP	200 A 2500 CP
4	1800	200 A 2750 CP	200 A 3000 CP
6	1200	200 A 2250 CP	200 A 2500 CP
8	900	150 A 1750 CP	150 A 1750 CP
10	720	150 A 1250 CP	150 A 1500 CP
12	600	150 A 900 CP	150 A 1000 CP
14	514	150 A 700 CP	150 A 700 CP

PARA TENSIONES DE 4000 VOLTS.

No. DE POLOS	VELOCIDAD SINCRONA RPM.	RANGO DE CAPACIDADES	
		CLASE B	CLASE F
2	3600	200 A 2250 CP	200 A 2500 CP
4	1800	200 A 2500 CP	200 A 3000 CP
6	1200	200 A 1750 CP	200 A 2500 CP
8	900	200 A 1500 CP	200 A 1500 CP
10	720	200 A 1000 CP	200 A 1250 CP
12	600	200 A 800 CP	200 A 900 CP
14	514	200 A 600 CP.	200 A 600 CP

PARA TENSIONES DE 6600 VOLTS.

No. DE POLOS	VELOCIDAD SINCRONA RPM.	RANGO DE CAPACIDADES	
		CLASE B	CLASE F
2	3600	200 A 1250 CP	200 A 1500 CP
4	1800	200 A 1750 CP	200 A 2000 CP
6	1200	200 A 1500 CP	200 A 1750 CP
8	900	200 A 1250 CP	200 A 1250 CP
10	720	200 A 900 CP	200 A 1000 CP
12	600	200 A 700 CP	200 A 800 CP
14	514	200 A 500 CP	200 A 600 CP

II. MOTORES CERRADOS CON VENTILACION EXTERIOR.

PARA TENSIONES DE 440 VOLTS.

No. DE POLOS	VELOCIDAD SINCRONA RPM.	NORMAL	INTERCAMBIADOR
			AIRE - AIRE
2	3600	200 A 800 CP	200 A 800 CP
4	1800	200 A 800 CP	200 A 800 CP
6	1200	200 A 800 CP	200 A 800 CP
8	900	150 A 800 CP	150 A 800 CP
10	720	150 A 700 CP	150 A 700 CP
12	600	150 A 600 CP	150 A 600 CP

PARA TENSIONES DE 2300 VOLTS.

No. DE POLOS	VELOCIDAD SINCRONA RPM.	RANGO DE CAPACIDADES	
		CLASE B	CLASE F
2	3600	200 A 1250 CP	200 A 1500 CP
4	1800	250 A 1000 CP	250 A 1750 CP
6	1200	200 A 1000 CP	200 A 1500 CP
8	900	150 A 900 CP	150 A 1000 CP
10	720	150 A 700 CP	150 A 900 CP
12	600	150 A 600 CP	150 A 600 CP

PARA TENSIONES DE 4000 VOLTS.

No. DE POLOS	VELOCIDAD SINCRONA RPM.	RANGO DE CAPACIDADES	
		CLASE B	CLASE F
2	3600	200 A 1000 CP	200 A 1500 CP
4	1800	200 A 1000 CP	200 A 1750 CP
6	1200	200 A 1000 CP	200 A 1250 CP
8	900	200 A 900 CP	200 A 1000 CP
10	720	200 A 700 CP	200 A 800 CP
12	600	200 A 600 CP	200 A 600 CP

PARA TENSIONES DE 6600 VOLTS.

No. DE POLOS	VELOCIDAD SINCRONA RPM.	NORMAL	INTERCAMBIADOR AIRE - AIRE
2	3600	200 A 500 CP	200 A 800 CP
4	1800	200 A 700 CP	200 A 900 CP
6	1200	200 A 600 CP	200 A 700 CP
8	900	200 A 500 CP	200 A 600 CP
10	720	200 A 300 CP	200 A 500 CP

III. MOTORES A PRUEBA DE INTEMPERIE, TIPO II.

PARA TENSIONES DE 440 VOLTS.

No. DE POLOS	VELOCIDAD SINCRONA RPM.	RANGO DE CAPACIDADES	
		CLASE B	CLASE F
2	3600	250 A 800 CP	250 A 800 CP
4	1800	200 A 800 CP	200 A 800 CP
6	1200	200 A 800 CP	200 A 800 CP
8	900	150 A 800 CP	150 A 800 CP
10	720	150 A 800 CP	150 A 800 CP
12	600	150 A 800 CP	150 A 800 CP
14	514	150 A 600 CP	150 A 700 CP

PARA TENSIONES DE 2500 VOLTS.

2	3600	200 A 2250 CP	200 A 2500 CP
4	1800	200 A 2500 CP	200 A 3000 CP
6	1200	200 A 2000 CP	200 A 2500 CP
8	900	150 A 1500 CP	150 A 1750 CP
10	720	150 A 1250 CP	150 A 1250 CP
12	600	150 A 800 CP	150 A 900 CP
14	514	150 A 600 CP	150 A 600 CP

PARA TENSIONES DE 4000 VOLTS.

2	3600	200 A 2000 CP	200 A 2500 CP
4	1800	200 A 2500 CP	200 A 3000 CP
6	1200	200 A 1750 CP	200 A 2500 CP
8	900	200 A 1500 CP	200 A 1500 CP
10	720	200 A 1250 CP	200 A 1250 CP
12	600	200 A 700 CP	200 A 800 CP
14	514	200 A 600 CP	200 A 600 CP

PARA TENSIONES DE 6600 VOLTS.

No. DE POLOS	VELOCIDAD SINCRONA RPM.	RANGO DE CAPACIDADES	
		CLASE B	CLASE F
2	3600	200 A 1000 CP	200 A 1250 CP
4	1800	200 A 1500 CP	200 A 1750 CP
6	1200	200 A 1250 CP	200 A 1500 CP
8	900	200 A 1000 CP	200 A 1250 CP
10	720	200 A 800 CP	200 A 900 CP
12	600	200 A 600 CP	200 A 700 CP
14	514	200 A 450 CP	200 A 500 CP

MOTORES VERTICALES GRANDES EN ARMAZONES 5000, 5800, 6800 Y FLECHA HUECA O SOLIDA CON RODAMIENTOS PARA ALTO EMPUJE -- AXIAL.

PARA TENSIONES DE 4000 VOLTS.

No. DE POLOS	VELOCIDAD SINCRONA RPM.	RANGOS DE CAPACIDADES	
		I. A PRUEBA DE INTEMPERIE, TIPO I.	
4	1800	200 A 250 CP	
6	1200	200 A 1750 CP	
8	900	200 A 1500 CP	
10	720	200 A 1000 CP	
12	600	200 A 800 CP	
14	514	200 A 600 CP	

I. A PRUEBA DE INTEMPERIE, TIPO I.

PARA TENSIONES DE 440 VOLTS.

No. DE POLOS.	VELOCIDAD SINCRONA RPM.	RANGO DE CAPACIDADES
2	1800	250 A 800 CP
6	1200	200 A 800 CP
8	900	150 A 800 CP
10	720	150 A 800 CP
12	600	150 A 800 CP
14	514	150 A 700 CP

PARA TENSIONES DE 6600 VOLTS

No. DE POLOS	VELOCIDAD SINCRONA RPM.	RANGO DE CAPACIDADES
4	1800	200 A 1750 CP
6	1200	200 A 1500 CP
8	900	200 A 1250 CP
10	720	200 A 900 CP
12	600	200 A 700 CP
14	514	200 A 500 CP

PARA TENSIONES DE 2300 VOLTS.

No. DE POLOS	VELOCIDAD SINCRONA RPM.	RANGO DE CAPACIDADES
4	1800	200 A 2250 CP
6	1200	200 A 2250 CP
8	900	150 A 1250 CP
10	720	150 A 1250 CP
12	600	150 A 900 CP
14	514	150 A 700 CP

MOTOR LOCALIZADO EN

TIPO DE MOTOR

FABRICAS Y OFICINAS LIMPIAS,
ALMACENES, CASETAS DE ELE--
VADORES, CUARTOS AISLADOS
PARA MOTORES, PLANTAS GE--
NERADORAS Y TODA CLASE DE
APLICACIONES DONDE LA AT-
MOSFERA SEA LIMPIA Y SECA.

STANDAR A PRUEBA DE
GOTEO.

EN INTERIORES O EXTERIORES
PROTEGIDOS, PERO CON ALTA
HUMEDAD AMBIENTAL.

A PRUEBA DE GOTEO
+ APH.

EN INTERIORES O EXTERIORES
CON ALTA HUMEDAD Y VAPORES
O SALPICADURAS QUIMICAS

MOTOR T.C.C.V. TIPO QUI-
MICO.

EN INTERIORES CON POLVO ME-
TALICO, (MAQUINAS, HERRAMIE-
NTAS PARA TRABAJO PESADO, IN-
DUSTRIA AUTOMOTRIZ, etc)

MOTOR T.C.C.V.

EN INTERIORES O EXTERIORES
CON POLVO ABRASIVO.

MOTOR T.C.C.V.

MISMO AL ANTERIOR, PERO VA-
P ORES O GASES QUIMICOS EN
ADICION.

MOTOR T.C.C.V. TIPO QUI-
MICO.

POLVOS SECOS NO EXPLOSIVOS.

MOTOR T.C.C.V.

APLICACIONES POLVOSAS Y HUMEDAS
CON MATERIALES COMO POLVOS
Y PULPA QUE PUEDEN OBSTRU-
IR LOS DUCTOS DE VENTILACION
DE UN MOTOR ABIERTO.

MOTOR T.C.C.V. TIPO QUI-
MICO.

CONDICIONES TROPICALES

MOTOR T.C.C.V. TIPO QUI-
MICO.

ATMOSFERAS EXPLOSIVAS

MOTOR T.C.C.V. A PRUEBA DE
EXPLOSION.

CLASES T.C.C.V= TOTALMENTE CE-
RRADO CON VENTILACION .
APH= AISLAMIENTO A PRUEBA
DE HUMEDAD.

CODIGO IDENTIFICADOR POR LETRAS.

LAS LETRAS DE CODIGO MARCADAS EN LA PLACA INDICADORA PARA SEÑALAR EL CONSUMO DEL MOTOR CON ROTOR BLOQUEADO ESTARAN DE ACUERDO CON EL SIGUIENTE CODIGO IDENTIFICADO POR LETRAS.

LETRA DE CODIGO	KVA- POR CABALLO DE VAPOR CON ROTOR BLOQUEADO.	
A -----	0	3.14
B -----	3.15	3.54
C-----	3.55	3.99
D-----	4.0	4.49
E-----	4.5	4.99
F-----	5.0	5.59
G-----	5.6	6.29
H-----	6.3	7.09
J-----	7.1	7.99
K-----	8.0	8.99
L-----	9.0	9.99
M-----	10.0	11.19
N-----	11.2	12.49
P-----	12.5	13.99
R-----	14.0	15.99
S-----	16.0	17.99
T-----	18.0	19.99
U-----	20.0	22.39
V-----	22.4	Y MAS.

LA TABLA ANTERIOR ES UNA NORMA ADAPTADA POR LA NATIONAL ELECTRICAL MANUFACTURERS ASSOCIATION.

LA LETRA DEL CODIGO INDICA EL CONSUMO DEL MOTOR CON ROTOR BLOQUEADO, ESTA LETRA DEL CODIGO SE EMPLEARA PARA DETERMINAR LA PROTECCION DE SOBRECARGA DEL CIRCUITO.

INTENSIDAD DE CORRIENTE A PLENA CARGA*, MOTORES DE C.A. TRIFASICA.

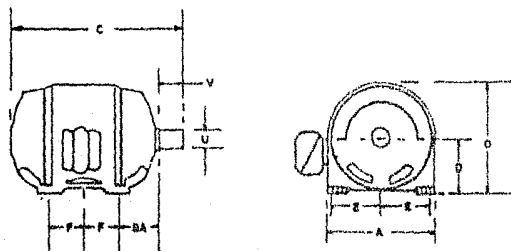
MOTOR JAULA DE ARDILLA Y ROTOR DEVANADO.

C V	VOLTS				
	110	220	440	550	2300
1/2	4	2	4	0.8	
3/4	5.6	2.8	1.4	1.1	
1	7	3.5	1.8	1.9	
11/2	10	5	2.5	2.0	
2	13	6.5	3.3	2.6	
3	-	9	4.5	4	
5	-	15	7.5	6	
7 1/2	-	22	11	9	
10	-	27	14	11	
15	-	40	20	16	
20	-	52	26	21	
25	-	64	32	26	7
30	-	78	39	31	8.5
40	-	104	52	41	10.5
50	-	125	63	50	13
60	-	150	75	60	16
70	-	185	93	74	19
100	-	246	123	98	25
125	-	310	155	124	31
150	-	360	180	144	37
200	-	480	240	192	48

PARA INTENSIDADES DE CORRIENTE A PLENA CARGA DE MOTORES DE 208 Y 200 V, INCREMENTESE LA INTENSIDAD DE CORRIENTE A PLENA CARGA CORRESPONDIENTE AL MOTOR DE 220 V EN UN 6 Y UN 10% RESPECTIVAMENTE.

* ESTOS VALORES DE INTENSIDADES DE CORRIENTE A PLENA CARGA SE REFIEREN A MOTORES QUE GIREN A VELOCIDAD STANDARD PARA MOTORES CON CORRIENTE Y MOTORES CON CARACTERISTICAS NORMALES DE PAR RESISTENTE. LOS MOTORES CONSTRUIDOS PARA VELOCIDADES ESPECIALMENTE BAJAS O PARES RESISTENTES ESPECIALMENTE GRANDES PUEDEN REQUERIR MAS INTENSIDAD DE CORRIENTE, EN CUYO CASO SE EMPLEARA LA CORRIENTE DE REGIMEN DE LA PLACA INDICADA.

Dimensiones Normales Nema para Motores Horizontales a Prueba de Gotas.

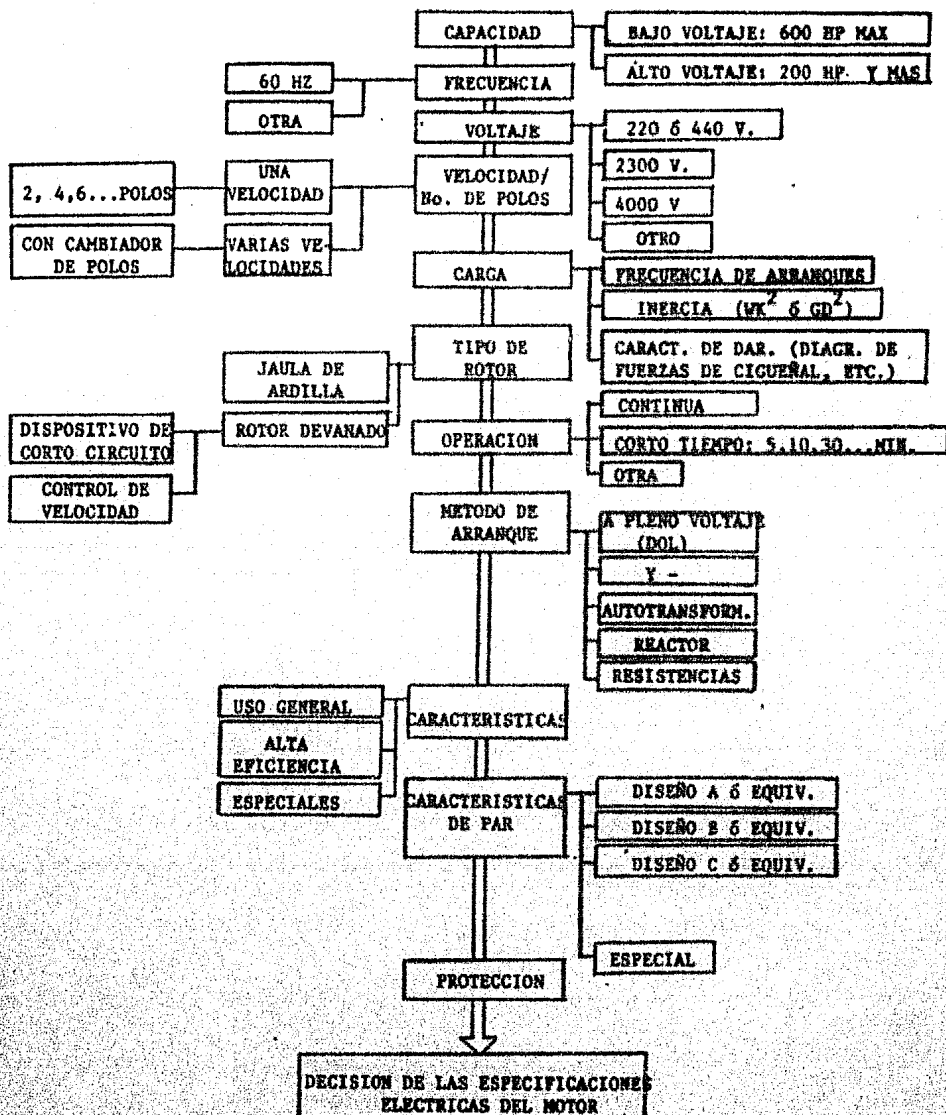


221

Armazón	A Max.	C	D	E	F	O	BA	U	V Min.
56	6-1/2	10-5/16	3-1/2	2-7/16	1-1/2	6-7/8	2-3/4	0/8	1-7/8
143	7	11-1/2	3-1/2	2-3/4	2	6-3/4	2-1/4	3/4	1-3/8
145	7	12-1/2	3-1/2	2-3/4	2-1/2	6-3/4	2-1/4	7/8	1-3/8
182	8-7/8	12-1/8	4-1/2	3-3/4	2-1/4	8-15/16	2-3/4	7/8	2-1/4
184	8-7/8	13-1/8	4-1/2	3-3/4	2-3/4	8-15/16	2-3/4	7/8	2-1/4
213	10-3/8	15-5/16	5-1/4	4-1/4	2-3/4	10-7/16	3-1/2	1-1/8	3
215	10-3/8	16-13/16	5-1/4	4-1/4	3-1/2	10-7/16	3-1/2	1-1/8	3
254U	12-7/16	20-1/4	6-1/4	5	4-1/8	12-1/2	4-1/4	1-3/8	3-3/4
258U	12-7/16	22	6-1/4	5	5	12-1/2	4-1/4	1-3/8	3-3/4
284U	13-7/8	23-11/16	7	5-1/2	4-3/4	13-15/16	4-3/4	1-5/8	4-7/8
286U	13-7/8	25-3/16	7	5-1/2	5-1/2	13-15/16	4-3/4	1-5/8	4-7/8
324U	15-7/8	26-3/8	8	6-1/4	5-1/4	15-19/16	5-1/4	1-7/8	5-5/8
324S	15-7/8	24	8	6-1/4	5-1/4	15-19/16	5-1/4	1-5/8	3-1/4
326U	15-7/8	27-7/8	8	6-1/4	6	15-19/16	5-1/4	1-7/8	5-5/8
326S	15-7/8	25-1/2	8	6-1/4	6	15-19/16	5-1/4	1-5/8	3-1/4
364U	17-5/8	29-3/16	9	7	5-9/8	17-13/16	5-7/8	2-1/8	6-3/8
364US	17-5/8	28-9/16	9	7	5-9/8	17-13/16	5-7/8	1-7/8	3-3/4
365U	17-5/8	30-1/16	9	7	6-1/8	17-13/16	5-7/8	2-1/8	6-3/8
365US	17-5/8	27-9/16	9	7	6-1/8	17-13/16	5-7/8	1-7/8	3-3/4
404U	19-3/4	32-7/16	10	8	6-1/8	19-7/8	6-5/8	2-3/8	7-1/8
404US	19-3/4	29-9/16	10	8	6-1/8	19-7/8	6-5/8	2-1/8	4-1/4
406U	19-3/4	33-15/16	10	8	6-7/8	19-7/8	6-5/8	2-3/8	7-1/8
405US	19-3/4	31-1/16	10	8	6-7/8	19-7/8	6-5/8	2-1/8	4-3/4
444S	22	38	11	9	7-1/8	22-5/16	7-1/2	2-7/8	8-5/8
444US	22	33-5/8	11	9	7-1/4	22-5/16	7-1/2	2-1/8	4-1/4
445U	22	40	11	9	8-1/4	22-5/16	7-1/2	8-7/8	8-5/8
445US	22	35-5/8	11	9	8-1/4	22-5/16	7-1/2	2-1/8	4-1/4

Asignaciones Nema para Motores Horizontales a Prueba de Gotas

H.P.	3600 RPM	1800 RPM	1200 RPM	900 RPM
1/4		56	56	68
1/2		56	56	68
3/4		56	56	182 143
1	56	68	182 143	184 145
1 1/2	182 143	184 145	184 145	213 184
2	184 145	184 145	213 184	215 213
3	184 145	213 182	215 213	254U 215
5	213 182	215 184	254U 215	258U
7 1/2	215 184	254U 213	256U 215	284U
10	254U 213	256U 215	284U	286U
15	258U 215	284U	324U	326U
20	284U	286U	328U	364U
25	288U	324U	364U	365U
30	324U	326U	365U	404U
40	326S	364U	404U	405U
60	364US	365US	405U	444U
60	365US	404US	444U	445U
75	404US	405US	445U	1504
100	405US	444US	1504	1506
125	444US	445US	1504	1587
150	445US	1504	1505	1587
200	1505S	1504	1587	1589
250	1507S	1505	1587	1589
300		1507	1587	1589
350		1587	1589	1589
400		1587	1589	1589
450		1509S	1589	1589
600		1589S	1689	1689
600			1689	1689
700			1689	1689
800			1689	1689



SELECCION DE MOTORES PLANTA DE PINTURAS DUPONT.

SELECCIONAMOS LOS MOTORES DE ACUERDO A LOS PARAMETROS ANTERIORMENTE EXPUESTOS CONSIDERANDO LA APLICACION DE CADA UNO DE ELLOS.

MOTORES PARA:

- 1.- REACTORES (AGITADORES)
- 2.- TANQUES PARA MEZCLAS. (AGITADORES)

EN DONDE LAS CONDICIONES DE TRABAJO Y OPERACION SON LAS SIGUIENTES:

CLASE 1 AREAS CON GASES O VAPORES INFLAMABLES

GRUPO D ATMOSFERA CON CONTENIDO DE SOLVENTES

DIVISION 2 SOLVENTES PROCESADOS EN RECIPIENTES CERRADOS.

TIPO DE MOTOR RECOMENDADO: A PRUEBA DE EXPLOSION

INSTALACION	HORIZONTAL	CARGA RADIAL NORMAL
	VERTICAL	CARGA AXIAL NORMAL

TIPO JAULA DE ARDILLA

AISLAMIENTO CLASE B (130°C)

CLASE NEMA D

CARACTERISTICAS ELECTRICAS

220/440 VOLTS, 3 FASES, 60 HZ.

No. POLOS.	R.P.M.	POTENCIA H.P.
2	3600	1/2 A 300
4	1800	1/2 A 300
6	1200	1/2 A 250
8	900	1/2 A 200

SERVICIO CONTINUO

FACTOR DE SERVICIO 1.0 6 1.15

MOTORES PARA:

- 1.- BOMBAS
- 2.- COMPRESORES
- 3.- TORRES DE ENFRIAMIENTO
- 4.- MOLINO DE BOLAS
- 5.- MOLINO DE ARENA
- 6.- ELEVADORES
- 7.- EXTRACTORES

EN DONDE LAS CONDICIONES DE TRABAJO Y OPERACION SON LAS SIGUIENTES:

MOTORES INSTALADOS EN AMBIENTES POLVOSOS. ABRASIVOS, HUMEDOS Y LIGERAMENTE CORROSIVOS.

TIPO DE MOTOR RECOMENDADO: TOTALMENTE CERRADO CON VENTILACION-EXTERIOR.

INSTALACION: HORIZONTAL, CARGA RADIAL NORMAL.

TIPO: JAULA DE ARDILLA.

CLASE NEMA B

AISLAMIENTO CLASE B (130°C)

AISLAMIENTO CLASE F (155°C) 6 H (180°C)

DEPENDIENDO DE LA CARGA Y OPERACION DEL MOTOR CARACTERISTICAS ELECTRICAS.

220/440 VOLTS, 3 FASES, 60 HZ.

No. POLOS	R.P.M.	POTENCIA H.P.
2	3600	1/2 A 300
4	1800	1/2 A 300
6	1200	1/2 A 250
8	900	1/2 A 200

SERVICIO CONTINUO

FACTOR DE SERVICIO 1.0 6 1.15

INSTALACION DE MOTORES.

LAS SIGUIENTES NORMAS SON LAS ESTABLECIDAS PARA LA INSTALACION DE MOTORES ELECTRICOS. DICHAS NORMAS ESTAN BASADAS EN LOS CODIGOS DE NORMAS DE LA DIRECCION GENERAL DE ELECTRICIDAD, DE LA CUAL FUERON TOMADAS.

PARA LA APLICACION DE LOS REQUISITOS DE ESTA SECCION, LOS SIGUIENTES TERMINOS SE ENTIENDEN COMO SIGUE:

A LA VISTA DE CUANDO SE ESPECIFICA QUE UN EQUIPO ESTA 'A LA VISTA DE' OTRO, SIGNIFICA QUE ESE EQUIPO ESTA UBICADO A UNA DISTANCIA NO MAYOR DE 15 METROS Y VISIBLE DESDE OTRO.

SERVICIO CONTINUO. TIPO DE SERVICIO QUE SE CARACTERIZA POR REQUERIR EL FUNCIONAMIENTO DEL MOTOR CON UNA CARGA SUBSTANCIALMENTE CONSTANTE POR UN TIEMPO LARGO INDEFINIDO.

SERVICIO DE CORTO TIEMPO: TIPO DE SERVICIO QUE EXIGE EL FUNCIONAMIENTO DE UNA CARGA SUBSTANCIALMENTE CONSTANTE POR UN TIEMPO CORTO DEFINIDO.

SERVICIO INTERMITENTE: TIPO DE SERVICIO QUE EXIGE EL FUNCIONAMIENTO POR PERIODOS ALTERNADOS.

- 1.- CON CARGA Y SIN CARGA.
- 2.- CON CARGA Y DESCONECTADA; O
- 3.- CON CARGA, SIN CARGA Y DESCONECTADO.

SERVICIO PERIODICO: OPERACION INTERMITENTE EN LA CUAL LAS CONDICIONES DE LA CARGA SON REGULARMENTE RECURRENTES.

SERVICIO VARIABLE: TIPO DE SERVICIO QUE SE CARACTERIZA POR QUE TANTO LA CARGA COMO LOS INTERVALOS DE SU DURACION PUEDEN ESTAR SUJETOS A VARIACIONES CONSIDERABLES.

IDENTIFICACION DE MOTORES.

A.- MOTORES DE USO NORMAL.- LOS MOTORES DEBEN ESTAR PROVISTOS DE PLACA DE DATOS CON LA INFORMACION SIGUIENTE, COMO MINIMO:

- A) MARCA A NOMBRE DEL FABRICANTE.
- B) TENSION NOMINAL EN VOLTS. Y CORRIENTE A PLENA CARGA EN AMPERES.
- C) FRECUENCIA Y NUMERO DE FASES. EN MOTORES DE CORRIENTE ALTERNA, ASI COMO EL TIPO DE CONEXION.

- D)-VELOCIDAD A TODA CARGA.
 E)-ELEVACION NOMINAL DE TEMPERATURA (EN °C) O CLASE DEL AISLAMIENTO Y TEMPERATURA AMBIENTE REFERIDA.
 F)REGIMEN DE TRABAJO (REFERIDO AL TIEMPO EL CUAL EL MOTOR PUEDE FUNCIONAR A PLENA CARGA SIN ALCANZAR SU LIMITE DE TEMPERATURA. ESTE REGIMEN PUEDE SER DE 5, 15, 30 O 60 MINUTOS O CONTINUO.
 G)POTENCIA NOMINAL (EN C.P.O. EN KW) PARA MOTORES DE 1/8 DE C.P. Y MAYORES.

EXCEPCION: EN MOTORES DE SOLDADORAS DE ARCO, LA CAPACIDAD NOMINAL DEBE INDICARSE EN AMPERES Y PUEDE OMITIRSE SU VALOR EN CABALLOS DE POTENCIA.

- H)-TENSION Y CORRIENTE A PLENA CARGA, SECUNDARIAS, SI SE TRATA DE UN MOTOR DE INDUCCION CON ROTOR DEVANADO.
 I)-TENSION Y CORRIENTE DEL CAMPO EN EL CASO DE MOTORES SINCRONOS.
 J)-TIPO DEVANADO (PARALELO, COMPUESTO O SERIE) EN MOTORES DE CORRIENTE DIRECTA.

- UN MOTOR DE VARIAS VELOCIDADES DEBE TENER MARCADAS LA CORRIENTE Y LA POTENCIA PARA CADA VELOCIDAD, EXCEPTO EN EL CASO DE MOTORES DE POLOS SOMBREADOS O CON CAPACITOR DIVIDIDO FIJO QUE REQUIEREN LA INDICACION DE LA CORRIENTE Y LA POTENCIA SOLO PARA LA MAXIMA VELOCIDAD. UN MOTOR QUE LLEVE INCORPORADO UN PROTECTOR TERMICO DEBE TENER INDICACIONES EN ESTE SENTIDO.
- USO DE LAS LETRAS DE CLAVE. SE RECOMIENDA QUE EN MOTORES DE CORRIENTE ALTERNA DE 1/2 C.P. O MAYORES QUE SE USEN LETRAS DE CLAVE QUE INDIQUEN LA POTENCIA QUE TOMAN LOS MOTORES CON EL ROTOR BLOQUEADO, EN TAL CASO, DICHAS LETRAS DEBEN MARCARSE EN LA PLACA DE DATOS Y ESTAR DE ACUERDO CON LA TABLA SIGUIENTE:

LAS LETRAS DE CLAVE PARA INDICAR LOS KVA POR C.P. DE LOS MOTORES CON ROTOR BLOQUEADO.

LETRA DE CLAVE	KVA POR C.P. CON ROTOR BLOQUEADO	LETRA DE CLAVE	KVA POR C.P. CON ROTOR BLOQUEADO.
A	0 ----- 3.14	L	9----- 9.99
B	3.14----- 3.54	M	10-----11.19
C	3.55----- 3.99	N	11.2-----12.49
D	4.0----- 4.49	P	12.5-----13.99
E	4.5----- 4.99	R	14.0-----15.99
F	5.0----- 5.59	S	16.0-----17.99
G	5.6----- 6.29	T	18.0-----19.99
H	6.3----- 7.09	U	20.0-----22.39
J	7.1----- 7.99	V	22.4-----Y MAS.
K	8.0----- 8.99		

NOTA: LOS MOTORES DE VELOCIDADES MULTIPLES DEBEN MARCARSE CON LA LETRA DE CLAVE QUE INDIQUE LOS KVA POR CABALLO DE POTENCIA CON ROTOR BLOQUEADO PARA LA VELOCIDAD MAS ALTA, EXCEPTO LOS MOTORES DE POTENCIA CONSTANTE, LOS CUALES DEBEN MARCARSE CON LA LETRA DE CLAVE DE EL MAYOR NUMERO DE KVA POR CABALLO DE POTENCIA CON ROTOR BLOQUEADO.

NOTA No. 2: LOS MOTORES DE UNA SOLA VELOCIDAD QUE ARRANQUEN EN ESTRELLA Y TRABAJEN EN MARCHA NORMAL EN DELTA, DEBEN IDENTIFICARSE CON LA LETRA DE CLAVE CORRESPONDIENTE A LOS KVA POR CABALLO DE POTENCIA CON ROTOR BLOQUEADO EN LA CONEXION ESTRELLA.

NOTA No. 3: LOS MOTORES DE DOS TENSIONES QUE TENGAN DISTINTOS KVA POR CABALLO DE POTENCIA CON ROTOR BLOQUEADO EN LAS DOS TENSIONES QUE DE EL MAYOR NUMERO DE KVA POR CABALLO DE POTENCIA CON ROTOR BLOQUEADO.

NOTA No. 4: LOS MOTORES CON ALIMENTACION PARA 50 Y 60 HERTZ DEBEN IDENTIFICARSE CON LA LETRA DE CLAVE QUE DESIGNE LOS KVA POR CABALLO DE POTENCIA CON ROTOR BLOQUEADO A 60 HERTZ.

NOTA No. 5: LOS MOTORES QUE ARRANQUEN CON UNA PARTE DEL DEVANADO DEBEN MARCARSE CON LA LETRA DE CLAVE QUE DESIGNE LOS KVA POR CABALLO DE POTENCIA CON ROTOR BLOQUEADO CORRESPONDIENTES A TODO EL DEVANADO DEL MOTOR.

PROTECCION CONTRA LIQUIDOS.

CUANDO SE INSTALEN MOTORES DEBAJO DE EQUIPOS U OTROS LUGARES DONDE PUEBA CAER O SALPICAR ACEITE, AGUA U OTRO LIQUIDO PERJUDICIAL DEBEN COLOCARSE RESGUARDOS O CUBIERTAS ADECUADAS PARA PROTEGER LAS PARTES VIVAS EXPUESTAS DE LOS MOTORES Y AISLAMIENTOS DE SUS CONEXIONES, A MENOS QUE DICHS MOTORES ESTEN DISEÑADOS PARA LAS CONDICIONES EXISTENTES.

UBICACION DE LOS MOTORES.

LOS MOTORES DEBEN UBICARSE DE MANERA QUE TENGAN UNA VENTILACION ADECUADA Y QUE EL MANTENIMIENTO TAL COMO LA LUBRICACION DE CHUMACERAS Y EL CAMBIO DE ESCOBILLAS, PUEBA HACERSE FACILMENTE.

LOS MOTORES ABIERTOS QUE TENGAN CONMUTADOR O ANILLOS COLECTORES DEBEN ESTAR UBICADOS O PROTEGIDOS DE MANERA QUE LAS CHISPAS NO PUEDAN ALCANZAR A LOS MATERIALES COMBUSTIBLES ADYACENTES. ESTO NO PROHIBE LA INSTALACION DE DICHS MOTORES SOBRE PISOS O SOPORTES DE MANERA QUE OFRESCAN SUFICIENTE SEGURIDAD CONTRA EL RIESGO DE INCENDIO POR EL CHISPEO.

SOBRECALENTAMIENTO POR ACUMULACION DE POLVO.

EN LUGARES DONDE EL POLVO PUEDA DEPOSITARSE SOBRE EL MOTOR DENTRO DEL MISMO, EN CANTIDADES QUE PERTURBAN SERIAMENTE SU VENTILACION O ENFRIAMIENTO Y PUEDAN ORIGINAR TEMPERATURAS PELIGROSAS DEBEN EMPLEARSE MOTORES CERRADOS DEL TIPO ADECUADO PARA QUE NO HAYA SOBRECIENTAMIENTO EN LAS CONDICIONES EXISTENTES.

EN CONDICIONES ESPECIALMENTE SEVERAS PUEDE REQUERIRSE EL DE MOTORES CERRADOS Y VENTILADOS MEDIANTE TUBERIAS, O UBICAR LOS MOTORES EN LOCALES SEPARADOS QUE SEAN HERMETICOS AL POLVO Y ESTEN DEBIDAMENTE VENTILADOS POR UNA FUENTE DE AIRE LIMPIO.

CONDUCTORES PARA CIRCUITOS DE MOTORES.

LOS REQUISITOS DE ESTA SECCION SE APLICAN A LOS CONDUCTORES QUE ALIMENTAN MOTORES, A FIN DE QUE SEAN CAPACES DE CONDUCIR LA CORRIENTE REQUERIDA, SIN SOBRECIENTARSE, BAJO LAS CONDICIONES QUE SE INDICAN.

CONDUCTORES QUE ALIMENTEN UN SOLO MOTOR.

LOS CONDUCTORES DE UN CIRCUITO DERIVADO QUE ALIMENTE UN SOLO MOTOR DEBEN TENER UNA CAPACIDAD DE CONDUCCION DE CORRIENTE NO MENOR QUE EL 125% DE LA CORRIENTE A PLENA CARGA DEL MOTOR.

EN EL CASO DE UN MOTOR DE VELOCIDADES MULTIPLES, LA SELECCION DE LOS CONDUCTORES UBICADOS EN EL LADO DE ALIMENTACION DEL CONTROLADOR DEBE HACERSE EN BASE A LA MAYOR DE LAS CORRIENTES A PLENA CARGA INDICADAS EN LA PLACA DE DATOS DEL MOTOR; LA SELECCION DE LOS CONDUCTORES QUE SE ENCUENTRAN ENTRE EL CONTROLADOR Y EL MOTOR DEBE HACERSE EN BASE A LA CORRIENTE NOMINAL QUE CORRESPONDA A LA VELOCIDAD DE QUE SE TRATE EN CADA CASO.

EXCEPCION: LOS CONDUCTORES PARA UN MOTOR QUE PRESTA UN SERVICIO DEL TIPO DE CORTO TIEMPO, INTERMITENTE, PERIODICO, O VARIABLE, DEBEN CALCULARSE EN BASE A LOS PORCENTAJES MINIMOS DE CORRIENTE A PLENA CARGA.

SECUNDARIO DE MOTOR CON ROTOR DEVANADO.

A) EN UN MOTOR DE CORRIENTE ALTERNA CON ROTOR DEVANADO QUE SEA DE SERVICIO CONTINUO, LOS CONDUCTORES QUE CONECTEN AL SECUNDARIO DEL MOTOR CON SU CONTROLADOR DEBEN TENER UNA CAPACIDAD DE CONDUCCION DE CORRIENTE NO MENOR QUE EL 125% DE LA CORRIENTE A PLENA CARGA DEL SECUNDARIO DEL MOTOR.

B) PARA UN MOTOR QUE NO SEA DE SERVICIO CONTINUO, DICHS CONDUCTORES DEBEN TENER UNA CAPACIDAD DE CONDUCCION DE CORRIENTE NO MENOR QUE LA INDICADA EN LA TABLA (TAB.2) EN BASE A LA CORRIENTE A PLENA CARGA DEL SECUNDARIO DEL MOTOR..

CONDUCTORES QUE ALIMENTAN A VARIOS MOTORES

COMO MINIMO, LOS CONDUCTORES QUE ALIMENTAN A DOS O MAS MOTORES DEBEN TENER UNA CAPACIDAD IGUAL A LA SUMA DEL VALOR NOMINAL DE LA CORRIENTE A PLENA CARGA DE TODOS LOS MOTORES, MAS EL 25% DE LAS CORRIENTE DEL MOTOR MAS GRANDE DEL GRUPO.

CUANDO UNO O MAS MOTORES DEL GRUPO SE UTILICEN CON SERVICIO DE CORTO TIEMPO, INTERMITENTE, PERIODICO O VARIABLE, LA CAPACIDAD DE LOS CONDUCTORES PUEDE CALCULARSE COMO SIGUE:

A. - SE DETERMINARA LA CAPACIDAD DE CONDUCCION DE CORRIENTE REQUERIDA PARA CADA MOTOR UTILIZADO EN UN TIPO DE SERVICIO NO CONTINUO, DE ACUERDO CON LA TABLA 2.

FACTORES PARA SELECCIONAR LOS CONDUCTORES PARA MOTORES QUE NO SEAN DE SERVICIO CONTINUO. .

TIPO DE SERVICIO QUE REQUIERE LA CARGA.	POR CIENTO DE LA CORRIENTE NOMINAL INDICADA EN LA PLACA DE DATOS.			
	REGIMEN DE TRABAJO PARA EL CUAL FUE DISEÑADO EL MOTOR.			
	5 MINUTOS	15 MINUTOS	30 y 60 MINUTOS	CONTINUO
DE CORTO TIEMPO; ACCIONADO DE VALVULAS, ELEVACION O DESCENSO DE RODILLOS ETC.	110	120	150	---
INTERMITENTE: ASCENSORES Y MONTACARGAS, MAQUINAS HERRAMIENTAS, BOMBAS, PUENTES LEVADISOS O GIRATORIOS, PLATAFORMAS GIRATORIAS, ETC. (SOLDADORAS DE ARCO)	85	85	90	140
PERIODICO: RODILLOS, MAQUINAS PARA MANIPULACION DE MINERALES ETC.	85	90	95	140
VARIABLE.	110	120	150	200

TABLA No. 2 CUALQUIER APLICACION DE UN MOTOR SE CONSIDERA COMO DE SERVICIO CONTINUO, A MENOS QUE LA NATURALEZA DE LA MAQUINA O APARATO ACCIONADO SEA TAL QUE EL MOTOR NO OPERE CONTINUAMENTE CON CARGA BAJO CUALQUIER CONDICION DE USO.

CONDICIONES DE OPERACION

INTRODUCCION.- LA MAYORIA DE LOS MOTORES COMPRADOS EN LA ACTUALIDAD SON PARA SER USADOS EN LOCALIZACIONES COMUNES EN DONDE EL AIRE ES REALTIVAMENTE LIMPIO, LA TEMPERATURA SE MANTIENE DENTRO DE LOS LIMITES NORMALES TOLERABLES POR SERES HUMANOS Y LAS CONDICIONES EXTREMAS DE CARGA EN LOS MOTORES SOLO SE PRESENTAN EXCEPCIONALMENTE.

SIN EMBARGO MILES DE MOTORES SE USAN EN APLICACIONES EN DONDE ESTAS CONDICIONES IDEALES NO EXISTEN.

DESDE EL PUNTO DE VISTA DEL USUARIO, EL AISLAMIENTO ES UNO DE LOS ASPECTOS MAS IMPORTANTES DEL MOTOR, YA QUE ES EL ELEMENTO QUE DECIDE.

LA VIDA UTIL DEL MOTOR Y EL MANTENIMIENTO APLICADO AL MISMO.

ADEMAS LOS SISTEMAS DE AISLAMIENTO SON CONSTANTEMENTE INVESTIGADOS Y DESARROLLADOS PARA MEJORARLOS. EL ADELANTO TECNOLOGICO QUE SE HA TENIDO EN ESTE ASPECTO, DURANTE LOS ULTIMOS 20 AÑOS ES MUY NOTABLE.

ES POR ELLO QUE EL USUARIO DE MOTORES ESTA VITALMENTE INTERESADO EN OBTENER EL AISLAMIENTO QUE OTORQUE MAXIMA PROTECCION A UN COSTO RAZONABLE. PARTE DE LA RESPUESTA SE ENCUENTRA EN LAS CARACTERISTICAS DEL SISTEMA DE AISLAMIENTO, MIENTRAS QUE LA OTRA PARTE CONSISTE EN SELECCIONAR LA CUBIERTA EN EL MOTOR MAS ADECUADO A LA APLICACION.

B.- CONDICIONES AMBIENTALES

LAS CONDICIONES QUE SE LISTAN A CONTINUACION SON LAS QUE DETERMINAN LAS AREAS PROBLEMATICAS. SI ALGUNA DE ELLAS EXISTE, HAY QUE TOMAR MEDIDAS PARA PROTEGER EL MOTOR A SUS PARTES.

CONDICIONES AMBIENTALES PERJUDICIALES

TEMPERATURA AMBIENTE ARRIBA DE 40°C
ALTURA SOBRE EL NIVEL DEL MAR (ARRIBA DE 1000 MT)
ABUSO MECANICO (POR IMPACTO O VIBRACION)
CONTAMINANTES ATMOSFERICOS.
AGENTES QUIMICOS CORROSIVOS
AGENTES ABRASIVOS (POLVOS O PARTICULAS)
AGENTES ABSTRUYENTES (POLVO, PELUZA, NIEVE)
HUMEDAD (ALTA HUMEDAD RELATIVA, SALPICADURA)

FORMA DE LOS CONTAMINANTES

SOLIDOS
LIQUIDOS
GASEOSOS

FORMA EN QUE SE MUEVEN.

SUSPENDIDOS EN EL AIRE
CAYENDO POR GRAVEDAD.
REBOTANDO DE SUPERFICIES ADYACENTES.
IMPULSADOS POR FUERZAS DEFINIDAS.

C.) TEMPERATURA AMBIENTE ALTA (ARRIBA 40°C).

ESTA AFECTADA EN PRIMER LUGAR A LOS AISLAMIENTOS, CAUSANDO DETERIORO RAPIDO Y ENVEJECIMIENTO. TAMBIEN REDUCE LA VISCOSIDAD DE LA GRASA O DEL ACEITE EN LAS CHUMACERAS, PUDIENDO LLEGAR A DEGRADAR SUS PROPIEDADES LUBRICANTES.

PARA AFRONTAR ESTE PROBLEMA DEBEN USARSE AISLAMIENTOS ESPECIALES PARA TEMPERATURAS MAS ALTAS COMO LAS CLASE (155°C TEMPERATURA TOTAL) O CLASE H (180°C TEMPERATURA TOTAL). LAS CHUMACERAS SI SON DE BALAS DEBERAN IR CARGADAS CON GRASA PARA ALTA TEMPERATURA Y LOS BALEROS DEBERAN TENER UN JUEGO INTERNO ENTRE BALAS Y PISTAS MAYOR QUE EL NORMA (C- 3 EN LUGAR DE C-2 QUE ES EL NORMAL). SI EL LUBRICANTE ES ACEITE, ESTE DEBERA IR PROVISTO A ALTAS TEMPERATURAS, PARA INHIBIR LA OXIDACION Y REDUCIR LA FRICCIÓN Y EL ESPUMEÓ.

D. - GRAN ALTURA SOBRE EL NIVEL DEL MAR.

ESTE FACTOR ES UNO DE LOS PRINCIPALES PROBLEMAS EN MEXICO, DEBIDO A SU TOPOGRAFIA, APECTA EL AUMENTO DE TEMPERATURA EN LOS AISLAMIENTOS AL REDUCIRSE LA DENSIDAD DEL AIRE CON LA ALTURA, DISMINUYE SU CAPACIDAD REFRIGERANTE Y LA DISIPACION DEL CALOR DECRECE. AHORA BIEN, EN LOS MOTORES DISENADOS EN MEXICO, SE HA TOMADO EN CUENTA ESTE FACTOR PARA QUE EL AUMENTO DE TEMPERATURA NO EXCEDA LOS VALORES NORMADOS POR ' CONNIE ' A LA ALTURA DE LA CIUDAD DE MEXICO (2,280 mts. SOBRE EL NIVEL DEL MAR).

EN CASOS EN QUE HAYA NECESIDAD DE OPERAR LOS MOTORES A ALTURAS MUY SUPERIORES A LA ARRIBA INDICADA, HABRA NECESIDAD DE USAR LAS MISMAS MEDIDAS INDICADAS POR LA TEMPERATURA AMBIENTE. LA UNICA VENTAJA QUE SE PRESENTA EN ESTE CASO, ES QUE GENERALMENTE LA ALTURA AMBIENTE DECRECE AL AUMENTAR LA ALTURA.

E. - IMPACTO Y VIBRACION.

ESTAS CONDICIONES DETERIORAN RAPIDAMENTE EL MOTOR COMPLETO, CAUSANDO ROTURA DE PATAS, ARMAZON, TAPAS Y FLECHA CAUSAN FATIGA Y FALLA PREMATURA EN LAS CHUMACERAS Y AISLAMIENTOS.

EN ESTA CONDICION MAS VALE PREVENIR QUE LAMENTAR. LOS FACTORES ANTES APUNTADOS PUEDEN PREVENIRSE MEDIANTE UN ALINEAMIENTO PERFECTO ENTRE MOTOR Y LA CARGA Y COMPROBANDO QUE EL BALANCEO DINAMICO DE LA CARGA NO PRODUZCA VIBRACION EXCESIVA (ARRIBA DE 0.050 mm DE AMPLITUD TOTAL).

SI EL IMPACTO SE ORIGINA AL ARRANCAR Y ACELERAR EL MOTOR, HABRA QUE CAMBIAR A ALGUN SISTEMA DE ARRANQUE MAS SUAVE Y DE TRANSICION CERRADA.

CONTAMINANTES ATMOSFERICOS.

LOS AGENTES ATMOSFERICOS MAS PERJUDICIALES PARA EL MOTOR SON:

QUIMICOS CORROSIVOS.
POLVOS ABRASIVOS.
POLVOS OBSTRUYENTES
ALTA HUMEDAD RELATIVA.

LAS ESPECIFICACIONES PARA PROTEGER AL MOTOR DE ESTE TIPO DE AGENTES ES:

- A.- UN AISLAMIENTO ESPECIAL DE HUMEDAD, CORROSION Y ABRASION (A P H)
- B.- MOTORES TOTALMENTE CERRADOS CON ACABADOS EPOXICOS ESPECIALES Y EN LOS CUALES NATURALMENTE SE APLICA EL AISLAMIENTO (A P H) .

ESTOS MOTORES SE CONOCEN BAJO EL NOMBRE GENERICO DE " TIPO QUIMICO " Y ADEMAS DE LOS FACTORES ANTES ENUMERADOS, TAMBIEN LLEVAN AISLAMIENTOS " CLASE F ", PARA RESISTIR LAS SOBRECARGAS Y ALTAS TEMPERATURAS AMBIENTALES.

ACOPLAMIENTOS MECANICOS.

TRANSMISIONES DIRECTAS Y MEDIANTE POLEAS.

A. - ACOPLAMIENTO DIRECTO.

CUANDO LA VELOCIDAD DEL MOTOR ES IGUAL A LA DE LA ENTRADA EN LA FLECHA DE LA MAQUINA, SE USA UN SENCILLO MECANISMO DE ACOPLAMIENTO PREFERIBLEMENTE DEL TIPO FLEXIBLE.

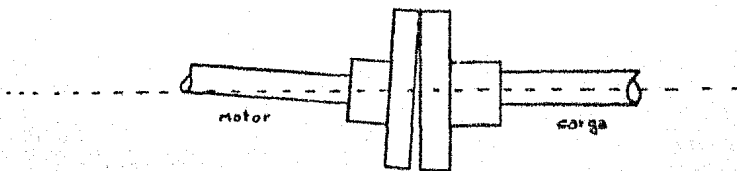


FIG. 1

AL CONECTAR EL MOTOR A SU CARGA, SE DEBE HACER CADA COMPROBACION DE ALINEAMIENTO MAS DE UNA VEZ, DESDE POSICIONES SEPARADAS EN ANGULOS RECTOS DE LAS OTRAS, VISTAS DESDE UN COSTADO, LAS DOS FLECHAS PUEDEN PARECERSE EXACTAMENTE ALINEADAS, PERO AL VERLAS DESDE LA PARTE SUPERIOR, FIG. (1) SE PUEDE VER QUE LA FLECHA DEL MOTOR SE ENCUENTRA DESVIADA.

LA VISTA, SOLAMENTE NO ES SUFICIENTE DEBE USARSE UN INDICADOR DE CARATULA, FIG. (2) O SI NO SE DISPONE DE ESTE, UN CALIBRADOR DE HOJAS.

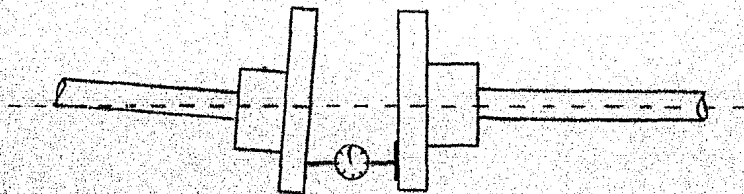


FIG. (2) COMPROBACION ANGULAR DE LOS ACOPLAMIENTOS DIRECTOS DE UN MOTOR.

ES IMPORTANTE COMPROBAR, DURANTE LA INSTALACION, QUE LAS FLECHAS NO SE ENCUENTREN TORCIDAS, SE DEBE HACER GIRAR JUNTAS LAS FLECHAS DE LAS MAQUINAS Y DEL MOTOR, TAL COMO LO HARAN CUANDO LA MAQUINA SE ENCUENTRE FUNCIONANDO, Y VOLVER A COMPROBAR SU ALINEACION. DESPUES QUE LAS FLECHAS SE HALLAN ANGULARMENTE ALINEADAS, PUEDEN APARENTAR COMPARTIR EXACTAMENTE EL MISMO EJE. PERO UNA VEZ MAS, AL GIRAR 90°, PUEDEN NO HALLARSE ALINEADAS, PUEDEN ENCONTRARSE DESCENTRADAS COMO SE INDICA EN LA FIG. (3).

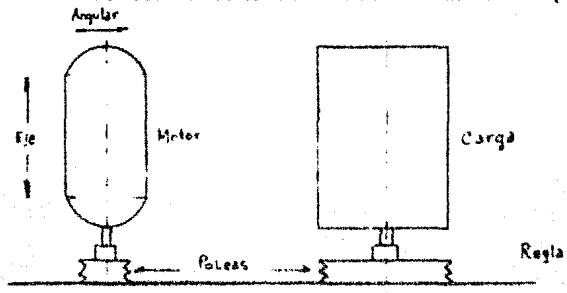


FIG. (3). ALINEACION DEL EJE DE LOS ACOPLAMIENTOS DIRECTOS DEL MOTOR.

PARA COMPLETAR EL ALINEAMIENTO, EL MOTOR SE DEBE GIRAR HASTA QUE LA ROTACION DE AMBAS MITADES DEL ACOPLAMIENTO MUESTRE EL MISMO EJE EN LOS CUATRO CUARTOS DEL REDEDOR DE LA FLECHA. LA PRUEBA ELECTRICA VENDRA AL FINAL. SE DEBEN COMPROBAR LAS CORRIENTES DE ARRANQUE Y MARCHA. CON LA CARGA CONECTADA, PARA VER SI NO EXCEDEN LAS ESPECIFICACIONES.

SIN EMBARGO LOS MOTORES DE INDUCCION DE BAJA VELOCIDAD CONECTADOS DIRECTAMENTE, POSEEN VARIAS DESVENTAJAS. USUALMENTE TIENEN BAJO FACTOR DE POTENCIA Y BAJA EFICIENCIA, O QUE AUMENTEN LOS COSTOS DE ENERGIA ELECTRICA. POR ESTO LOS MOTORES DE INDUCCION SE USAN RARA VEZ EN OPERACIONES DE MENOS DE 500 R. P. M. :

LOS MOTORES DE VELOCIDAD CONSTANTE SE CONSTRUYEN PARA FUNCIONAR A MUCHAS VELOCIDADES DIFERENTES. EN GENERAL, SE USA LA VELOCIDAD MAS ALTA POSIBLE PARA REDUCIR TAMARO, PESO Y COSTO.

CON UNA POTENCIA DE 5 CABALLOS DE FUERZA, UN MOTOR DE 1200 R. P. M. ES CASI 50% MAS GRANDE QUE UN MOTOR DE 1800 R. P. M., A 600 R.P.M. DESDE 1200 R. P. M. A 900 R. P. M. EN QUE ESTAS VENTAJAS NO SON UN FACTOR AGOVIANTE, SE PUEDE EMPLEAR UN MOTOR DE BAJA VELOCIDAD, CONECTADO DIRECTAMENTE, EN LA MAYORIA DE LOS VENTILADORES, BOMBAS Y COMPRESORES.

TRANSMISION POR POLEAS.

INSTALACION. PARA EFECTUAR CAMBIO DE VELOCIDAD A UN NUMERO CONSTANTE DE R. P. M. EL MOTOR ESTA ADAPTADO PARA EMPLEAR BANDAS PLANAS, BANDAS V, CADENAS O ENGRANES, PARA PROPORCIONAR UNA CORRIENTE SUAVE DE ENERGIA MECANICA. POR DEBAJO DE 900 R. P. M. ES PRACTICO UTILIZAR UN MOTOR DE 1800 R. P. M. O 1200 R. P. M. CONECTADO A LA MAQUINA POR MEDIO DE BANDAS V O PLANAS.

LAS FLECHAS Y LOS RODAMIENTOS DE BUENA CALIDAD OFRECEN UN SERVICIO PROLONGADO CUANDO LOS DISPOSITIVOS DE TRANSMISION DE ENERGIA SE APLICAN DE ACUERDO CON LAS NORMAS DE LA BUENA PRACTICA. LA ALINEACION DE UNA TRANSMISION NO PARALELA ES MUCHO MAS SIMPLE QUE LAS DIRECTAS, YA SEA QUE COMPRENDA BANDAS V, ENGRANES O CADENAS.

SE DEBEN NIVELAR LAS FLECHAS DEL MOTOR Y LA CARGA. SE DEBE USAR UNA REGLA PARA VER SI EL MOTOR NECESITA MOVERSE A LO LARGO DE SU EJE, Y TAMBIEN ANGULARMENTE, PARA ALINEAR LAS DOS POLEAS.

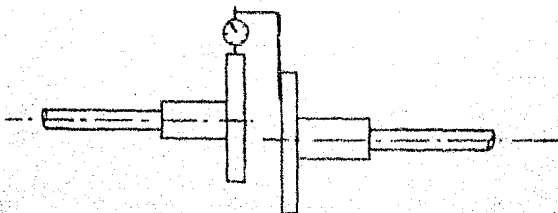


FIG. (4). USO DE UNA REGLA PARA ALINEAMIENTO ANGULAR Y AXIAL.

VELOCIDADES DE LAS POLEAS.

CON FRECUENCIA LOS MOTORES Y LAS MAQUINAS SE ENVIAN A LOS SITIOS DE TRABAJO, CON LAS POLEAS DE TAMAÑO INCORRECTO O DESPROVISTO DE BELLAS. LAS VELOCIDADES SE INDICAN EN LAS PLACAS DE NOMBRE DE LOS MOTORES Y MAQUINAS, O EN LA LITERATURA DESCRIPTIVA DE LA COMPANIA.

CUALQUIERA DE LAS 4 CANTIDADES DE LA FORMULA SE PUEDEN ENCONTRAR SI SE CONOCEN LAS OTRAS TRES. POR EJEMPLO SI UN MOTOR FUNCIONA A 3,600 R.P.M. LA CARGA IMPULSADA A 400 R.P.M. Y EL MOTOR TIENE UNA POLEA DE 4 PULGADAS (10.1 CM), SE PUEDE DETERMINAR EL TAMAÑO DE LA POLEA DE LA CARGA IMPULSADA, POR MEDIO DE LA SIGUIENTE ECUACION.

R.P.M DEL MOTOR

DIAMETRO DE LA POLEA DE LA MAQ.
IMPULSADA.

R.P.M DE LA MAQ. IMPUL-
SADA.

DIAMETRO DE LA POLEA DEL MOTOR.

3600 R.P.M. X

400 R.P.M. 4"

X = 36" 0 (91.5 CM).

SI NO SE DISPONE DE POLEAS, SE PUEDE UTILIZAR UN TAMANO HIPOTE-
TICO PARA RESOLVER EL PROBLEMA ANTES DE INSTALAR CUALQUIER POLEA.

METODOS DE ACOPLAMIENTO.

ACOPLAMIENTO DIRECTO. LAS ESTADISTICAS DEMUESTRAN QUE SOLAMENTE EL 20% DE LAS MAQUINAS MOVIDAS OPERA A LA MISMA VELOCIDAD QUE EL MOTOR QUE LA MUEVE.

CUANDO EL MOTOR SE ACOPLA DIRECTAMENTE A LA CARGA, LAS CONDICIONES DE APLICACION SON DISTINTAS QUE CUANDO SE USA UNA TRANSMISION INTERMEDIA PARA AUMENTAR O DISMINUIR LA VELOCIDAD.

EL ACOPLAMIENTO DIRECTO SOLO ES PRACTICO, SI LA CARGA PUEDE ACCIONARSE A LA MISMA VELOCIDAD QUE EL MOTOR COMO SUCEDE EN BOMBAS COMPRESORES CENTRIFUGAS Y MOTO-GENERADORES. PARA ESTAS APLICACIONES LO MAS CONVENIENTE ES USAR UN MOTOR CON EXTENSION DE FLECHA CORTA. POR LO QUE SE REFIERE AL PROBLEMA MECANICO DEL ACOPLAMIENTO EN SI, ES NECESARIO NIVELAR, ALINEAR Y ANCLAR PERFECTAMENTE EL GRUPO.

TRANSMISION CON BANDA.

AL APLICAR ESTOS METODOS DE TRANSMISION Y REDUCCION DE VELOCIDAD A MOTORES, DEBEN COMPROBARSE SIEMPRE DOS FACTORES.

- A).- CARGA RADIAL ADICIONADA SOBRE LA CHUMACERA DEL MOTOR.
- B).- CARGA COMBINADO DE FLEXION Y TORSION SOBRE LA EXTENSION DE LA FLECHA.

LOS LIMITES PRACTICOS ESTABLECIDOS POR NEMA PARA ESTE TIPO DE TRANSMISIONES PARA ASEGURAR BUENA VIDA EN LAS CHUMACERAS Y PREVENIR ESFUERZOS EXCESIVOS EN LA FLECHA, SON COMO SIGUE:

MOTOR ARMAZON	No. DE POLOS.	VELOCIDAD SINCRONA R.P.M.	C.P. MAXIMOS POR TRANSMITIR.
256 T	2	3600	25
445 T	4	1800	200
445 T	6	1200	125
445 T	8	900	100

O EN EL CASO DE TRANSMISION POR BANDAS Y O BANDA PLANA ES NECESARIO PROVEER UN DISPOSITIVO PARA AJUSTAR LA TENSION.

ESTO PUEDE SER UNA BASE DE RIELES DESLIZABLES. LA TENDENCIA NATURAL DE LA MAYORIA DE LOS MECANISMOS ES AJUSTAR LAS BANDAS DEMASIADO TENSAS. UNA REGLA PRACTICA QUE DEBE RECORDARSE, ES QUE LA BANDA QUE NO PATINA LIGERAMENTE AL ARRANCAR LA CARGA, ESTAN DEMASIADO TENSAS. ESTO ACORTA CONSIDERABLEMENTE LA VIDA DE LA CHUMACERA Y PUEDE CAUSAR VIBRACION Y FRACTURA DE LA FLECHA.

b

BUFETE INDUSTRIAL

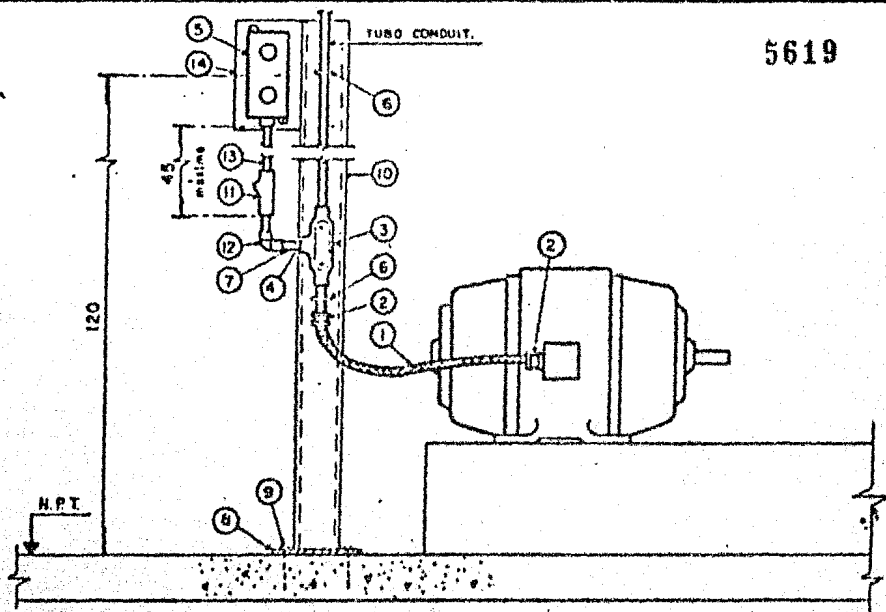
 CANALIZACION AEREA A MOTOR ;
 CABLES DE FUERZA Y CONTROL
 EN EL MISMO CONDUIT.
 AREA NO PELIGROSA
 AREA CLASE I, DIVISION 2

NORMA

EOM-400

FECHA, AGOSTO 8 DE 1981

5619


NOTAS:

1.- PARA AREAS NO PELIGROSAS ELIMINAR EL SELLO Y USAR ESTACION DE CONTROL PARA SERVICIO INTemperIE.

2.- LA PLACA (PART.14) DEBERA ADAPTARSE EN CAMPO AL TAMAÑO DE LA ESTACION DE CONTROL.

SIN ESCALA.

ACOTACIONES EN cm.

PART.	CANT.	UNIDAD	DESCRIPCION	OBSERVACIONES
1	1	m.	TUBO CONDUIT FLEXIBLE A PRUEBA DE LIQUIDOS.	
2	2	PZA.	CONECTOR RECTO A PRUEBA DE LIQUIDOS PARA TUBO FLEXIBLE.	
3	1	PZA.	CONDULEY DE ALUMINIO SERIE OVALADA TIPO "T" CON TAPA CIEGA Y EMPAQUE DE NEOPRENO	
4	1	PZA.	REDUCCION BUSHING	
5	1	PZA.	ESTACION DE BOTONES.	
6	2	PZA.	ABRAZADERA TIPO "U" DE Fd GALVANIZADO, CON 2 TUERCAS HEXAGONALES, ARANDELAS PLANA Y DE PRESION.	PARA TUBERIA MAYOR DE 19mm Ø
7	1	PZA.	TUBO CONDUIT DE 614. DE LONGITUD Y CON CUERDA EN LOS EXTREMOS.	ADAPTAR EN CAMPO.
8	2	Kg.	PLACA DE ACERO AL CARBON DE 200x200x6.3mm.	SOLDAR A LA CANAL
9	4	PZA.	BARRERANCLA DE 55mm Ø.	
10	10	Kg.	CANAL DE ACERO AL CARBON LIVIANA DE 10mm.	
11	1	PZA.	SELLO TIPO MEMBRA DE POSICION VERTICAL.	
12	1	PZA.	CODO DE 90° MEMBRA	
13	1	PZA.	TUBO CONDUIT CON EXTREMOS ROSCADOS.	ADAPTAR EN CAMPO.
14	25	Kg.	PLACA DE ACERO AL CARBON DE 300x180x6.3mm.	SOLDAR A LA CANAL

b

BUFETE INDUSTRIAL

CANALIZACION SUBTERRANEA A MOTOR; CABLES DE FUERZA Y CONTROL EN EL MISMO CONDUIT

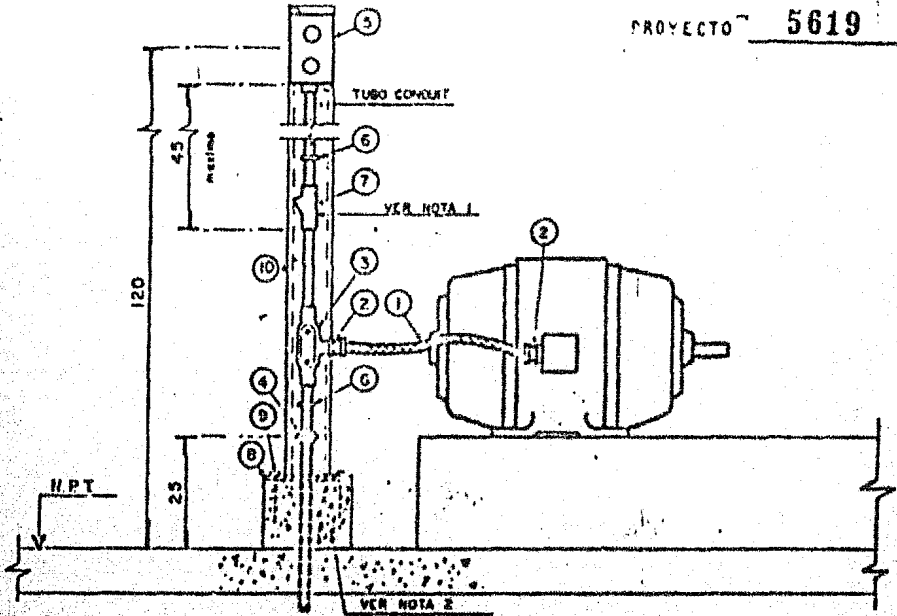
 AREA NO PELIGROSA
 AREA CLASE 1, DIVISION 2

NORMA

EOM-401

FECHA, AGOSTO 7 DE 1981

PROYECTO 5619



NOTAS:

- 1.- PARA AREAS NO PELIGROSAS ELIMINAR EL SELLO Y USAR ESTACION DE CONTROL PARA SERVICIO INTERRUPC.
- 2.- PARA DETALLE DE LA BASE VER NORMA EOM-255 FIGURA "B".

SIN ESCALA.

ACOTACIONES EN CM.

PART	CANT	ACABO	DESCRIPCION	OBSERVACIONES
1	1	m.	TUBO CONDUIT FLEXIBLE A PRUEBA DE LIQUIDOS	
2	2	PZA.	CONECTOR RECTO A PRUEBA DE LIQUIDOS PARA TUBO FLEXIBLE.	
3	1	PZA.	CONDUIT DE ALUMINIO SERIE OVALABA TIPO "Y" CON TAPA CIEGA Y IMPACTE DE REEMPENO.	
4	1	PZA.	TUERCA UNION TIPO MEMBRA.	
5	1	PZA.	ESTACION DE BOTONES.	
6	2	PZA.	ABRIGADERA TIPO "V" DE Fc. CALAMIZADO, CON 2 TUERCAS HEXAGONALES, ANILLAS PLANAS Y DE PREDON	
7	1	PZA.	SELLO TIPO MEMBRA DE POSICION VERTICAL.	
8	2	NO.	PLACA DE ACERO AL CARBON DE S00LEB0.3mm.	SOLDAR A LA CANAL.
9	4	PZA.	BARREMANCHA DE 0.5mm S.	
10	10	NO.	CANAL DE ACERO AL CARBON LIVIANA DE 10mm.	

- AREA DE TRABAJO DE Fc. DE 0.3mm S.

241

b

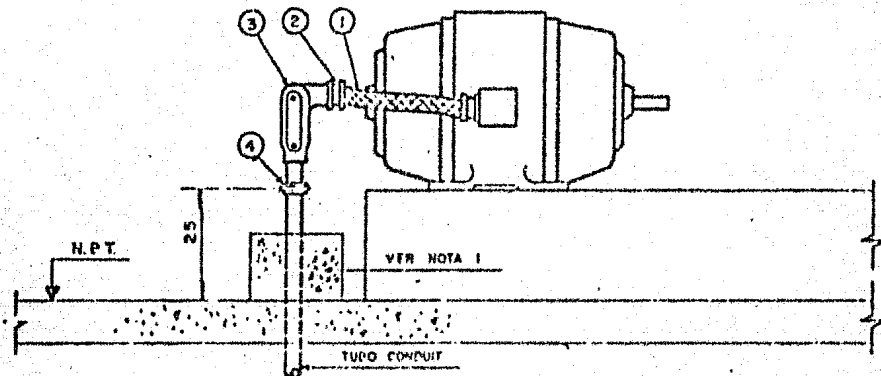
BUFETE
INDUSTRIALCANALIZACION SUBTERRANEA AL
MOTOR ; UNICAMENTE CABLES DE
FUERZA.
AREA NO PELIGROSA.
AREA CLASE 1, DIVISION 2.

N O R M A

EOM-405

FECHA. AGOSTO 11 DE 1984.

5619



NOTA ;

I-BASE DE CONCRETO DE 15cm. DE ALTURA MINIMA.

SIN ESCALA.

ACOTACIONES EN CM

PART.	CANT.	UNIDAD	DESCRIPCION	OBSERVACIONES
1	1	m.	TUBO CONDUIT FLEXIBLE A PRUEBA DE LIQUIDOS.	
2	2	PZA.	CONECTOR RECTO A PRUEBA DE LIQUIDOS PARA TUBO FLEXIBLE.	
3	1	PZA.	CONDUIT DE ALUMINIO SERIE OVALARA TIPO "LL" CON TAPA CIEGA Y ENPAQUE DE NEOPRENO.	
4	1	PZA.	TUERCA UNION TIPO MEMBRA.	

242

b

BUFETE
INDUSTRIAL

CANALIZACION POR PISO, A MOTOR,
MONTADO SOBRE TANQUE DE PRO-
CESO.

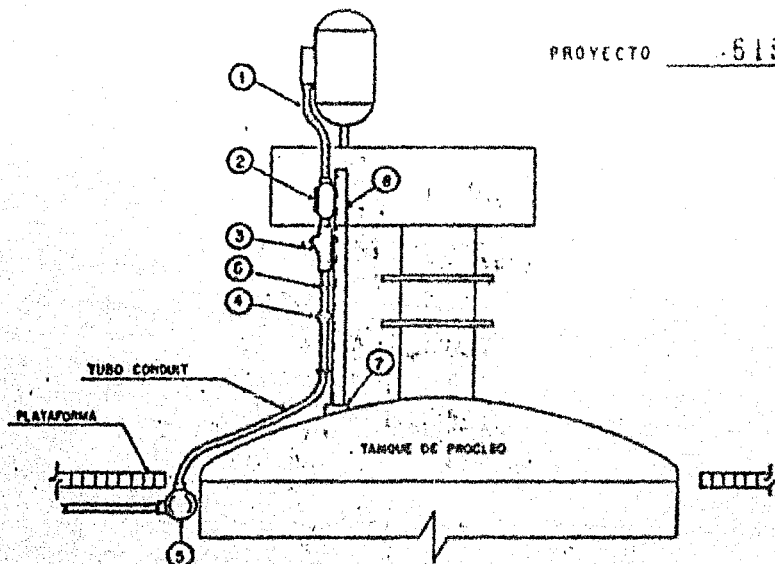
AREA CLASE I, DIVISION I.

N O R M A

EOM-412

FECHA, AGOSTO 19 DE 1961

PROYECTO 619



EN ESCALA.

ACOTACIONES EN cm.

PARTICANT	CANT	UNIDAD	DESCRIPCION	OBSERVACIONES
1	1	PZA.	COMPLE PLENIBLE DE BRONCE, A PRUEBA DE EXPLOSION CON 2-ROSCAS HEMBRA Y 2 NIPLES.	
2	1	PZA.	CONDULET DE ALUMINIO A PRUEBA DE EXPLOSION TIPO "G" CON TAPA CIEGA.	
3	1	PZA.	ELABO TIPO HEMBRA DE POSICION VERTICAL.	
4	1	PZA.	TUERCA UNION HEMBRA.	
5	1	PZA.	CONDULET DE ALUMINIO A PRUEBA DE EXPLOSION TIPO "L" CON TAPA CIEGA.	
6	2	PZA.	ABRAZADERA TIPO "V" DE Fc. GALVANIZADO, CON 2 TUERCAS HEXABO-NALES, BRANDELAS PLANAS Y DE PRESION.	
7	2	PL.	PLACA DE ACERO AL CARBON DE 200 X 200 X 8.3 mm.	SOLDAR A LA CANAL LONGITUD VARIABLE.
8	-	NO	CANAL DE ACERO AL CARBON DE 101 mm.	

b

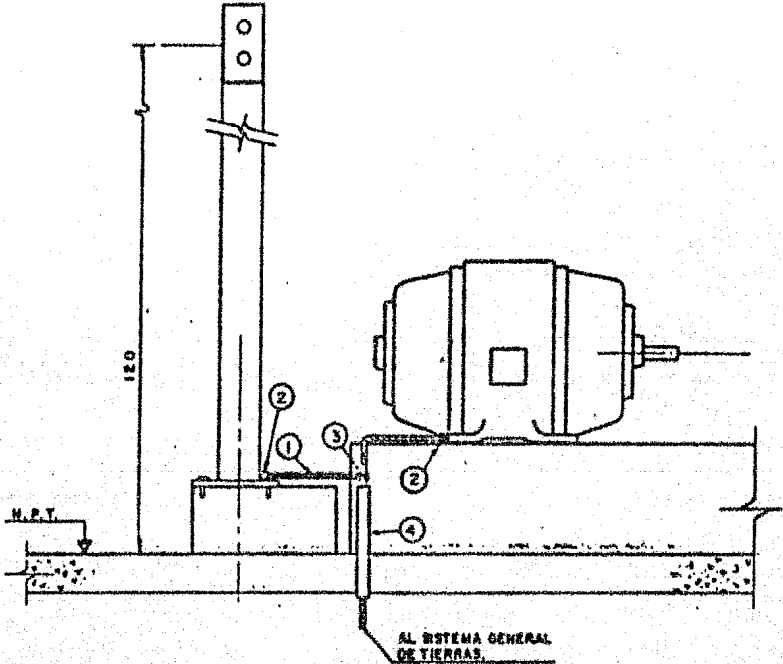
DUFETE INDUSTRIAL

CONEXION AL SISTEMA DE TIERRAS DE MOTOR CON ESTACION DE BOTONES.
 PROYECTO 5619

NORMA

ETP-119

FECHA. FEBRERO 15 1983



EN ESCALA

ACOTACIONES EN cm.

PART.	CANTIDAD	DESCRIPCION	OBSERVACIONES
1	-	Kg. CABLE DE COBRE SEMIDURO DESNUDO CALIBRE N° 2 AWG.	
2	2	PZA. CONECTOR DE COBRE MECANICO TIPO TERMINAL CON UN BARRENO.	
3	1	PZA. CONECTOR DE COBRE MECANICO TIPO "T" DE CABLE A CABLE.	
4	1	PZA. CAMISA DE TUBO CONDUIT DE Fe GALVANIZADO DE 250 X 19 mm Ø (10" X 3/4").	

b

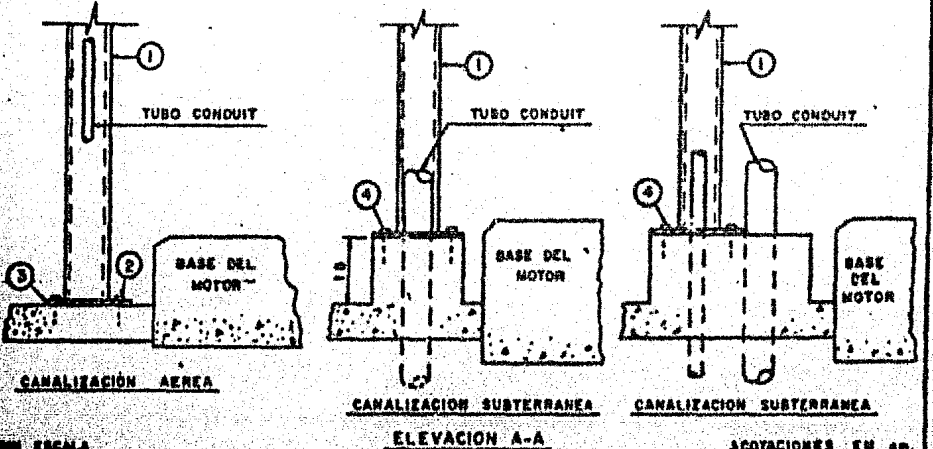
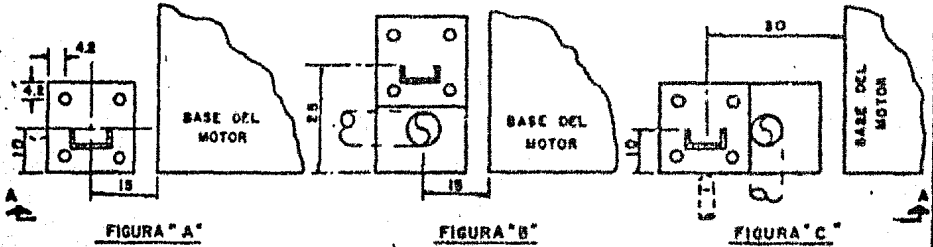
BUFETE INDUSTRIAL

BASE PARA SOPORTE DE
ESTACION DE BOTONES.
PROYECTO 5619

N O R M A

EOS-255

FECHA, OCTUBRE 12 1981.



SIN ESCALA.

ELEVACION A-A

ACOTACIONES EN CM.

ITEM	CANT.	UNIDAD	DESCRIPCION	OBSERVACIONES
1	—	Kg.	CANAL DE ACERO AL CARBON LIVIANA DE 101mm.	SOLDAR A LA CANAL.
2	—	PZA.	BARREMANCHA DE 9.5mm Ø.	
3	—	Kg.	PLACA DE ACERO AL CARBON DE 200x200x6.3mm.	
4	—	PZA.	TAQUETE DE EXPANSION, DE FIERRO DE 9.5 mm Ø.	

b

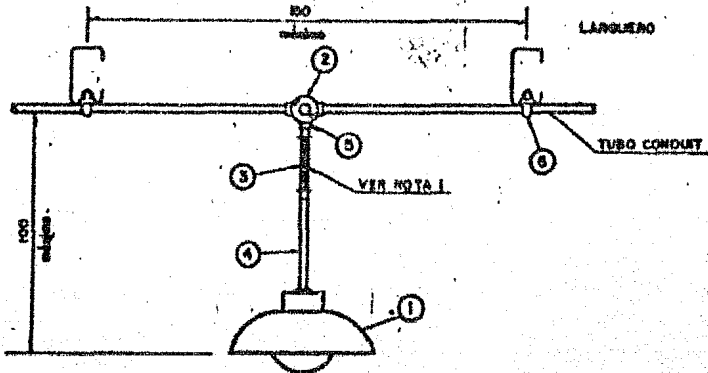
**BUFETE
INDUSTRIAL**

 UNIDAD DE ALUMBRADO
SOPORTADA ENTRE LAR-
GUEROS DEL TECHO.
AREA CLASE I, DIVISION I.

NORMA

EAI-706

FECHA. DICIEMBRE 9 DE 1944

 PROYECTO 5619

NOTA:

1- USARSE SOLO CUANDO LA LONGITUD DEL CONDUIT SEA MAYOR DE 30 IN.

SIN ESCALA.

ACOTACIONES EN IN.

PART.	CANT.	UNIDAD	DESCRIPCION	OBSERVACIONES
1	1	PZA.	UNIDAD DE ALUMBRADO.	
2	1	PZA.	CONDULET DE ALUMINIO SERIE "QUA" TIPO T CON TAPA CIEGA Y EMPAQUE DE NEDPRENO.	
3	1	PZA.	COPLÉ FLEXIBLE DE BRONCE A PRUEBA DE EXPLOSION CON 2 ROSCAS HERRAS Y 2 NIPLES, DE 304 mm DE LONGITUD X 19 mm Ø.	
4	1	TRA.	TUBO CONDUIT DE F ₂ GALVANIZADO DE 19 mm Ø.	
5	1	PZA.	REDUCCION BUNING.	
6	2	PZA.	ABRAZADERA TIPO "U" DE F ₂ GALVANIZADO CON 2 TUERCAS HEXAGONALES, ARANDELAS PLANAS Y DE PRESION.	CUANDO EL CONDULET SEA MAYOR DE 19 mm Ø.

SISTEMA DE ARRANCADORES EN LOS MOTORES 3 Ø DE INDUCCION.

INTRODUCCION: EXISTEN VARIOS FACTORES QUE SE DEBEN CONSIDERAR RESPECTO AL EQUIPO DE ARRANQUE PARA UNA INSTALACION ELECTRICA IMPULSORA ACCIONADA POR UN MOTOR JAULA DE ARDILLA. LOS MAS IMPORTANTES DE AQUELLOS SON:

- 1.- LOS REQUISITOS DE TORQUE Y ARRANQUE DE LA -- CARGA.
- 2.- LAS CARACTERISTICAS DEL MOTOR QUE SE AJUSTARAN MAS A ESTOS REQUISITOS.
- 3.- LA FUENTE DE ENERGIA Y EL EFECTO QUE LA CORRIENTE DE ARRANQUE DEL MOTOR TENDRA EN EL VOLTAJE DE LA LINEA.
- 4.- EL EFECTO DEL TORQUE DE ARRANQUE DEL MOTOR EN LA LINEA.

LOS MOTORES EN JAULA DE ARDILLA, A CAUSA DE SU SENCILLEZ, FORTALEZA Y CONFIABILIDAD, PRACTICAMENTE SE HAN CONVERTIDO EN EL TIPO ESTANDAR ACEPTADO PARA LAS APLICACIONES DE CORRIENTE ALTERNIA, COMO MOTOR PARA TODA CLASE DE PROPOSITOS, PARA VELOCIDAD CONSTANTE.

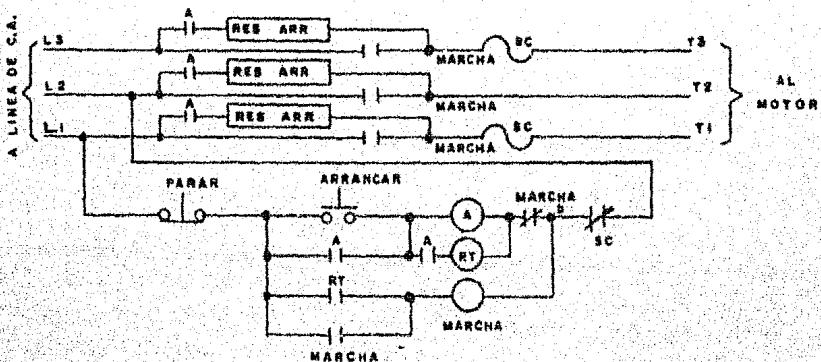
AÑO TRAS AÑO SE HAN EMPLEADO EN NUMEROS SIEMPRE CRECIENTES, EN CAPACIDADES MAS Y MAS GRANDES Y PARA VELOCIDAD Y SERVICIOS CADA VEZ MAS DIVERSOS. EN ALGUNOS CASOS, FUNCIONAN ALIMENTADOS DE LINEAS DE ENERGIA INDUSTRIALES A LOCALES; EN OTRAS OCACIONES, DE SISTEMA DE DISTRIBUCION, ALTAMENTE DESARROLLADAS, DE LUZ Y FUERZA. AL EXTENDER SU USO, SE HAN HECHO VARIAS MODIFICACIONES EN EL DISEÑO DE LOS MOTORES EN SI, DE MANERA QUE, EN LA ACTUALIDAD, SE PUEDEN OBTENER VARIOS TIPOS DE ELLOS. COMO RESULTADO, SE HAN DESARROLLADO DIVERSAS CLASE DE EQUIPOS DE CONTROL Y METODOS DE ARRANQUE.

ARRANQUE DE MOTOR ATRAVES DE LINEA A TENSION COMPLETA.

COMO SU NOMBRE LO INDICA, UN ARRANCADOR DE TENSION PLENA O A TRAVES DE LA LINEA, DIRECTAMENTE CONECTA AL MOTOR A LAS LINEAS. EL ARRANCADOR PUEDE SER MANUAL O MAGNETICO.

UN MOTOR CONECTADO EN ESTA FORMA, DEMANDA UNA CORRIENTE ALTA TRANSITORIA DE ARRANQUE Y DESARROLLA UN MAXIMO PAR DE ARRANQUE QUE ACELERA LA CARGA A PLENA VELOCIDAD EN EL TIEMPO MAS CORTO POSIBLE. EL ARRANQUE ATRAVES DE LA LINEA PUEDE SER USADO DONDE ESTA CORRIENTE ELEVADA TRANSITORIA Y EL PAR DE ARRANQUE QUE NO SEAN OBJETABLES.

CON ALGUNAS CARGAS, EL ALTO PAR DE ARRANQUE PODRIA DAÑAR LAS -- BANDAS, ENGRANES Y COPLES, ASI COMO EL MATERIAL QUE ESTE EN PROCESO. UNA ALTA CORRIENTE TRANSITORIA PUEDE REPETIR ALTAS Y BAJAS DE TENSION EN LA LINEA, LO QUE CAUSARIA CENTELLOS Y DISTURBIOS A OTRAS CARGAS. LAS CORRIENTES DE ARRANQUE MAS BAJAS Y LOS PARES DE TORSION SON POR LO TANTO, REQUERIDAS A MENUDO Y SE LLEVA A CABO CON ARRANQUE A TENSION REDUCIDA.



SECUENCIA DE LOS CONTACTORES

CONTACTOR	ARRANQUE	TRANSICION	MARCHA
A	●	●	
MARCHA		●	●

ARRANCADOR A TENSION REDUCIDA.

FIG. 1

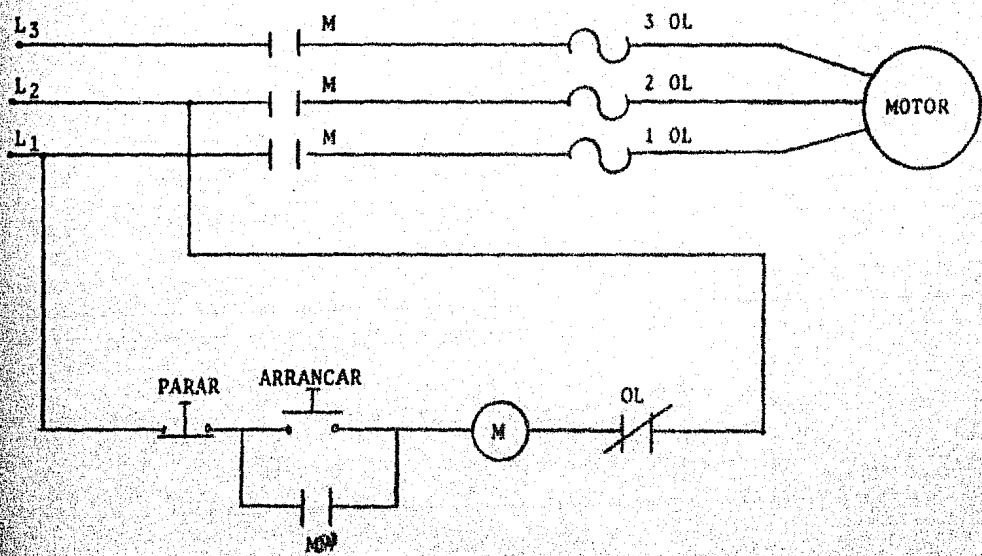


FIG 1: B ARRANCADOR A TENSION COMPLETA
POR CONTROL A 2 HILOS.

ARRANCADOR CON AUTOTRANSFORMADOR

LOS ARRANCADORES A VOLTAJE REDUCIDO, DEL TIPO AUTOTRANSFORMADOR, SON SIMILARES A LOS DEL TIPO DE RESISTENCIA PRIMARIA, PORQUE SE USAN GENERALMENTE CON LOS MOTORES DE C-A EN JAULA DE ARDILLA, PARA LIMITAR LA CORRIENTE QUE TOMAN, O PARA DISMINUIR LA RESISTENCIA DE LA MAQUINARIA IMPULSADA.

LOS ARRANCADORES DEL TIPO AUTOTRANSFORMADOR GENERALMENTE REDUCEN EL VOLTAJE ATRAVES DE LAS TERMINALES DEL MOTOR DURANTE EL PERIODO DE ACELERACION, POR MEDIO DE DOS AUTOTRANSFORMADORES CONECTADOS EN DELTA ABIERTA. DURANTE EL PERIODO DE ARRANQUE A VOLTAJE REDUCIDO, EL MOTOR SE CONECTA A UNAS DERIVACIONES DEL AUTOTRANSFORMADOR. DEBIDO AL VOLTAJE BAJO DE ARRANQUE, EL MOTOR TOMARA MENOS CORRIENTE Y DESARROLLARA MENOS TORQUE QUE SI CONECTARA AL VOLTAJE DE LA LINEA. fig. (2).

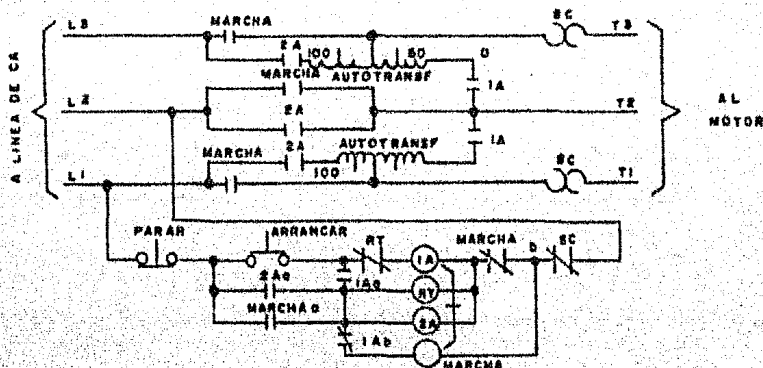


fig. (2) CONEXIONES DEL CIRCUITO DE ENERGIA, QUE MUESTRAN DOS Y TRES TRANSFORMADORES EMPLEADOS PARA REDUCIR EL VOLTAJE DE ARRANQUE.

UN RELEVADOR AJUSTABLE DE TIEMPO DEFINIDO CONTROLA LA TRANSFERENCIA DEL VOLTAJE REDUCIDO A PLENO VOLTAJE. LA TRANSFERENCIA TAMBIEN SE PUEDE CONTROLAR MEDIANTE UN RELEVADOR SENSIBLE A LA CORRIENTE, PARA OBTENER UNA ACCELERACION POR LIMITE DE CORRIENTE. LA OPERACION DE ESTE ARRANCADOR AUTOMATICO DEL TIPO DE COMPENSADOR SE PUEDE ENTENDER MAS FACILMENTE REFIRIENDOSE AL DIAGRAMA LINEAL DE LA fig. (4.2).

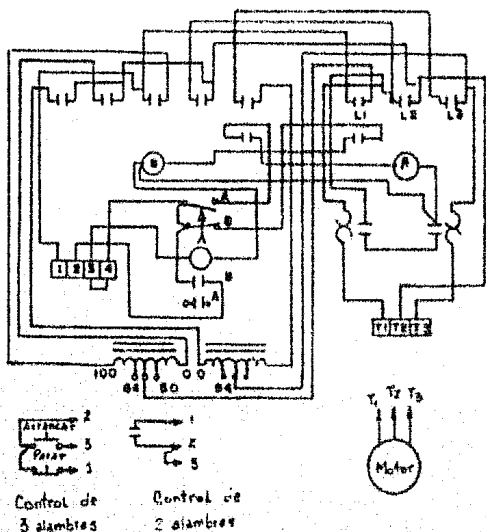
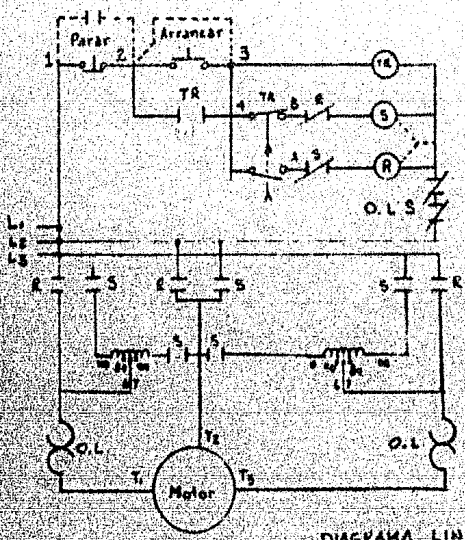


DIAGRAMA DE ALAMBADO

FIG. () LOS ARRANCADORES DEL TIPO AUTOTRANSFORMADOR PROPORCIONAN MAYOR TORQUE DE ARRANQUE POR AMPERES TOMADOS DE LA LINEA QUE NINGUN OTRO TIPO DE ARRANCADOR A VOLTAJE REDUCIDO.



PARA EL CONTROL DE 2 ALAMBRES CONECTESE SEGUN LAS LINEAS PUNTEADAS Y SEPALESGO EL PUENTE DEL 3 AL 4

DIAGRAMA LINEAL

ARRANCADOR PARA DEVANADO BIPARTIDO.

LOS MOTORES DE EMBOBINADO PARCIAL SON DE CONSTRUCCION MUY SEMEJANTE A LOS MOTORES DE EMBOBINADO NORMAL EN JAULA DE ARDILLA EXCEPTO QUE ESOS MOTORES TIENEN DOS DEVANADOS IDENTICOS QUE SE PUEDEN CONECTAR EN SECUENCIA A LA LINEA DE ALIMENTACION DE ENERGIA, PARA PRODUCIR CORRIENTE Y TORQUE DE ARRANQUE REDUCIDOS. COMO EN EL ARRANQUE SOLO LA MITAD DE LOS DEVANADOS SE CONECTA A LAS LINEAS, EL METODO SE DESCRIBE COMO "EMBOBINADO PARCIAL". MUCHOS (PERO NO TODOS) MOTORES DE DOS VOLTAJES, 220/440 VOLTS., SON ADECUADOS PARA EL ARRANQUE POR EMBOBINADO PARCIAL A 220 VOLTS. EXISTEN DOS CIRCUITOS PARALELOS INDEPENDIENTES EN EL ESTATOR DEL MOTOR DE DOS VOLTAJES, CONECTADO INTERNAMENTE EN ESTRELLA.

LOS ARRANCADORES PARA EMBOBINADO PARCIAL ESTAN DISEÑADOS PARA USARSE COMO MOTORES EN JAULA DE ARDILLA QUE POSEAN DOS DEVANADOS SEPARADOS EN EL ESTATOR. LOS EMBOBINADOS DE ESOS MOTORES PUEDEN CONECTARSE EN ESTRELLA " Y " O EN DELTA. DEPENDIENDO DEL DISEÑO DEL MOTOR. ESTOS ARRANCADORES NO SON APROPIADOS PARA USARSE CON MOTORES DE DOS VOLTAJES, EMBOBINADOS EN DELTA "A".

LOS MOTORES DE EMBOBINADO PARCIAL SE EMPLEAN PRINCIPALMENTE PARA IMPULSAR CARGAS CENTRIFUGAS, TALES VENTILADORES, SOPLADORES, BOMBAS CENTRIFUGAS, ETC. Y PARA OTRAS CARGAS EN QUE SE NECESITE UN TORQUE DE ARRANQUE REDUCIDO. TAMBIEN SE EMPLEARAN CUANDO LA CORRIENTE DE ARRANQUE A PLENO VOLTAJE PUEDE PRODUCIR CAIDAS INDESEABLES EN LAS LINEAS DE DISTRIBUCION O CUANDO LAS RESTRICCIONES DE LA COMPAÑIA ELECTRICA REQUIEREN CORRIENTE DE ARRANQUE REDUCIDA. LOS SISTEMAS DE ACONDICIONAMIENTO DE AIRE PROPORCIONAN MUCHAS APLICACIONES PARA ESTE TIPO DE ARRANQUE, POR EL AUMENTO DE LA CAPACIDAD DE ESTOS SISTEMAS AUNADO A LA NECESIDAD DE LIMITAR TANTO LA CORRIENTE COMO EL TORQUE EN EL ARRANQUE.

DIAGRAMA ESQUEMATICO DE ARRANCADOR PARA DEVANADO BIPARTIDO

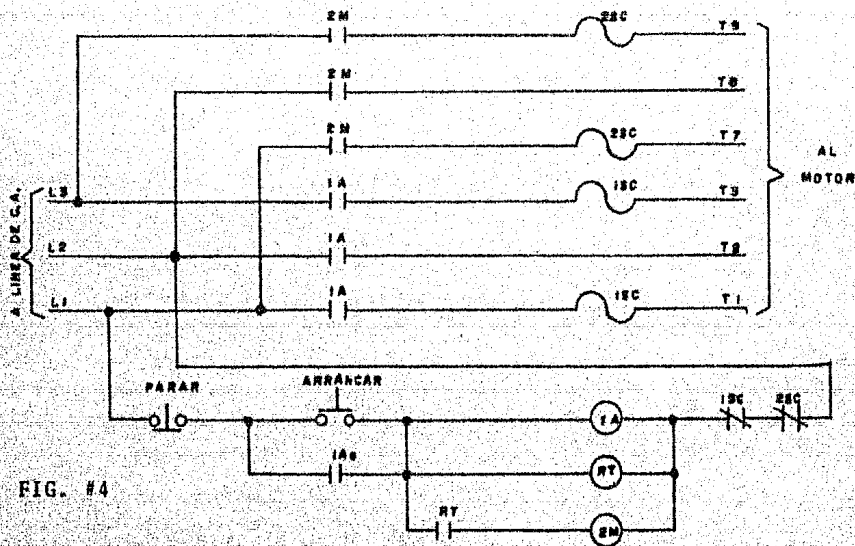


FIG. #4

ARRANCADOR CON RESISTENCIA.

UN METODO SIMPLE PARA ARRANCAR UN MOTOR A VOLTAJE REDUCIDO ES MEDIANTE LA CONEXION DE UNA RESISTENCIA EN SERIE EN LA LINEA DEL MOTOR. POR TANTO, LA VELOCIDAD Y LA CORRIENTE DE ARRANQUE DEL MOTOR SE REDUCEN, Y LAS RESISTENCIAS SE PUEDEN DESCONECTAR CUANDO EL MOTOR ALCANCE CIERTA VELOCIDAD. ENTONCES, EL MOTOR SE CONECTA PARA FUNCIONAR CON TODO EL VOLTAJE DE LA LINEA. ESTE ES EL METODO QUE SE USA EN LOS ARRANCADORES DE RESISTENCIA.

LOS ARRANCADORES DE RESISTENCIA PRIMARIA SE EMPLEAN CUANDO LOS MOTORES EN JAULA DE ARDILLA SE DEBEN ARRANCAR CON TORQUE LIMITADO PARA EVITAR DAÑOS A LA MAQUINA IMPULSADA, O PARA TOMAR UNA CORRIENTE LIMITADA PARA EVITAR TRASTORNOS EXCESIVOS EN LA LINEA DE ENERGIA.

ES CONVENIENTE LIMITAR LA CORRIENTE DE ARRANQUE SIEMPRE QUE EL SISTEMA DE ENERGIA TENGA CAPACIDAD INSUFICIENTE PARA EL ARRANQUE A PLENO VOLTAJE, Y CUANDO PUEDEN CAUSARSE TRASTORNOS GRAVES A LA LINEA EN ESAS CONDICIONES, TAL COMO EN LOS CIRCUITOS DE ALUMBRADO, ELECTRONICOS, EL ARRANQUE SIMULTANEO DE MUCHOS MOTORES, O CUANDO EL MOTOR SEA ALEJADO DE LA ENTRADA DE LA ALIMENTACION DE ENERGIA. EN ESTOS CASOS, LOS ARRANCADORES A VOLTAJE REDUCIDO SE RECOMIENDAN, ALGUNAS VECES, PARA MOTORES TAN PEQUEÑOS COMO DE CINCO CABALLOS DE FUERZA.

CUANDO LA MAQUINA IMPULSADA NO SE PUEDE SOMETER A UN ALTO TORQUE DE ARRANQUE DE ARRANQUE REPENTINO Y REQUIERE ACELERACION INSTANTANEA. ESTO ES IMPORTANTE CUANDO SE PUEDEN DAÑAR LOS ENGRANES GRANDES, LAS PALETAS, DE LOS VENTILADORES, O LOS ACOPLAMIENTOS, POR LOS ARRANQUES REPENTINOS, O CUANDO PUEDEN RESBALAR LAS BANDAS DE TRANSMISION.

LOS ARRANCADORES AUTOMATICOS DE RESISTENCIA PRIMARIA UTILIZAN LA ACELERACION DE UNO O VARIOS PASOS, DEPENDIENDO DEL TAMAÑO DEL MOTOR QUE SE CONTROLE. SE OBTIENE UNA ACELERACION SUAVE, SIN LAS ALTAS CORRIENTES DE LA LINEA QUE SE EXPERIMENTAN NORMALMENTE CUANDO SE CONECTAN LOS ARRANCADORES A VOLTAJES REDUCIDOS DEL TIPO AUTOTRANSFORMADOR.

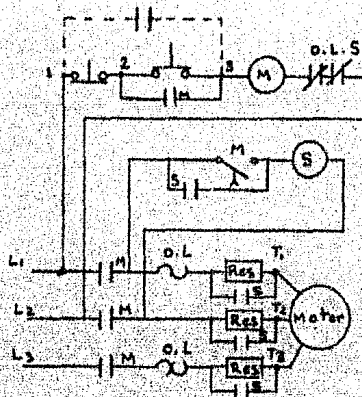
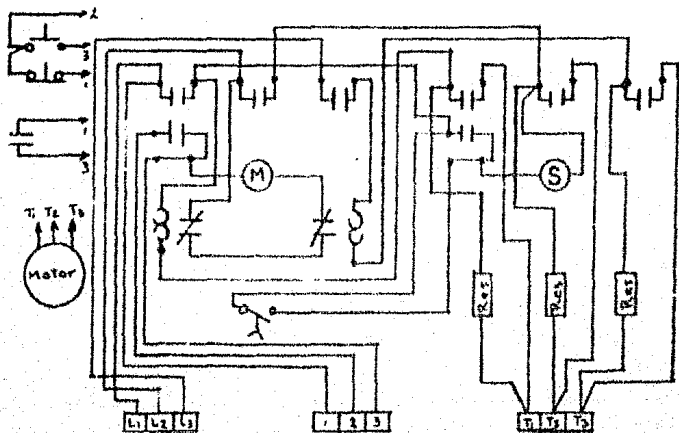


FIG. # 5 DIAGRAMA LINEAL Y DE ALAMBRADO DE UN ARRANCADOR DE RESISTENCIA PRIMARIA.

ARRANCADORES ESTRELLA - DELTA

LOS MOTORES EN ESTRELLA-DELTA SON DE CONSTRUCCION SIMILAR A LOS NORMALES EN JAULA DE ARDILLA, SALVO QUE AMBOS EXTREMOS DE CADA UNO DE LOS TRES DEVANADOS SE SACAN HASTA LAS TERMINALES USANDO ARRANCADORES QUE POSEAN EL NUMERO REQUERIDO DE CONTACTOS QUE ESTEN CORRECTAMENTE ALAMBRADOS, EL MOTOR SE PUEDE ARREGLAR PARA ARRANCAR EN ESTRELLA Y FUNCIONAR EN DELTA.

EL PRIMER REQUISITO PREVIO DE ESTE SISTEMA ES, POR SUPUESTO, QUE EL MOTOR ESTE EMBOBINADO PARA FUNCIONAR CON LOS DEVANADOS DE SU ESTATOR CONECTADOS EN DELTA, Y CON TODAS LAS PUNTAS DE ELLOS INSTALADAS EN EL EXTERIOR, PARA LA CONEXION ADECUADA QUE SE EFECTUA EN EL CAMPO.

LOS MOTORES EN ESTRELLA-DELTA SE USAN, PRINCIPALMENTE, PARA IMPULSAR CARGAS CENTRIFUGAS, TALES COMO VENTILADORES, SOPLADORES, BOMBAS CENTRIFUGAS, ETC. Y EN APLICACIONES EN QUE SE REQUIERE UN TORQUE DE ARRANQUE REDUCIDO. ALGUNAS VECES SE USAN CUANDO SE NECESITAN UNA CORRIENTE DE ARRANQUE REDUCIDA. COMO LA VELOCIDAD SINCRONICA DE UN MOTOR DE INDUCCION, EN JAULA DE ARDILLA, EN ESTRELLA - DELTA, DEPENDE DEL NUMERO DE POLOS DEL MISMO Y DE LA FRECUENCIA DE LA LINEA DE ALIMENTACION (AMBAS CONSTANTES), EL MOTOR FUNCIONARA A LA MISMA VELOCIDAD, APROXIMADAMENTE, CON QUE CUALQUIER CONEXION. SI BIEN LA OLEADA DE CORRIENTE EN EL ARRANQUE Y LA CORRIENTE DE LA LINEA SERAN MENORES AL CONECTARSE EN ESTRELLA QUE CUANDO SE CONECTA EN DELTA, LA CORRIENTE DEL EMBOBINADO ES MENOR QUE LA DE LA LINEA CUANDO SE CONECTA EN ESTRELLA (LA OLEADA DE CORRIENTE EN EL ARRANQUE, Y LA CORRIENTE DE LA LINEA EN LA CONEXION EN ESTRELLA, ES UN TERCIO DE LA CONEXION EN DELTA, EN TANTO LA CORRIENTE DEL DEVANADO DE LA CONEXION EN ESTRELLA, ES DE 1.73 VECES LA CONEXION EN DELTA).

SE PROPORCIONAN DOS RELEVADORES DE SOBRECARGA EN LOS ARRANCADORES PARA ESTRELLA - DELTA, CONECTADOS DE MANERA QUE CONDUZCAN LA CORRIENTE DEL DEVANADO DEL MOTOR fig. (6) A CAUSA DE ESTO, LOS RELEVADORES SE DEBEN SELECCIONAR CON BASE EN LA CORRIENTE DEL DEVANADO, NO LA CORRIENTE A PLENA CARGA DE LA CONEXION EN DELTA. CUANDO LA PLACA DE NOMBRE DEL MOTOR INDICA SOLAMENTE, LA

CORRIENTE A PLENA CARGA CON LA CONEXION EN DELTA, DIVIDASE ENTRE 1.73 PARA OBTENER EL VALOR DE LA CORRIENTE PARA LA SELECCION DEL RELEVADOR PARA PROTEGER LOS DEVANADOS DEL MOTOR.

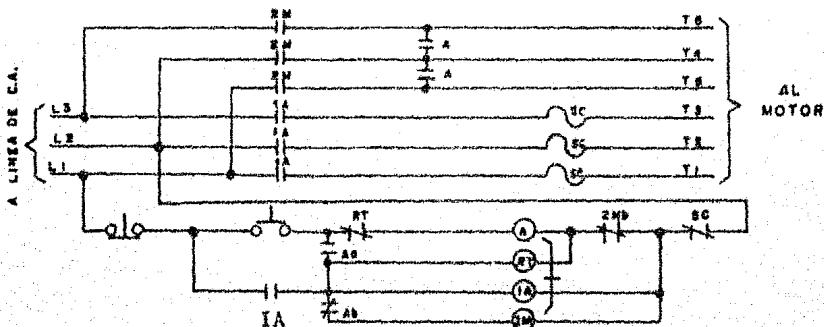


FIG. (6) DIAGRAMAS ELEMENTALES DE LOS CIRCUITOS DE ENERGIA DEL MOTOR DE LA FIG. (6) EL CONTROLADOR CONECTA EL MOTOR EN "Y" PARA EL ARRANQUE Y EN DELTA PARA LA MARCHA. NOTESE QUE LOS RELEVADORES DE SOBRECARGA SE CONECTAN EN EL CIRCUITO DEL DEVANADO DEL MOTOR, NO EN LA LINEA. NOTESE, TAMBIEN QUE LA CORRIENTE DE LA LINEA ES MAS ALTA QUE LA DEL DEVANADO DE FASE EN LA CONEXION EN DELTA EN LA FIG. (b) LA CORRIENTE DEL DEVANADO ES IGUAL QUE LA DE LA LINEA, EN LA FIG. (a).

MANTENIMIENTO MOTORES ELECTRICOS.

5.1.- INTRODUCCION.

CUALQUIER ELEMENTO DE LOS EQUIPOS ELECTRICOS TRABAJARA MEJOR DURARA MAS Y NECESITARA MENOS MANTENIMIENTO SI SE CONSERVA - LIMPIO Y CORRECTAMENTE LUBRICADO. ESTO ES UN HECHO INDISCUTIBLE Y EN MAQUINAS QUE GIRAN, COMO LOS MOTORES, TIENEN PARTICULAR EXACTITUD.

MIENTRAS QUE EL EQUIPO DE CONTROL DE UN MOTOR ES DE VITAL IMPORTANCIA PARA SU FUNCIONAMIENTO, LA FALLA DE UN ELEMENTO EN ESTOS APARATOS NO REPRESENTA GENERALMENTE UN MOTIVO DE PARO-PROLONGADO. SIN EMBARGO, EN EL CASO DE UN MOTOR, ESTO NO RESULTA ASI CUANDO ES AFECTADO POR LA FALLA DE UNA PARTE IMPORTANTE, COMO POR EJEMPLO. LA ARMADURA, LO QUE OCACIONA UNA DEMORA DE SERVICIO POR VARIAS HORAS O DIAS.

UNO DE LOS PUNTOS MAS IMPORTANTES EN LOS MOTORES DE C.A. ES LA INSPECCION PERIODICA, EN LA QUE ES MUY IMPORTANTE HACER PRUEBAS CON EL EQUIPO TRABAJADO EN CONDICIONES NORMALES DE OPERACION.

PARA INTRODUCIRNOS AL MANTENIMIENTO DE LOS MOTORES ELECTRICOS ES NECESARIO CONOCER ALGUNAS DE LAS CARACTERISTICAS, QUE NOS PUEDEN AYUDAR A RESOLVER ALGUNOS DE LOS PROBLEMAS DE MANTENIMIENTO QUE PUEDEN PRESENTARSE.

DESLIZAMIENTO: UN MOTOR DE INDUCCION QUE GIRA SIN CARGA MANTENDRA PRACTICAMENTE LA VELOCIDAD SINCRONICA; PERO PERO AL CARGARLO, LA VELOCIDAD A LA QUE SERA MENOR A LA SINCRONICA Y ESTA DIFERENCIA DE VELOCIDAD SE LLAMA DESLIZAMIENTO. ESTO SIGNIFICA QUE SI LA VELOCIDAD SINCRONICA ES DE 1800 R.P.M. Y AL RECIBIR SU PLENA CARGA BAJA A 1750 R.P.M., EL DESLIZAMIENTO A PLENA CARGA ES DE 50 R.P.M. O -- 50/1800, O SEA EL 2.77%

EL DESLIZAMIENTO DE CUALQUIER MOTOR DE INDUCCION ES UNA FUNCION DE LA CAIDA DE VOLTAJE EN EL CIRCUITO SECUNDARIO, O SEA DE LA RESISTENCIA DE LOS TIEMPOS DE LA CORRIENTE SECUNDARIA AL CUADRADO. ENTRE MAS ALTA SEA LA RESISTENCIA SECUNDARIA, MAS ALTA SERA LA TORSION DE ARRANQUE CON UNA CORRIENTE DETERMINADA; ENTRE MAS ALTO SEA EL DESLIZAMIENTO MAS ALTAS SERAN TAMBIEN LAS PERDIDAS Y, POR CONSEGUENTE MAS BAJA SERA LA EFICIENCIA.

MOMENTO DE TORSION (PAR). AL ANALIZAR ALGUNOS PROBLEMAS DE MAN-

TENIMIENTO ES EN OCA IONES IMPORTANTE CONSIDERAR LAS CARACTERISTI-
CAS DEL MOMENTO DE TORSION. HAY DOS CARACTERISTICAS DE LA TORSION
QUE DEBEN TOMARSE EN CUENTA:

EL ESFUERZO DE TORSION EN EL ARRANQUE
Y EL MOMENTO DE TORSION LIMITE. LA TORSION DEL MOTOR EN LA ETAPA-
DE DISEÑO TIENE QUE SER BALANCEADA CONTRA LA EFICIENCIA Y CONTRA -
EL FACTOR DE POTENCIA. UN MOMENTO DE TORSION ALTO EN EL ARRANQUE
DA POR RESULTADO UNA EFICIENCIA Y UN FACTOR DE POTENCIA BAJOS, ASI
COMO UNA REGULACION DE VELOCIDAD MAS MALA. PERO POR OTRO LADO, SI
LA TORSION DEL ARRANQUE ES DEMASIADO BAJA, EL MOTOR NO SERA CAPAZ
DE ARRANCAR CON LA CARGA. A SU VEZ LA TORSION CRITICA O EL MOMEN-
TO DE TORSION ALTO DE PARADA DA POR RESULTADO UN FACTOR DE POTENCIA
BAJO Y UNA CORRIENTE DE ARRANQUE ALTA. SI EL MOMENTO DE TORSION
CRITICO ES DEMASIADO BAJO, EL MOTOR SE QUEDARA PARADO CON LAS SOBRE-
CARGAS ORDINARIAS Y PUEDE " TOSTARSE " EL AISLAMIENTO.

VOLTAJE Y FRECUENCIA:

PARA OBTENER LOS MEJORES RESULTADOS, LOS MOTORES DE INDUCCION TIENEN
QUE TRABAJARSE CON LA FRECUENCIA Y VOLTAJES NORMALES DE ASIGNACION.
ES CIERTO, QUE SE PUEDEN TOLERAR ALGUNAS VARIACIONES Y SON LOS LIMI-
TES DEL VOLTAJE DEL 10% MAS O MENOS, DEL INDICADO EN LA PLACA DE CA-
RACTERISTICAS; MIENTRAS QUE LA FRECUENCIA PUEDE VARIAR UN 5% MAS O
MENOS Y NO DEBEN VARIAR AMBOS FACTORES A LA VEZ HASTA LOS LIMITES EX-
TREMOS PERMITIDOS, NI DEBEN TAMPOCO CAMBIAR AL MISMO TIEMPO EN DIREC-
CIONES OPUESTAS.

EN LA TABLA SIGUIENTE SE MUESTRA EL EFECTO DE LAS VARIACIONES DEL VOL-
TAJE Y LA FRECUENCIA SOBRE EL RENDIMIENTO.

	FACTOR DE POTENCIA	MOMENTO DE TORSION	DESLIZA- MIENTO.	EFICIENCIA A PLENA CARGA.
ALTO VOLTAJE	DISMINUIDO	AUMENTADO	DISMIN.	APROX. IGUAL
BAJO VOLTAJE	AUMENTADO	DISMINUIDO	AUMEN.	APROX. IGUAL
FRECUENCIA AUMENTADA	AUMENTADO	DISMINUIDO	IGUAL	APROX. IGUAL
FRECUENCIA DISMINUIDA	DISMINUIDO	AUMENTADO	IGUAL	APROX. IGUAL

NO ES CONVENIENTE OPERAR UN MOTOR A MENOS FRECUENCIA CON VOLTAJE MAS
BAJO DEL NORMAL, POR EL AUMENTO DEL CONSUMO DE AMPERAJE CON LA SIGUI-
ENTE ELEVACION DE TEMPERATURA.

DEVANADOS DEL ESTATOR:

A PRIMERA VISTA, EL ESTATOR DE UN MOTOR DE INDUCCION TIENE TAL APARIENCIA DE SOLIDES Y SIMPLEZA QUE SUS NECESIDADES DE MANTENIMIENTO SON MENOSPRECIADAS. SIN EMBARGO, LA VISITA A UN TALLER DE REPARACIONES ELECTRICAS NOS INDICA CON TODA CLARIDAD QUE EL ESTATOR DE LOS MOTORES DE INDUCCION ES UN ELEMENTO VULNERABLE.

LOS DEFECTOS QUE SE PRESENTAN EN LOS ESTADORES SE DEBEN A LAS SIGUIENTES CAUSAS:

SOBRECARGAS, OPERACION EN UNA SOLA FASE, HUMEDAD, DESPERFECTOS EN CHUMACERAS Y DEFECTOS EN EL AISLAMIENTO.

LOS FACTORES QUE MAS ACTIVAMENTE CONTRIBUYEN A LA APARICION DE FALLAS EN LOS ESTADORES SON; GENERALMENTE, EL POLVO Y LA SUCIEDAD. ALGUNAS FORMAS DE ADHERENCIAS DE POLVO O SUCIEDAD SON MUY CONDUCTIVAS Y LLEVAN CON FACILIDAD AL DETERIORO DEL AISLAMIENTO. ADEMÁS DE LAS FALLAS DEL AISLAMIENTO PRODUCIDAS POR ADHERENCIAS DE POLVO CONDUCTIVO, LA RESTRICCIÓN DE LA LIBRE VENTILACION QUE OCACIONAN AL OBSTRUCCIONAR LOS PASOS DE AIRE CONDUCE AL SOBRECALENTAMIENTO, LO QUE A SU VEZ, PUEDE DAR ORIGEN A FALLAS EN EL AISLAMIENTO, OCASIONADAS ENTONCES POR EXCESO DE TEMPERATURA. LA LIMPIEZA PERIODICA CON AIRE LIMPIO Y SECO ES POR LO GENERAL SUFICIENTE PARA MANTENER LAS ACUMULACIONES DE POLVO, REDUCIDAS A UN MINIMO TOLERABLE.

UNO DE LOS ENEMIGOS NATURALES DEL AISLAMIENTO ES LA HUMEDAD. ALGUNOS TIPOS DE AISLAMIENTO MODERNO PRESENTAN UNA RESISTENCIA RAZONABLE BUENA CONTRA LA HUMEDAD, PERO POR LO GENERAL ES ACONSEJABLE MANTENER TODO TIPO DE DEVANADOS EN CONDICIONES SECAS DENTRO DE LO POSIBLE. EN MUCHOS PROCESOS DE TRABAJO ES CASI IMPOSIBLE EVITAR EL CONTACTO DE LA HUMEDAD CON EL AISLAMIENTO A NO SER QUE SE APLIQUEN CARCAZAS CERRADAS U OTROS MEDIOS PARA MANTENER A LA HUMEDAD FUERA DEL CONTACTO CON EL AISLAMIENTO.

LA VIDA DEL DEVANADO DEPENDE DE LA FORMA EN QUE SE CONSERVE SU CONDICION INICIAL DE NUEVO. EN UNA MAQUINA NUEVA, LAS BOBINAS ESTAN PERFECTAMENTE AJUSTADAS EN LAS RANURAS, EL AISLAMIENTO ES FLEXIBLE Y, COMO HA SIDO TRATADO POR MEDIO DE BARNICES, TIENE UNA CONSIDERABLE RESISTENCIA CONTRA LOS EFECTOS DANINOS DE LA HUMEDAD Y DEL POLVO. ESTAS CONDICIONES PUEDEN SER CONSERVADAS DE LA MEJOR MANERA MEDIANTE LA LIMPIEZA PERIODICA Y POR TRATAMIENTO RENOVADO.

LAS VIBRACIONES ACELERAN MUY SEGUIDO LA FORMACION DE DESPERFECTOS EN EL AISLAMIENTO, LAS VIBRACIONES DURANTE LA OPERACION PUEDEN OCACIONAR EL MOVIMIENTO DE LAS BOBINAS Y RESULTA RUPTURAS O EL DESGASTE DEL MATERIAL AISLANTE. A MEDIDA QUE EL MOTOR SE VA VOLVIENDO VIEJO, EL AISLAMIENTO SE VA RESECANDO TAMBIEN Y VA PERDIENDO POR ESTE MOTIVO SU ELASTICIDAD. LOS ESFUERZOS MECANICOS RESULTANTES DE LOS ARRANQUES PAROS Y REVERSIONES ASI COMO LOS ESFUERZOS NATURALES QUE SE DESARROLLAN POR EL TRABAJO NORMAL, PRECIPITAN LA FORMACION DE CORTOS CIRCUITOS EN LAS BOBINAS O FALLAS DE CRUZAMIENTOS A TIERRA. LA APLICACION PERIODICA DE BARNICES Y TRATAMIENTOS DE SECADO EJECUTADO DE MANERA ADECUADA, TIENDEN A MANTENER A LAS BOBINAS DE EN POSICION FIJA, REDUCIENDO AL MINIMO SUS MOVIMIENTOS.

DEVANADOS DEL ROTOR.

PRACTICAMENTE TODOS LOS ROTORES CON DEVANADO TIENEN BOBINAS PARA TRES FASES Y POR LO MISMO, PUEDEN TENER FALLAS POR LA FALTA DE CORRIENTE EN UNA O DOS DE ELLAS. UN CIRCUITO ABIERTO EN EL ROTOR, SE HACE NOTORIO POR LA FALTA DE FUERZA, DE TORSION Y POR LA CAIDA DE LA VELOCIDAD DE ROTACION. ESTA CIRCUNSTANCIA ES ACOMPAÑADA GENERALMENTE POR UN RUIDO SORDO Y EN OCACIONES EL MOTOR NO ES CAPAZ DE ARRANCAR CON LA CARGA. EL SITIO MAS LOGICO PARA BUSCAR UN CIRCUITO ABIERTO DE UN ROTOR ES EN LA RESISTENCIA SECUNDARIA O EN LAS LINEAS EXTERNAS DEL ROTOR. UN PROCEDIMIENTO RAPIDO PARA LOCALIZAR EL DESPERFECTO CONSISTE EN CERRAR EL CIRCUITO DE LOS TRES ANILLOS ROZANTES DEL ROTOR Y ARRANCAR EL MOTOR. ESTA MANIOBRA INDICARA DE ORDINARIO SI EL DEFECTO ESTA EN EL ROTOR MISMO O EN LOS CIRCUITOS EXTERNOS.

LAS CONEXIONES DE CLAVIJA DE LOS ANILLOS ROZANTES DEBEN SER REVISADOS TAMBIEN SI EL CIRCUITO ABIERTO SE ENCUENTRA EN ESTA SECCION.

EN LOS ROTORES DE MAYOR TAMAÑO EN DONDE LAS BOBINAS ESTAN HECHAS DE LISTON O SOLERA DE COBRE SE EMPLEAN PIEZAS DE CONTACTO PARA UNIR LAS DOS MITADES DE LA BOBINA, LA SUPERIOR Y LA INFERIOR. ESTOS CONECTORES SE DEBEN REVISAR EN BUSCA DE SIGNOS DE SOBRECALENTAMIENTO QUE PUDIERAN INDICAR UNA ABERTURA PARCIAL.

ESTAS CONEXIONES TERMINALES, SI TIENEN ALGUN DEFECTO O NO ESTAN BIEN UNIDAS, SON LAS CAUSANTES COMUNES DE CIRCUITOS ABIERTOS EN EL ROTOR. ALGUNOS FABRICANTES HAN OPTADO POR SOLDAR ESTAS CONEXIONES, POR MEDIO DE SOPLETE, CON LATON, EN VEZ DE APLICAR LA SOLDADURA DE ESTAÑO A CAUTIN Y ESTO REDUCE A UN MINIMO LA POSIBILIDAD DE QUE QUEDEN CONEXIONES DEFECTUOSAS.

UN CRUZAMIENTO A TIERRA EN EL CIRCUITO DEL ROTOR NO AFECTARA EL RENDIMIENTO DEL MOTOR, SINO HASTA QUE SE DESARROLLE UNA SEGUNDA FUGA A TIERRA QUE TENDRA LOS EFECTOS EQUIVALENTES A UN CORTO CIRCUITO. ESTO ROMPERA EL EQUILIBRIO ELECTRICO DEL ROTOR OCACIONANDO LA PERDIDA DE POTENCIA EN LA TORSION VIBRACIONES EXCESIVAS, CHISPAZOS EN LAS ESCOBILLAS DE LOS ANILLOS COLECTORES O DESGASTE DISPAREJO DE ESTAS.

UN METODO BASTANTE ACERTADO PARA LOCALIZAR CORTO CIRCUITO EN LOS DEVANADOS DEL ROTOR, CONSISTE EN LEVANTAR LOS CEPILLOS Y APLICARLE CORRIENTE AL ESTATOR. SI EL ROTOR ESTA COMPLETAMENTE LIBRE DE CORTO CIRCUITO, TENDRA MUY Poca O NINGUNA TENDENCIA A DESARROLLAR UNA TORSION CONSIDERABLE O A LEVANTAR VELOCIDAD, HABRA NECESIDAD DE DESMONTAR EL ROTOR ABRIENDO LAS BOBINAS PARA LOCALIZAR EL SITIO DEL DESPERFECTO.

OTRO METODO DE PRUEBA PUEDE HACERSE CON EL ROTOR MONTADO Y CON EL ESTATOR BAJO CORRIENTE, CONSISTE EN LEVANTAR LOS CEPILLOS Y MEDIR EL VOLTAJE ENTRE LOS ANILLOS, PARA DETERMINAR SI ESTAN BALANCEADOS. AL EFECTUAR ESTA PRUEBA, EL ROTOR DEBE GIRARSE COLOCANDOLO EN MUCHAS POSICIONES DIFERENTES TOMANDO LA LECTURA EN CADA POSICION PARA TENER LA SEGURIDAD DE QUE LAS VARIACIONES DEL VOLTAJE MEDIDO NO SE DEBEN A LAS POSICIONES RELATIVAS DE LAS FASES DEL ESTATOR Y DEL ROTOR.

LOS MOTORES CON ROTOR EN CORTO CIRCUITO QUE FORMAN LA GRAN MAYORIA DE LOS MOTORES DE INDUCCION USADOS EN LA PRACTICA, SON MUCHO MAS ROBUSTOS Y REQUIEREN EN GENERAL MENOS MANTENIMIENTO QUE LOS MOTORES DE ROTORES DEVANADOS; PERO DE TODAS MANERAS PUEDEN SUFRIR DESPERFECTOS DEBIDOS A CIRCUITOS ABIERTOS O POR PUNTOS DE ALTA RESISTENCIA ENTRE LAS BARRAS DEL ROTOR Y LOS ANILLOS DE LOS EXTREMOS. LOS SINTOMAS DE ESTOS DEFECTOS SON PRACTICAMENTE LOS MISMOS QUE EN LOS MOTORES CON ROTOR EMBOBINADO, O SEAN: MOMENTO DE TORSION DISMINUIDO Y LA TENDENCIA A PERDER VELOCIDAD EN LA ROTACION CON CARGA. UN EVIDENTE SOBRECALENTAMIENTO EN LOS ANILLOS EXTREMOS ES POR LO COMUN ES RESULTANTE DE ESTAS CONDICIONES QUE PUEDEN SER FACILMENTE DESCUBIERTAS SI SE PARA SUBITAMENTE EL MOTOR, DESPUES DE HABERLO TRABAJADO CON CARGA.

AISLAMIENTO:

EL DETALLE MAS IMPORTANTE EN EL MANTENIMIENTO DE MOTORES Y APARATOS ELECTRICOS ES EL CUIDADO QUE SE LE DEDICA AL, AISLAMIENTO DEL MOTOR.

UN MOTOR CUYO AISLAMIENTO ES PARA TRABAJAR EN AMBIENTE HUMEDO, FALLARA MUY PRONTO SI SE UTILIZA EN SITIOS EN DONDE HAYA TEMPERATURAS ALTAS Y VICEVERSA; EL TIPO DE AISLAMIENTO, QUE DEBE LLEVAR EL MOTOR TIENE QUE SELECCIONARSE DE ACUERDO CON LAS CONDICIONES DEL TRABAJO Y, AL HACERSE REPARACIONES, CONVIENE EMPLEAR LOS MATERIALES MAS ADECUADOS PARA SATISFACER LOS REQUISITOS DE APLICACION.

LA AMERICAN STANDARS ASSOCIATION HA PUBLICADO LOS DIFERENTES SIMBOLOS QUE SE UTILIZAN PARA CLASIFICAR E IDENTIFICAR LOS MATERIALES DE AISLAMIENTO, Y ES MUY RECOMENDABLE LA CONSULTA DE ESTAS NORMAS. SE HAN PUBLICADO, ADEMAS, LOS ESTANDARES FORMULADOS SOBRE LAS TEMPERATURAS TOLERABLES, DE OPERACION, A LOS QUE SE DEBEN LIMITAR DIFERENTES MATERIALES DE AISLAMIENTO. CONSIDERANDOLO CONVENIENTE, A CONTINUACION SE DETALLAN LAS TEMPERATURAS LIMITES (LLAMADAS TAMBIEN TEMPERATURAS DEL PUNTO MAS CALIENTE) QUE PUEDEN EMPLEARSE COMO REFERENCIA.

MATERIAL.	TEMPERATURA °C.
CLASE O-----	90
CLASE A-----	105
CLASE B-----	130
CLASE C-----	NO SE HA ESTABLECIDO EL LIMITE AUN
CLASE H-----	180

EN LA PRACTICA, SE ACOSTUMBRA MANTENER LA TEMPERATURA DE OPERACION MAS BAJO DEL LIMITE MAXIMO, CON EL OBJETO DE PROLONGAR LA DURACION DEL AISLAMIENTO.

PARA HACER UNA REVISION PERIODICA Y DETERMINAR LA PRESENCIA DE SUCIEDAD MATERIAL CARBONIZADO Y HUMEDAD, ES NECESARIO REALIZAR LA PRUEBA DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO, LA CUAL DARA UN CUADRO BASTANTE EXACTO SOBRE EL ESTADO DEL AISLAMIENTO, PARTICULARMENTE LO QUE ATANE A LA HUMEDAD Y SUCIEDAD. EL VALOR REAL DE LA RESISTENCIA VARIA CON LOS DIFERENTES APARATOS, DE ACUERDO AL TIPO, TAMAÑO, VOLTAJE DE REGIMEN ETC.

SIN EMBARGO LA IMPORTANCIA DE ESTOS VALORES ESTIBA EN LAS LECTURAS RELATIVAS DEL AISLAMIENTO QUE SE TOMAN BAJO CONDICIONES SIMILARES A DIFERENTES HORAS.

LOS ALTOS VALORES DE LA RESISTENCIA DEL AISLAMIENTO NO ASEGURAN UNA ALTA RESISTENCIA DIELECTRICA, AUNQUE LA BAJA RESISTENCIA DEL AISLAMIENTO SIGNIFICA INVARIABLEMENTE BAJA RESISTENCIA ELECTRICA EL AISLAMIENTO DE UNA BOBINA QUE SE HA DOBLADO, ARRUGADO, O QUE HA SUFRIDO DAÑOS, DE ORIGEN MECANICO, PUEDE CONSERVAR UNA RESISTENCIA ALTA, PERO FALLARA FACILMENTE EN LA PRUEBA DIELECTRICA CON VOLTAJE RELATIVAMENTE BAJO. LA RESISTENCIA DEL AISLAMIENTO VARIA EN FORMA INVERSA CON LA TEMPERATURA, SIENDO UNA REGLA APROXIMADA QUE SE REDUCE A LA MITAD CON CADA 10° DE AUMENTO EN LA TEMPERATURA DEL APARATO.

LA MEDICION DE LA RESISTENCIA DE AISLAMIENTO PUEDE REALIZARSE POR MEDIO DE APARATOS, AUTOCONTENIDOS, POR EJEMPLO EL MEGOHMETRO, YA SEA DE OPERACION MANUAL O MOTORIZADO LOS INSTRUMENTOS DEL TIPO ELECTRONICO, EL METODO DE RESISTENCIA EN PUENTE, O CON EL MILIAMPERIMETRO, VOLTIMETRO Y CON SUMINISTRO DE CORRIENTE CONTINUA. CUALQUIERA DE ESTOS TIPOS DE INSTRUMENTOS QUE SE UTILICE PARA LA MEDICION DEL AISLAMIENTO DEBE MANTENERSE EN BUENAS CONDICIONES DE OPERACION PARA TENER LA SEGURIDAD DE QUE LAS MEDICIONES RESULTEN CORRECTAS.

PRUEBAS DIELECTRICAS:

EL PROPOSITO QUE SE PERSIGUE EN LAS PRUEBAS DIELECTRICAS ES CERCIOARSE QUE EL AISLAMIENTO DE LA MAQUINA EN CUESTION ES CAPAZ DE SOPORTAR LAS CARGAS DE VOLTAJE QUE SE HAN DE IMPONER DURANTE LA OPERACION EN CONDICIONES NORMALES Y POSIBLEMENTE, TAMBIEN ANORMALES.

LA APLICACION DE ALTO VOLTAJE DE CORRIENTE DIRECTA QUE SE NECESITA PARA LA EJECUCION DE LA PRUEBA DIELECTRICA ENCIERRA SERIOS PELIGROS YA QUE EL ALTO VOLTAJE DE ESTA CORRIENTE NO SOLAMENTE PUEDE CAUSAR LA PERFORACION O EL DETERIORO DEL AISLAMIENTO, SINO QUE TAMBIEN PUEDE PROVOCAR QUEMADURAS INTENSAS EN EL LAMINADO DE LA MAQUINA MISMA; PORQUE LA CAPACIDAD NECESARIA PARA LA PRUEBA DE MAQUINAS GRANDES ES TAL QUE, EN CASO DE UNA FALLA, EL ARCO QUE SE FORMA ES SEGUIDO POR EL DESARROLLO DE ENERGIA EN GRANDES PROPORCIONES. A PESAR DE ESTO, EL RIESGO QUE IMPLICA LA PRUEBA TIENE EN MUCHOS CASOS MENOR IMPORTANCIA QUE UN PARO PROLONGADO COMO CONSECUENCIA DE UNA FALLA DE AISLAMIENTO DURANTE EL PROCESO DE TRABAJO, AL IMPULSAR ALGUNA MAQUINARIA DE IMPORTANCIA VITAL.

EL VOLTAJE DE PRUEBA APLICABLE A MAQUINAS NUEVAS, O A LAS BOBINAS DE MAQUINAS CUYO DEVANADO Y MATERIALES AISLANTES HAN SIDO RENOVADOS EN SU TOTALIDAD Y QUE ESTA ESPECIFICADO POR LOS ESTANDARES DEL AIEE Y ASA, EQUIVALE AL DOBLE DEL VOLTAJE DE REGIMEN MAS 1000 VOLTS SOSTENIDO DURANTE 60 SEGUNDOS, EXCEPTUANDO LOS DEVANADOS DEL CAMPO MAGNETICO DE LOS MOTORES SINCRONICOS, A LOS QUE SE LES APLICA UN VOLTAJE DE PRUEBA 10 VECES MAYOR QUE EL VOLTAJE DE LA EXCITATRIZ, PERO NO MENOR DE 1500 VOLTS. PARA MAQUINAS EN USO O PARA MAQUINAS REPARADAS NO SE HA PREESCRITO ESTANDARES; PERO EN LA PRACTICA SE HA ESTABLECIDO LA APLICACION DE VOLTAJES DE PRUEBA DE CORRIENTE ALTERNA EQUIVALENTES AL 65 Y 75 % DEL VOLTAJE DE PRUEBA PARA DEVANADOS NUEVOS. EL PORCENTAJE MENOR SE EMPLEA PARA BOBINADOS MAS VIEJOS.

CHUMACERAS Y LUBRICACION:

EL CUIDADO CORRECTO DE LAS CHUMACERAS, QUE INCLUYE LA LUBRICACION COMO UNA CONDICION NATURAL, ES UNO DE LOS PUNTOS BASICOS EN EL MANTENIMIENTO DE MOTORES ELECTRICOS. EL ELEMENTO, ROTATORIO DEL MOTOR, QUE ES EL QUE TRANSFORMA LA ENERGIA ELECTRICA PROVENIENTE DE LA FUENTE DE SUMINISTRO EN ENERGIA MECANICA PARA EL IMPULSO DE LA CARGA DESEADA, NECESITA POR FUERZA ESTAR DOTADO DE CHUMACERAS. EL DISEÑADOR PUEDE ELEGIR ENTRE CHUMACERAS DE DESLIZAMIENTO, DE MANGUITO, DE BALEROS O ANTIFRICCION (DE BOLAS O RODILLOS). TODAS LAS CHUMACERAS PRESENTAN PROBLEMAS DE LUBRICACION QUE SE TIENEN QUE RESOLVER PARA LOGRAR UNA OPERACION EFICIENTE.

UN ANALISIS SOBRE LAS CAUSAS DE FALLAS EN LOS MOTORES DE INDUCCION A TRAVES DE UN LARGO PERIODO NOS DEMOSTRARA QUE LAS CHUMACERAS CONSTITUYEN UNA DE LAS PRINCIPALES FUENTES DE LOS DESPERFECTOS Y ESTO ES APLICABLE EN GENERAL A TODOS LOS TIPOS DE MOTORES ELECTRICOS. UNA LUBRICACION PRACTICADA AL AZAR PUEDE DAR POR RESULTADO EL DETERIORO DEL AISLAMIENTO COMO CONSECUENCIA DEL ESCURRIMIENTO DE ACEITE, AL IGUAL QUE ORIGINARA FALLAS EN LAS CHUMACERAS MISMAS Y OTROS DESPERFECTOS MECANICOS. EL DESGASTE EN LAS CHUMACERAS PUEDE CONDUCIR AL ROZAMIENTO O ARRASTRE DEL MOTOR CONTRA EL ESTATOR, COSA QUE ACARREA PROBLEMAS ADICIONALES DE FUNCIONAMIENTO.

HASTA HACE POCOS AÑOS, EL TIPO DE CHUMACERA GENERALIZADA ERA EL DE MANGUITO O CASQUILLO. APROXIMADAMENTE DE UNOS 10 AÑOS A LA FECHA LA TENDENCIA SE HA IDO INCLINANDO AL EMPLEO DE CHUMACERAS DE TIPO ANTIFRICCION, YA SEA DE RODILLOS O DE BOLAS, Y EN MUCHAS OCACIONES ESTE TIPO DE RODAMIENTOS SE HA CONVERTIDO EN EL ESTANDAR DE TODOS LOS MANUFACTUREROS. SIN EMBARGO, LA CHUMACERA DE MANGUITO CONSTITUYE AUN UNA NECESIDAD EN CIERTAS CIRCUNSTANCIAS DE APLICACION, EN PARTICULAR SI SE TRATA DE FLECHAS DE DIAMETROS MUY GRANDES Y PARAVELOCIDADES MUY ALTAS. EN DONDE SE NECESITAN CHUMACERAS BIPARTIDAS POR EJEMPLO, PARA ROTORES MUY GRANDES Y PESADOS, SE SIGUE USANDO LA CHUMACERA DE MANGUITO.

PARA LA EJECUCION DE REENMETALADO DE CHUMACERAS DE MANGUITO, HAY QUE ASEGURARSE DE LA SERIEDAD DEL PROVEEDOR, SOLICITANDO UNA CALIDAD DE METAL BABBIT TAL COMO LA RECOMENDADA POR EL FABRICANTE DEL MOTOR, Y NO SE DEBE HACER CAMBIO DE NINGUNA ESPECIE EN LA COMPOSICION DEL BABBIT. SE HA GENERALIZADO EL USO DE DOS TIPOS BASICOS DE METAL BABBIT: EL DE BASE DE ESTAÑO, QUE CONTIENE ESTRE EL 80 Y 90% DE ESTAÑO Y EL RESTO DE COBRE Y ANTIMONIO, APROXIMADAMENTE POR PARTES IGUALES, Y EL DE BASE DE PLOMO, CUYO CONTENIDO DE ESTE METAL ES DE 75 A 85%, CON 5 A 10% DE ESTAÑO Y 10 A 5% DE ANTIMONIO. PARA USO COMUN CUALQUIERA DE LOS TIPOS ES SATISFACTORIO, PERO EL BABBIT CON BASE DE ESTAÑO ENCUENTRA MAYOR APLICACION EN DONDE SE TRABAJA EN AMBIENTES CORROSIVOS. LA REINSTALACION DE UNA CHUMACERA REPARADA DEBE EJECUTARSE CON EXTREMO CUIDADO. ALGUNOS FABRICANTES DAN UNA TOLERANCIA DE 0.051MM. (0.002 PLG.) POR CADA 25.4MM (1. PLG.) DE DIAMETRO DE FLECHA, A NO SER QUE SE TRATE DE CHUMACERAS MUY PEQUEÑAS QUE REQUIEREN UNA TOLERANCIA MAYOR. OTRAS COMPANIAS ESTABLECEN UNA TOLERANCIA MAXIMA DIAMETRAL DE 0.001 PLG. (0.025 MM) PARA FLECHAS DE 25MM (1 PLG.) O MENOS Y, PARA FLECHAS MAS GRANDES, DE 0.001 MAS 0.001 PLG. (0.025 MAS 0.025 MM) POR CADA 1 PLG. (25MM) ADICIONALES DE DIAMETRO, HASTA LLEGAR A UN MAXIMO DE 0.152 MM (0.006 PLG.).

LOS PRIMEROS VALORES DE TOLERANCIA QUE SE INDICAN EN LOS RENGLONES SUPERIORES CONSTITUYEN UNA BUENA REGLA PARA USO GENERAL.

EL CONJUNTO DE LA CHUMACERA ANTIFRICCION COMPRENDE A LA UNIDAD INDEPENDIENTE FABRICADA DENTRO DE LOS LIMITES DE PRECISION, CON UN ACABADO DE ALTA PERFECCION EN SUS SUPERFICIES Y, QUE POR TAL MOTIVO, TIENE QUE MANEJARSE CON EXTREMO CUIDADO, MANTENIENDOLA COMPLETAMENTE LIBRE DE SUCIEDAD Y CONDICIONES CORROSIVAS DEL AMBIENTE, POR LO TANTO, LAS CARCAZAS PARA EL ALOJAMIENTO DE CHUMACERAS ANTIFRICCION SE DISEÑAN DE MODO DE IMPEDIR LA PENETRACION DE SUCIEDAD Y -- POLVO, HASTA DONDE SEA POSIBLE.

PARA LA OPERACION CONTINUA Y PERFECTA DE ESTE TIPO DE CHUMACERAS, - ES NECESARIO EL MANEJO CUIDADOSO DE LAS MISMAS, TENIENDO LAS DEBIDAS PRECAUCIONES DURANTE EL MONTAJE Y PROTEGIENDOLAS DE LA SUCIEDAD DURANTE LAS MANIOBRAS DE LUBRICACION.

CON EL FIN DE ELIMINAR ESTOS RIESGOS TANTO COMO SEA POSIBLE, LOS - FABRICANTES DE BALEROS, EN COMBINACION CON LOS FABRICANTES DE MOTORES, HAN DESARROLLADO CHUMACERAS PRELUBRICADAS Y SELLADAS.

HAY QUE TENER PRESENTE QUE LA CHUMACERA ESTANDAR DE BOLA Y PRELUBRICADA NO DIFIEREN FUNDAMENTALMENTE UNA DE OTRA. LAS DOS ESTAN -- HECHAS DEL MISMO MATERIAL Y BAJO LAS MISMAS ESPECIFICACIONES, POR LO QUE RESPECTA A TOLERANCIAS Y AJUSTES. LA PRELUBRICADA TIENE LA MISMA ASIGNACION DE CARGA Y LAS MISMAS HORAS DE VIDA QUE LA CHUMACERA ABIERTA DE CONSTRUCCION IDENTICA.

EL MANTENIMIENTO DE LA CHUMACERA ANTIFRICCION INCLUYE LA LUBRICACION, REMOCION, LIMPIEZA Y REINSTALACION. ESTAS CHUMACERAS, AUN -- QUE REQUIEREN MAS CUIDADO EN SU MANEJO QUE LAS DE MANGUITO, NO NECESITAN, SIN EMBARGO, UN TRATAMIENTO TAN DELICADO COMO SI FUERAN -- DE PORCELANA. SIMPLEMENTE TIENEN QUE SER TRATADAS COMO LO QUE SON, O SEA, ELEMENTOS MECANICOS DE PRECISION, Y ASI DEBE CONSERVARSELES DURANTE TODA SU DURACION EN EL SERVICIO. DEBEN TOMARSE CIERTAS -- PRECAUCIONES ANTES DE INSTALAR UNA CHUMACERA NUEVA. EN PRIMER LUGAR, DEBE UNO ESTAR SEGURO DE QUE TIENE LAS MANOS LIMPIAS. HAY -- QUE LAVARSE LAS MANOS, PERO NO EL BALERO, YA QUE ESTE HA SIDO EN -- GRASADO PREVIAMENTE EN LA FABRICA. COLOQUESE PRENSANDO EN LA -- FLECHA HASTA PONERLO EN SU LUGAR, SIN MARTILLARLO.

AL INSPECCIONAR UN BALERO VIEJO, BUSQUENSE AREAS ENDURECIDAS; LAS VETAS O MANCHAS SON INDICIOS DE ESTA CONDICION. VEASE, SI HAY BOLSAS O RODILOS ROTOS, HUELLAS DE CORROSION OCASIONADAS POR POSIBLE -- CONTACTO CON ACIDOS Y AREAS DECOLORADAS QUE PUEDEN HABERSE FORMADO POR SOBRECALENTAMIENTOS. CUALQUIERA DE ESTOS DEFECTOS ES CAUSA SUFICIENTE PARA RENOVACION.

PARA QUITAR UN BALERO SE NECESITA UN EXTRACTOR QUE TIENE LA MISMA -- APARIENCIA Y TRABAJA EN IGUAL FORMA QUE EL EXTRACTOR DE POLEAS. -- APLIQUESE EL TIRON INVARIABLEMENTE EN EL ANILLO INTERNO O PISTA QUE MONTA SOBRE LA FLECHA Y NO DEBE APLICARSE JAMAS LA FUERZA TRACTIVA -- SOBRE EL ANILLO EXTERIOR.

PARA LA INSTALACION DE UNA CHUMACERA SE NECESITA UNA PRENSA Y UN NIPLE LISO DE TUBO. UNA VEZ QUE SE HA ALINEADO EL BALERO ESCOJA UN NIPLE DEL MISMO DIAMETRO INTERIOR QUE LA PISTA Y COLOQUESE ENTRE LA PRENSA Y LA CAJA:

APLIQUESE ENTONCES LA PRESION DE MANERA UNIFORME, CON LA CUAL EL BALERO SE SEGUIRA, DESLIZANDO HASTA LLEGAR A SU SITIO. ALGUNOS BALEROS PRESENTAN MUCHAS DIFICULTADES PARA SU INSTALACION Y EN MUCHOS DE LOS CASOS ES PRECISO CALENTARLOS EN ACEITE PARA EXPANDIR EN EL ARCO DE LA PISTA INTERIOR, DE MANERA QUE PUEDA, DESLIZARSE A LO LARGO DE LA FLECHA. UN CALENTAMIENTO HASTA TEMPERATURAS ENTRE 95 Y 120°C, (200 A, 250 F) PROPORCIONARA UNA BUENA, CONTRACCION, DE AJUSTE SOBRE LA FLECHA. AVECES ES MAS CONVENIENTE PROVOCAR LA CONTRACCION DE ESTA, ENFRIANDOLA POR MEDIO, DE HIELO SECO, LO QUE PERMITIRA EL FACIL DESLIZAMIENTO DEL BALERO SOBRE ELLA.

PARA EL BUEN MANTENIMIENTO Y FUNCIONAMIENTO DE EQUIPO ELECTRI-CO, EN ESTE CASO LOS MOTORES SE DEBERA TENER LAS SIGUIENTES HERRAMIENTAS.

- 1.- HERRAMIENTA SUFICIENTE PARA DESARMAR LA MAQUINA.
- 2.- CABLES DE EXTENSION DEL TIPO SEGURIDAD.
- 3.- REFLECTORES CON MANERALES DE HULE O DE PLASTICO MOLDEADO.
- 4.- MANOMETROS DE AIRE.
- 5.- MICROMETROS PARA INTERIORES Y EXTERIORES.
- 6.- INDICADOR DE CUADRANTE CON DOTACION DE SOPORTES.
- 7.- MEGHOMETRO, 500 VOLTS.
- 8.- VOLTIAMPERIMETRO- OHMETRO PROBADOR POR EJEMPLO, MARCA SIMPSON, TRIPLETT, AMPROBE O EQUIVALENTE.
- 9.- TERMOMETROS O NIVELES.
- 10.- INSTRUMENTOS PORTATILES COMO AMPERIMETROS, VOLTIMETROS Y MEDIDORES GRAFICOS.
- 11.- MANUALES DE MANEJO Y CONSULTA PROPORCIONADOS POR EL FABRICANTE.

TIPOS DE FALLAS EN MOTORES CORRIENTE ALTERNA

DESPERFECTO	CAUSA	LO QUE DEBE HACERSE
EL MOTOR SE PARA	<p>APLICACION ERRONEA</p> <p>EL MOTOR OPERA CON SOBRECARGA</p> <p>EL VOLTAJE DEL MOTOR ESTA MUY BAJO</p> <p>EL CIRCUITO PERMANECE ABIERTO.</p> <p>LA RESISTENCIA DE CONTROL -- DEL ROTOR DEVANADO, INCORRECTA</p>	<p>CAMBIESE EL TIPO O EL TAMAÑO CONSULTESE AL FABRICANTE</p> <p>REDUZCASE LA CARGA DEL MOTOR MANTENGASE EL VOLTAJE A LA ALTURA DEL INDICADO EN LA PLACA DE CARACTERISTICAS.</p> <p>LOS LISTONES FUSIBLES SE HAN FUNDIDO; EL RELEVADO DE SOBRECARGA, EL ARRANCADOR Y LA ESTACION DE BOTONES DE MANDO DEBEN SER REVISADOS.</p> <p>REPASESE LA SECUENCIA DEL CONTROL. REEMPLAZESE LAS RESISTENCIAS QUE ESTEN ROTAS REPASENSE LOS ELEMENTOS QUE TENGAN CIRCUITOS ABIERTOS.</p>
EL MOTOR ESTA CONECTADO, PERO NO ARRANCA.	<p>UNA FASE ESTA INTERRUMPIDA</p> <p>EL MOTOR PUEDE ESTAR SOBRE CARGADO</p> <p>EL ROTOR TIENE ALGUN DEFECTO.</p> <p>LAS CONEXIONES DEL ESTATOR PUEDEN ESTAR DEFECTUOSAS.</p>	<p>REVIENSE LAS LINEAS PARA COMPROBAR QUE NO HAY FASES INTERRUMPIDAS .</p> <p>REDUZCASE LA CARGA</p> <p>REVIENSE SI TIENE BARRAS O ANILLOS ROTOS.</p> <p>RETIRENSE LAS TERMINALES Y PRUEBENSE CON UN FOCO DE PRUEBA.</p>
EL MOTOR ARRANCA PARA PERDER VELOCIDAD HASTA PARARSE.	<p>FALLAS EN EL SUMINISTRO DE FUERZA.</p>	<p>BUSQUESE CONEXIONES FLOJAS EN LAS LINEAS, REVIENSE LOS FUSIBLES Y LOS APARATOS DE CONTROL.</p>
EL MOTOR NO ALCANZA A LEVANTAR VELOCIDAD	<p>LA APLICACION DEL MOTOR NO ES CORRECTA</p> <p>EL VOLTAJE ES MUY BAJO EN LAS LINEAS.</p>	<p>CONSULTESE AL PROVEEDOR SOBRE EL TIPO DE MOTOR ADECUADO QUE SE REQUIERA.</p> <p>ELEVESE EL VOLTAJE EN LOS BORNES DEL TRANSFORMADOR, O REDUZCASE LA CARGA.</p>

	SI SE TRATA DE UN ROTOR CON DEVANADO, EL CONTROL DE LA RESISTENCIA SECUNDARIA NO SE OPERA CORRECTAMENTE	CORRIJASE EL CONTROL DE LA RESISTENCIA SECUNDARIA.
	LA CARGA ES DEMASIADO ALTA EN EL ARRANQUE	COMPRUEBESE SI LA CARGA DE ARRANQUE ES LA QUE SE SUPONE QUE DEBE VENCER EL MOTOR
EL MOTOR NO ALCANZA A LEVANTAR VELOCIDAD	MOMENTO DE TORSION DEBIL EN UN MOTOR SINCRONICO. COMPRUEBESE SI TODAS LAS ESCOBILLAS ESTAN ROZANDO SOBRE LOS ANILLOS. BARRAS DEL ROTOR ROTAS	CAMBIESE LA RESISTENCIA DE ARRANQUE PARA EL ROTOR O CAMBIESE EL DISEÑO DE ESTE. REVISENSE LAS CONEXIONES SECUNDARIAS NO SE DEJEN CONEXIONES O BORNES MAL CONECTADOS. BUSQUENSE RUPTURAS EN LAS CERCANIAS DE LOS ANILLOS DE CIERRE. DE EXISTIR ESTAS, ES NECESARIO SUSTITUIR EL ROTOR, POR UNO NUEVO, POR QUE LAS REPARACIONES SON POR LO GENERAL DE DURACION TEMPORAL.
	EL CIRCUITO PRIMARIO SE HA INTERRUMPIDO.	LOCALICESE CON UN PROBADOR EL SITIO DE LA FALLA Y REPRESE.
EL MOTOR TARDA MUCHO EN ACELERARSE.	EXCESO DE CARGA. LINEAS DEFECTUOSAS. ROTOR DEL TIPO JAULA DE ARDILLA DEFECTUOSO EL VOLTAJE APLICADO ES DEMASIADO BAJO.	REDUZCASE LA CARGA. REVISESE SI TIENEN RESISTENCIA DEMASIADO ALTA. REEMPLACESE POR UN ROTOR NUEVO. PIDASE A LA CENTRAL ELECTRICA EL AUMENTO DEL VOLTAJE NECESARIO MEDIANTE DERIVACION EN EL TRANSFORMADOR.
ROTACION INCORRECTA	SECUENCIA INCORRECTA DE LAS FASES.	INVIERTASE LAS CONEXIONES DEL MOTOR O HAGASE ESTO MISMO EN EL TABLERO DE DISTRIBUCION.
EL MOTOR SE SOBRECALIENTA EN LA MARCHA CON CARGA.	COMPRUEBESE SI LA CARGA ES EXCESIVA	REDUZCASE LA CARGA SI ES NECESARIO

	<p>VENTILADORES INADECUADOS O DEFLECTORES DE AIRE DEFECTUOSOS PUEDE HABER OCLUCIONES O ADHERENCIAS DE SUCIEDAD QUE IMPIDEN EL FLUJO APROPIADO DE LA VENTILACION. EL MOTOR PUEDE TENER UNA FASE INTERRUMPIDA.</p> <p>ALGUNA BOBINA TIENE SALTO A TIERRA VOLTAJE DESCOMPENSADO EN LAS TERMINALES</p> <p>CRUZAMIENTO EN ALGUNA DE LAS BOBINAS DEL ESTATOR CONEXIONES DEFECTUOSAS</p> <p>VOLTAJE MUY ALTO</p> <p>EL ROTOR ARRASTRA EN EL ESTATOR</p>	<p>UNA BUENA VENTILACION SE MANIFIESTA CUANDO SALE DEL MOTOR UNA CORRIENTE DE AIRE INTERRUMPIDA. DE NO SER ASI, CONSULTESE CON EL FABRICANTE.</p> <p>REVISENSE LAS LINEAS Y CONEXIONES PARA TENER LA SEGURIDAD DE QUE TODAS LAS TERMINALES ESTAN BIEN CONECTADAS.</p> <p>LOCALISESE EL DEFECTO Y REPARESE. REVISESE SI HAY CONDUCTORES DEFECTUOSOS -- CONEXIONES MAL HECHAS O DEFECTOS EN EL TRANSFORMADOR REPARESE Y OBSERVESE DESPUES LA LECTURA DEL WATTIMETRO SE LOCALIZAN POR LA ALTA RESISTENCIA DE LAS LINEAS. REVISESE EL VOLTAJE LOS BORNES DEL MOTOR. MIDIENDOLO CON UN VOLTIMETRO.</p> <p>SI NO DEPENDE DE MAQUINADO DEFECTUOSO, CAMBIENSE LAS CHUMACERAS DESGASTADAS.</p>
<p>EL MOTOR VIBRA DESPUES DE HABER EFECTUADO TODAS LAS INSTALACIONES Y CONEXIONES.</p>	<p>EL ALINEAMIENTO DEL MOTOR ES DEFECTUOSO FUNDAMENTOS MUY DEBILES EL ACOPLAMIENTO ESTA FUERA DE EQUILIBRIO EL EQUIPO IMPULSADO ESTA FUERA DE EQUILIBRIO LAS CHUMACERAS NO ESTAN ALINEADAS. LOS CONTRAPESOS DEL EQUILIBRIO DINAMICO SE HAN MOVIDO SE HAN CAMBIADO LAS BOBINAS</p> <p>EL MOTOR ES POLIFASICO Y ESTA OPERANDO CON CORRIENTE MONOFASICA JUEGO EXCESIVO EN LAS CHUMACERAS.</p>	<p>ALINEESE REFUERCESE LA BASE EQUILIBRARSE EL ACOPLAMIENTO</p> <p>EQUILIBRESE EL EQUIPO DE TRANSMISION</p> <p>ALINEESE CORRECTAMENTE. REEQUILIBRESE EL ROTOR DINAMICAMENTE REEQUILIBRESE EL ROTOR DINAMICAMENTE</p> <p>REVISESE EN DONDE SE HAN INTERRUMPIDO LOS CIRCUITOS</p> <p>AJUSTENSE LAS CHUMACERAS O AGREGUENSE ARANDELAS</p>

DESPERFECTO

CAUSA

LO QUE DEBE HACERSE

RUIDOS DE ARRASTRE	EL VENTILADOR ROZA CON EL DEFLECTOR DE AIRE EL VENTILADOR GOLPEA CONTRA EL AISLAMIENTO. LA BASE ESTA FLOJA	AJUSTENSE LOS ELEMENTOS RETIRESE EL VENTILADOR APRIETENSE LAS TUERCAS DE LOS PERNOS DE ENCAJE.
RUIDO MAGNETICO	ENTREHIERRO DESIGUAL CHUMACERAS FLOJAS ROTOR FUERA DE EQUILIBRIO	REVISESE Y CORRIJASE EL AJUSTE DE LOS SOPORTES O DE LAS CHUMACERAS CORRIJASE EL DEFECTO O REEMPLACESE EQUILIBRESE EL ROTOR.
SOBRECALENTAMIENTO DE LAS CHUMACERAS EN GENERAL.	FLEJA TROCIDA O BOMBEADA BANDA DEMASIADO TENSA LA POLEA DEMASIADO RETIRADA EL DIAMETRO DE LA POLEA ES MUY REDUCIDO ALINEAMIENTO DEFECTUOSO	ENDERECESE O REEMPLACESE LA FLECHA AFLOJESE LA BANDA ACERQUESE LA POLEA A LA CHUMACERA COLOQUESE UNA POLEA MAS GRANDE. CORRIJASE EL ALINEAMIENTO DE LA TRANSMISION
SOBRECALENTAMIENTO DE LAS CHUMACERAS DE CASQUILLO METALICO.	LAS RANURAS DE LUBRICACION DE LA CHUMACERA ESTAN TAPADAS POR ACUMULACION DE SUCCIEDAD. ANILLOS DE LUBRICACION CHUECOS O DAÑADOS EL ACEITE ES MUY GRUESO EL ACEITE ES MUY DELGADO CANTIDAD INSUFICIENTE DE ACEITE DEMASIADO EMPUJE AXIAL LOS METALES O MANGUITOS DE LA CHUMACERA ESTAN MUY DESGASTADOS	DESMONTESE EL COLGANTE O EL PEDESTAL JUNTO CON CHUMACERA LIMPIESE LAS VENAS DE LUBRICACION Y LA CAJA DE LA CHUMACERA, CAMBIESE EL ACEITE REPARENSE O REEMPLACENSE LOS ANILLOS CAMBIESE POR UN ACEITE MAS DELGADO SEGUN RECOMENDACIONES. CAMBIESE POR UN ACEITE MAS GRUESO SEGUN RECOMENDACIONES. LLENENE EL DEPOSITO HASTA EL NIVEL CORRECTO MARCADO POR EL TAPON DEL REBOSADERO. REDUZCASE EL EMPUJE DESARROLLADO POR LA MAQUINA IMPULSADA O COLOQUESE UN DISPOSITIVO EXTERNO QUE LO RECIBA.

<p>SOBRECALENTAMIENTO DE LAS CHUMACERAS DE BALEROS</p>	<p>CANTIDAD INSUFICIENTE DE GRASA DESCOMPOSICION DE LA GRASA O CONTAMINACION DEL LUBRICANTE EXCESO DE LUBRICANTE. EL SOBRECALENTAMIENTO PROVIENE DEL MOTOR O DE OTRA FUENTE EXTERNA. LA CHUMACERA TRABAJA CON SOBRE CARGA BOLAS ROTAS O PISTAS CASCADAS</p>	<p>MANTENGASE EN LA CHUMACERA LA CANTIDAD DE GRASA ADECUADA RETIRESE LA GRASA VIEJA, LAVENSE MUY BIEN LAS CHUMACERAS CON PETROLEO Y PONGASE GRASA NUEVA. REDUZCASE LA CANTIDAD DE GRASA LAS CHUMACERAS NO DEBEN LLENARSE MAS DE LA MITAD. PROTEJASE LA CHUMACERA, REDUCIENDO LA TEMPERATURA DEL MOTOR. RECTIFIQUESE EL ALINEAMIENTO, LA CARGA LATERAL Y EL EMPUJE AXIAL. REEMPLACese EL COJINETE DESPUES DE LIMPIAR LA CAJA PERFECTAMENTE.</p>
<p>GOTEO DE ACEITE EN LOS TAPONES DE LOS REBASADEROS</p>	<p>LA ROSCADA DEL TAPON DEL REBOSADERO NO SELLA EL TAPON DEL REBOSADERO REVENTADO O ROTO EL TAPON NO SELLA.</p>	<p>RETIRESE EL TAPON, REENCIMENTENSE LOS HILOS DE LA CUERDA, REEMPLACese EL TAPON Y SELLECE. REEMPLACese EL TAPON REQUIERE UNA JUNTA DE CORCHO, O SI, ES DEL TIPO DE ROSCA, SE APRETARA A MODO QUE SELLE</p>
<p>EL MOTOR ESTA SUCIO</p>	<p>SUJETO A GOTEO SUJETO A CHORRO DE AGUA SUMERGIDO A CONSECUENCIA DE INUNDACIONES.</p>	<p>FROTESE EL MOTOR CON UN TRAPO SECANDOLO POR MEDIO DE UNA CORRIENTE DE AIRE QUE CIRCULE A TRAVES DEL MISMO INSTALECE UNA CUBIERTA O CAMPANA DE PROTECCION PARA TAPARLA. EL MOTOR TIENE QUE SER CUBIERTO PARA QUE CONSERVE EL CALOR, VARIANDO FRECUENTEMENTE LA POSICION DEL ROTOR DESARMESE EL MOTOR Y LIMPIESE SUS PARTES COMPONENTES. EL DEVANADO TIENE QUE CALDEARSE EN HORNO, A 105°C DE TEMPERATURA DURANTE 24 HRS O HASTA QUE TENGA LA SUFICIENTE RESISTENCIA A TIERRA. ANTES QUE NADA HAY QUE ASEGURARSE DE QUE EL BUJE DEL COLECTOR HA SIDO DEBIDAMENTE DRENADO.</p>

C A B L E S

1.1 UN CONDUCTOR ES UN CUERPO CONSTITUIDO DE UN MATERIAL DE ALTA CONDUCTIVIDAD QUE PUEDE SER UTILIZADO PARA EL TRANSPORTE DE CORRIENTES ELECTRICAS.

EN GENERAL, UN CONDUCTOR SE COMPONE DE UN HILO O ALAMBRE DE MATERIAL CONDUCTOR O DE UNA SERIE DE ALAMBRES CABLEADOS QUE SE UTILIZA YA SEA DESNUDO O AISLADO, NORMALMENTE LOS CONDUCTORES SON DE COBRE O DE ALUMINIO. PARA APLICACIONES DONDE EXISTEN GRANDES TENSIONES MECANICAS, SE UTILIZAN BRONCES ACEROS Y ALEACIONES ESPECIALES. PARA APLICACIONES ELECTRONICAS MUY ESPECIALES Y EN PEQUEÑAS CANTIDADES SE UTILIZA EL ORO, LA PLATA Y EL PLATINO COMO CONDUCTORES.

LAS MATERIAS PRIMAS MAS COMUNES UTILIZADAS EN LA FABRICACION DE CONDUCTORES ELECTRICOS SON:

METALES; COBRE, ALUMINIO, PLOMO Y ACERO

AISLAMIENTOS: HULES, PLASTICOS, RESINAS Y PAPEL.

1.2 METALES.

COBRE: ES UN ELEMENTO QUIMICO MONOVALENTE, SU SIMBOLO QUIMICO ES CU. ES UN METAL SUMAMENTE DUCTIL Y MALEABLE DE UN COLOR ROJIZO PARDO BRILLANTE, Y UNO DE LOS MEJORES CONDUCTORES DEL CALOR Y LA ELECTRICIDAD. EXISTE ABUNDANTE EN LA NATURALEZA, TANTO EN ESTADO NATIVO, COMO EN LA FORMA DE DIVERSOS MINERALES CONSTITUIDOS POR OXIDOS Y SULFUROS.

ALUMINIO: ELEMENTO QUIMICO TRIVALENTE, SU SIMBOLO QUIMICO ES AL. ES UN METAL DUCTIL Y MALEABLE, DE UN COLOR PLATEADO BUEN CONDUCTOR DE CALOR Y ELECTRICIDAD. NO EXISTE EN ESTADO NATIVO EN LA NATURALEZA, SIENDO MUY ABUNDANTE EN EL SILICATO DE BAUXITA Y ALUMINIA (OXIDO DE ALUMINIO IMPURO).

PLOMO: SU SIMBOLO QUIMICO ES PB. ES UN METAL BLANDO Y MALEABLE -- MUY PESADO DE COLOR GRIS OPACO, Y SE FUNDE A 327.4°C. EL PLOMO EXISTE EN ESTADO NATIVO PERO ES MUY RARO Y SE OBTIENE PRINCIPALMENTE DE LA GALENA (SULFURO DE PLOMO).

ACERO: ES UN METAL DERIVADO DEL HIERRO Y ESTA COMPUESTO PRINCIPALMENTE DE HIERRO, CARBONO Y MANGANESO.

PROPIEDADES DE LOS MATERIALES CONDUCTORES

	COBRE	ALUMINIO
NUMERO ATOMICO	29	13
PESO ESPECIFICO	8.89 GR/CM ³	2.703 GR/CM ³
COEFICIENTE DE TEMP. POR °C A 20°C	0.00393	0.00403
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	100%	60.97%
CONDUCTIVIDAD TERMICA	0.93 CAL/M ³	0.52 CAL/CM ³
TEMPERATURA DE FUSION	1083°C	660°C
COEFICIENTE DE DILATACION LINEAL POR °C	16.22x10 ⁻⁶	23.0x10 ⁻⁶
CALOR ESPECIFICO	0.0918 CAL/GR/°C	0.2259CAL/GR/°C
RESISTENCIA VOLUMETRICA A 20°C	0.017241 OHMS-MM ² /MT.	0.02828 OHMS-MM ² / MT.
RESISTIVIDAD ELECTRICA (OHMS EN 304.8M A 20°C).	10.371 OHMS	17.0 OHMS
ESFUERZO DE TENSION, TEMPLE DURO	38.70 KG/CM ²	1820 KG/CM ²
ESFUERZO DE TENSION, TEMPLE SUAVE	2.250 KG/CM ²	815 KG/CM ²
MODULO DE ELASTICIDAD	1,200,000 KG/CM ²	702,000 KG/CM ²
RESISTENCIA AL CORTE	1750 KG/CM ²	665 KG/CM ²
RESISTENCIA LIMITE DE FLUENCIA	560 KG/CM ²	350 KG/CM ²

III.-

SELECCION DEL CALIBRE:

LA PRESENTE INFORMACION CUBRE LOS ASPECTOS FUNDAMENTALES A SEGUIR EN EL CALCULO DE LA CAPACIDAD DE CORRIENTE Y LA SELECCION DEL CALIBRE DE CONDUCTORES ELECTRICOS CON AISLAMIENTO SOLIDO EN INSTALACIONES DE - - FUERZA Y ALUMBRADO.

A CONTINUACION SE PRESENTAN 2 EJEMPLOS DE SELECCION DE CALIBRE, SIENDO EL PRIMERO DE ELLOS SOBRE CABLES PARA BAJA TENSION.

EJEMPLO 1:

SE DESEA SELECCIONAR EL CABLE Y EL CALIBRE NECESARIO PARA CONECTAR A - BAJA TENSION UN CENTRO DE CARGA Y SU TRANSFORMADOR DE 300 KVA, 13,200 A 440/254 VOLTS. EL FACTOR DE POTENCIA DE LA LINEA ES 0.8; LA DISTANCIA ENTRE ELLOS ES 150 METROS, Y LOS CABLES IRAN POR UNA CHAROLA TIPO ESCALERA, EN UNA CAPA DE 3 CABLES EXPUESTOS AL SOL, ANTES DE ENTRAR AL EDIFICIO. EL FACTOR DE CARGA DEL CENTRO CONSIDERADO, ES DE 75%.

POR CONSULTA SOBRE CATALOGOS INDUSTRIALES, SE DERIVA QUE DEBERAN EMPLEARSE CABLES DE BAJA TENSION COMO: TW, VINILICON, THW, CONDULAST RW 75, POLYCON R-90, ETC.

I.- SE SELECCIONA EL CABLE DESEADO TOMANDO EN CUENTA LA TEMPERATURA DE OPERACION DE ESTE. SI ES MONOFASICO, TRIPASICO, ETC., Y LAS CONDICIONES AMBIENTALES PARA LA INSTALACION.

II.- LA CORRIENTE POR FASE SE CALCULA DE LA POTENCIA POR TRANSMITIR COMO SIGUE:

$$I = \frac{V A}{\sqrt{3} V} = \frac{300,000}{1.73 \times 440} = 394 \text{ AMP.}$$

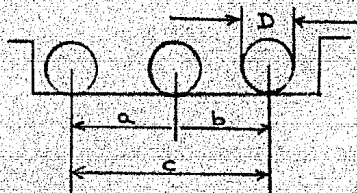
III.- DATOS DE INSTALACION

CABLES EN CHAROLA

TEMPERATURA AMBIENTE = 50°C

LONGITUD DEL CIRCUITO = 150 MTS.

FACTOR DE POTENCIA (COS θ) = 0.8



$$a \cdot b = 2 D$$

IV.- FACTORES DE CORRECCION.

POR TIPO DE INSTALACION CONSIDERADA, SE REQUIERE MODIFICAR LA CORRIENTE DETERMINADA, POR TEMPERATURA AMBIENTE Y AGRUPAMIENTO DE LOS CONDUCTORES. LOS FACTORES DE CORRECCION CORRESPONDIENTES, SE ENCUENTRAN EN LA SECCION DE INFORMACION GENERAL DEL CATALOGO DE "ALAMBRES Y CABLES PARA BAJA TENSION".

PARA TRES CABLES HORIZONTALES, UNA CAPA UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDOS, EL FACTOR DE CORRECCION POR AGRUPAMIENTO ES DE 0.89

POR SELECCION DEL CABLE POLYCON R-90 DE CONDUMEX. EL FACTOR DE CORRECCION DE TEMPERATURA SE OBTIENE DE LA TABLA DE CAPACIDAD DE CORRIENTE PARA ESTE CABLE, EL CUAL PARA 50°C ES DE 0.89

V.- CORRECCION DE LA CORRIENTE

$$I_{CORR.} = \frac{394}{0.89 \times 0.89} = 497 \text{ AMP.}$$

VI.- SELECCION DE CALIBRE.

CON EL VALOR DE 497 AMP. SE ENTRA DIRECTAMENTE EN LA TABLA DE CAPACIDAD DE CORRIENTES PARA CABLES POLYCON R-90, EN CABLES AL AIRE MONOFASICO 75% DE FACTOR DE CARGA Y SE ENCUENTRA QUE EL CALIBRE 300 MCM PUEDE CONDUCIR 511 AMP.

VII.- VERIFICACION DEL CALIBRE POR REGULACION DEL VOLTAJE.

$$REG = \frac{\Delta V}{V_n} \times 100(\%)$$

$$V = I X^2 (-R_{90} \cos \theta + jX L \sin \theta)$$

$$R_{90} = R_{20} (1 + \alpha \Delta T)$$

EN LA INFORMACION DEL CATALOGO, APARECE LA RESISTENCIA OHMICA 20°C DEL CABLE DE COBRE SIN ESTARAR, CALIBRE 300 MCM, LA CUAL ES:

$$R_{20} = 0.116 \text{ OHMS/KM.}$$

$$\alpha_{CU} = 0.00393/^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta T = 70^{\circ}\text{C}$$

$$R_{90} = 0.116 (1 + 0.00393 \times 70)$$

$$R_{90} = 0.116 \times 1.2751 = 0.1479 \text{ OHMS/KM,}$$

$$XL = (2 \text{ } \forall \text{ F) L}$$

$$XL = (2 \times 3.14 \times 60) (4.605 \text{ LOG } 10 \frac{\text{DMG}}{\text{RMG}} \times 10^{-9}) \text{ OHM/KM}$$

LA DISTANCIA MEDIA GEOMETRICA SE CALCULA:

$$\text{DMG} = \sqrt[3]{a \times b \times c}$$

$$\text{DMG} = \sqrt[3]{2D \times 2D \times 4D} = D^3 \sqrt[3]{16} = 2.52 D$$

EL DIAMETRO EXTERIOR DEL CONDUCTOR AISLADO (D) APARECE EN LA TABLA DE DIMENSIONES Y PESOS PARA LOS CABLES POLYCON R-90 PARA EL CALIBRE 300 MCM $D = 20.8 \text{ MM}$
 $\text{DMG} = 2.52 \times 20.8 = 52.42 \text{ MM}$

EL RADIO MEDIO GEOMETRICO RMG DEL CONDUCTOR SIN AISLAMIENTO SE VE AFECTADO POR SU CONSTRUCCION Y SE CALCULA COMO SIGUE:

$\text{RMG} = r \times K$ EN DONDE r ES EL RADIO EXTERIOR DE CONDUCTOR.

K ES UNA CONSTANTE DE ACUERDO AL NUMERO DE HILOS.

$$K \text{ 1h } 0.779$$

$$K \text{ 37h } 0.768$$

$$K \text{ 7h } 0.726$$

$$K \text{ 61h } 0.774$$

$$K \text{ 19h } 0.758$$

$$K \text{ 91h } 0.776$$

DE LA SECCION DE INFORMACION GENERAL, EL RADIO DEL CONDUCTOR SIN AISLAMIENTO ES:

$$r = \frac{.16}{2} = 8\text{MM Y ESTA FORMADO POR 37 HILOS, POR TANTO}$$

$$\text{RMG} = 8 \times 0.768 = 6.14 \text{ MM}$$

$$XL = 0.1736 \text{ LOG } \frac{52.42}{6.14} = 0.1736 \times 0.9313$$

$$XL = 0.1617 \text{ OHMS/KM}$$

$$\Delta V = I \times l (R \cos \theta + XL \sin \theta)$$

$$\Delta V = 394 \times \frac{150}{1000} (0.1479 \times 0.8 + 0.1617 \times 0.6)$$

$$\Delta V = 394 \times 0.15 (0.1183 + 0.0970) = 12.73 \text{ VOLTS}$$

$$\text{REG} = \frac{\Delta V}{V_n} \times 100 = \frac{12.73}{254} \times 100 = 5.01\%$$

¿ ES ACEPTABLE ESTA REGULACION ? LA RESPUESTA DEPENDE DE LOS REQUISITOS IMPUESTOS POR LAS CIRCUNSTANCIAS DEL CASO, O SEA REGULACION EN LOS OTROS ELEMENTOS DEL CIRCUITO QUE ACUMULEN UN % QUE -- SOBREPASE EL PERMITIDO; LIMITACIONES DE ESPACIO Y DISTRIBUCION DE CARGAS ETC.

DE NO HABER LIMITACION DE ESPACIO Y LOCALIZACION EN LA SUBESTACION ES RECOMENDABLE ACERCAR LA SUBESTACION A LAS CARGAS PARA ACORTAR LAS LINEAS A BAJO VOLTAJE Y REDUCIR LA REGULACION EN LA -- MISMA PROPORCION DE LA LONGITUD DE LAS LINEAS. ESTO SE PUEDE HACER SOLO EN LA ETAPA DE DISEÑO.

CUANDO HAY LIMITACIONES QUE NO PERMITEN ACERCAR LA SUBESTACION, HAY QUE SELECCIONAR UN CALIBRE MAYOR HASTA QUE LA REGULACION -- CAIGA DENTRO DEL LIMITE ACEPTADO.

EJEMPLO 2.

COMO SEGUNDO EJEMPLO SE SELECCIONARA EL CALIBRE NECESARIO PARA ALIMENTAR LA SUBESTACION DEL EJEMPLO ANTERIOR QUE TIENE 5 TRANSFORMADORES -- DE 300 KVA Y 5 DE 500 KVA, 13,200/440-254 VOLTS, DESDE LA CASITA DE MEDICION A 100 METROS DE DISTANCIA. LA INSTALACION SE HARA SUBTERRANEA EN UN -- BANCO DE DUCTOS, DE UN DUCTO, TRES CONDUCTORES POR DUCTO, CON TEMPERATURA MEDIA DEL TERRENO DE 25°C. EL FACTOR DE CARGA CONSIDERADO ES DE

COMO INFORMACION ADICIONAL, NO SE DISPONE DE EQUIPO DE PROTECCION ESPECIAL, PERO CUALQUIER FALLA A TIERRA SERA DESPEJADA EN MENOS DE UNA-HORA POR TANTO, LOS CABLES A EMPLEAR DEBERAN SER DE CATEGORIA 133% -- NIVEL DE AISLAMIENTO. EL FACTOR DE POTENCIA DEL SISTEMA ES DE 0.8

EN ESTE CASO ESCOGEREMOS CABLES POLYCON XLPE O EPR DE CABLES DE ENERGIA DE 1 A 69 KV DE CONDUMEX.

I.- EL CABLE SELECCIONADO ES POLYCON EPR 15 KV, 133% NIVEL DE AISLAMIENTO CONDUCTOR DE COBRE EN CONSTRUCCION MONOPOLAR, TRIPLEX.

II.- LA CORRIENTE SE CALCULA DE LA CARGA POR ELIMINAR CARGA = $300 \times 5 + 500 \times 5 + 4000$ KVA

$$I = \frac{KVA}{\sqrt{3}KV} = \frac{4000}{1.73 \times 13.2} = 175 \text{ AMP}$$

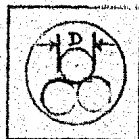
III.- DATOS DE INSTALACION.

1 DUCTO ENTERRADO CON 3 CONDUCTORES MONOPOLARES TRIPLEX.

TEMPERATURA AMBIENTE DEL TERRENO = 25°C

LONGITUD DE LA LINEA = 100 MTS.

FACTOR DE POTENCIA ($\cos \theta$) = 0.8



IV.- FACTORES DE CORRECCION.

DE LAS TABLAS DE CAPACIDADES DE CORRIENTE, PARA CABLES POLYCON EPR 8001-15,000 VOLTS, CONDUCTOR DE COBRE, INSTALACION SUBTERRANEA EN BANCO DE DUCTOS, TRES CONDUCTORES POR DUCTO, EN EL CUADRO DE FACTORES DE CORRECCION BAJO COLUMNA "1 DUCTO" SE TIENE QUE -- PARA 25°C EL FACTOR DE CORRECCION ES 0.96

V.- CORRECCION DE LA CORRIENTE.

$$I_{CORR} = \frac{175}{0.96} = 182 \text{ AMP}$$

VI.- SELECCION DEL CALIBRE.

ENTRANDO A LA TABLA DE CAPACIDADES DE CORRIENTE PARA CABLES POLYCON EPR, 8001-15,000 VOLTS.

CONDUCTOR DE COBRE EN BANCO DE DUCTOS, 3 CONDUCTORES POR DUCTO, 1 DUCTO Y 75% DE FACTOR DE CARGA, SE ENCUENTRA QUE EL CALIBRE 1/0 - AWG PUEDE CONducIR 220 AMP.

VII.-VERIFICACION DEL CALIBRE POR REGULACION DE VOLTAJE.

$$REG = \frac{\Delta V}{V_n} \times 100 (\%)$$

$$R_{20} = 0.329 \text{ OHMS/KM}$$

$$R_{90} = 0.329 (1 + 0.00393 \times 70) = 0.4195 \text{ OHMS/KM}$$

$$DMG = \sqrt[3]{a \times b \times c} = \sqrt[3]{D^3} = D$$

D = 26.2 MM (DIAMETRO EXTERIOR DEL CABLE QUE APARECE EN LA TABLA DE DIMENSIONES Y PESOS PARA LOS CABLES POLYCON EPR 8001-15,000 V. CALIBRE 1/0 AWG.

DE LA TABLA DE DIMENSIONES Y CARACTERISTICAS DEL CABLE SIN AISLAMIENTO, SE OBTIENE QUE EL RADIO DEL CONDUCTOR DESNUDO ES 4.74 MM, ENCONCES RMG = 4.74 x 0.758 = 3.59 MM.

$$XL = (2 \times 3.14 \times 60) (4.605 \text{ LOG } 10 \frac{26.2 \times 10^{-4}}{3.59}) = 0.1499 \text{ OHMS/KM.}$$

$$\Delta V = 175 \times \frac{100}{1000} (0.4195 \times 0.8 + 0.1499 \times 0.6) = 7.45 \text{ VOLTS.}$$

$$V_n = \frac{13,200}{\sqrt{3}} = 7621 \text{ VOLTS.}$$

$$REG = \frac{7.45}{7621} \times 100 = 0.098\%$$

POR LO TANTO EL CABLE SELECCIONADO SATISFACE EL PORCENTAJE DE REGULACION DE VOLTAJE.

ESTOS DOS EJEMPLOS ILUSTRAN EL USO DE CATALOGO PARA SELECCIONAR EL CALIBRE DE CABLES DE POTENCIA.

**CAPACIDAD DE CORRIENTE
VINICÓN TIPO TWH 90/780C**

CAL. AWG O MCM	EN BANCO DE DUCTOS UN CONDUCTOR POR DUCTO						EN BANCO DE DUCTOS TRES CONDUCTORES POR DUCTO								EN EL AIRE FACTOR DE CARGA		EN CON- DUIT TRES CA- BLES	ENTERRADO DIRECTAMENTE					
	3 DUCTOS		6 DUCTOS		9 DUCTOS		1 DUCTO		3 DUCTOS		6 DUCTOS		9 DUCTOS		30%/A	100%/O		MONO- FA- SICO	TRI- FA- SICO	MONO- FASICO		TRIPLEX	
	FACTOR DE CARGA EN %/O						FACTOR DE CARGA EN %/O								FACTOR DE CARGA EN %/O								
	75	100	75	100	75	100	75	100	75	100	75	100	75	100	75	100		75	100	75	100	75	100
14																18	16	14					
12																23	20	18					
10																36	28	27					
8	76	72	70	65	67	61	61	58	55	51	49	44	46	41	71	50	47	100	98	90	84		
6	100	94	92	84	88	79	80	77	72	67	64	58	60	52	84	68	64	139	126	117	107		
4	130	123	119	109	113	102	105	100	94	86	82	73	77	67	124	89	83	182	163	152	139		
2	170	160	155	140	147	132	139	132	123	112	107	93	99	88	165	118	112	234	209	195	179		
1/0	224	210	202	182	192	170	185	175	162	146	139	121	129	110	221	160	153	303	270	256	231		
2/0	267	239	231	207	218	193	212	200	184	166	157	136	148	125	255	184	175	346	306	290	262		
3/0	294	273	263	236	248	219	243	228	210	189	179	154	165	141	295	213	207	394	348	331	298		
4/0	338	313	301	269	283	249	280	263	241	215	204	175	188	160	343	245	238	447	394	376	339		
250	372	344	331	298	311	273	310	290	265	238	223	192	205	174	381	274	271	497	429	414	370		
300	420	387	370	329	348	304	349	325	296	262	247	211	227	192	438	297	304	548	478	461	412		
350	454	418	400	355	378	328	377	351	320	283	267	228	245	207	473	337	328	590	518	498	445		
400	500	457	437	386	409	355	412	382	348	305	287	244	263	220	532	354	364	643	580	538	479		
500	559	511	489	431	457	397	461	427	387	341	321	273	294	247	595	416	407	719	626	602	536		
600	629	572	548	478	508	438	514	473	428	373	350	286	318	267	687	448	455	792	688	664	585		
750	703	640	610	534	568	490	575	529	478	417	391	330	357	298	768	523	509	885	767	742	654		
1000	823	745	709	617	658	568	659	605	541	472	442	372	402	335	920	601	685	1028	887	846	744		
1250	922	832	790	686	732	628									1048			1137	970				
1500	1009	907	860	744	796	680									1166			1238	1063				

FACTOR DE CORRECCION POR TEMPERATURA AMBIENTE

10°C.	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.36	1.38	1.09	1.09	1.09	1.09
15°C.	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.31	1.31	1.04	1.04	1.04	1.04
20°C.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.25	1.25	1.00	1.00	1.00	1.00
25°C.	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	1.20	1.20	0.95	0.95	0.95	0.95
30°C.	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	1.13	1.13	0.90	0.90	0.90	0.90
35°C.	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	1.07	1.07	0.85	0.85	0.85	0.85
40°C.	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	1.00	1.00	0.80	0.80	0.80	0.80
50°C.	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.85	0.85	0.67	0.67	0.67	0.67

**CARACTERISTICAS FISICAS Y ELECTRICAS
DEL AISLAMIENTO VINICON 90/75°C**

FISICAS Y ELECTRICAS	REQUISITOS DE NORMA	VALORES TÍPICOS
ORIGINAL		
Esfuerzo (Fatiga) de Ruptura, Ibs/pulg ²	2000 (mín)	2600
Kg/mm ²	1.41 (mín)	1.83
Elongación, %	150 (mín)	320
ENVEJECIMIENTO ACELERADO		
Cámara de aire, 168 horas a 121°C ± 1°C;		
% de retención del valor original		
Esfuerzo (Fatiga) de Ruptura, Máximo	120 (máx)	105
Mínimo	80 (mín)	94
Elongación a Ruptura	75 (mín)	85
Inmersión en aceite, 4 horas a 70°C ± 1°C;		
% de retención del valor original		
Esfuerzo (Fatiga) de Ruptura	85 (mín)	93
Elongación a Ruptura	85 (mín)	92
DEFORMACION POR CALOR		
121°C ± 1°C, % de retención del valor original	25 (máx)	21
CHOQUE TERMICO (121°C ± 1°C)	No debe Agrietarse	No se agrieta
DOBLEZ EN FRIO (-30°C ± 1°C)	No debe Agrietarse	No se agrieta
RESISTENCIA A LA FLAMA	No debe Arder	No arde
ABSORCION DE HUMEDAD		
Método métrico a 75°C ± 1°C		
Constante dieléctrica después de 24 horas	10.0 (máx)	7.0
Capacitancia: Incremento máximo en %		
1 a 14 días	4.0 (máx)	3.6
7 a 14 días	2.0 (máx)	1.6
Método gravimétrico		
Miligramos por pulg. ²	10.0 (máx)	6.0
Miligramos por cm. ²	1.6 (máx)	0.9
CONSTANTE DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO		
A 15.6°C (60°F), Megohms-1000 pies	2000 (mín)	2500
Megohms-km	600 (mín)	762

CAL. AWG Ø MCM	EN BANCO DE DUCTOS UN CONDUCTOR POR DUCTO						EN BANCO DE DUCTOS TRES CONDUCTORES POR DUCTO								EN EL AIRE FACTOR DE CARGA 30 % a 100 %		EN CON- DUIT TRES CA- BLES.	ENTERRADO DIRECTAMENTE			
	3 DUCTOS		6 DUCTOS		9 DUCTOS		1 DUCTO		3 DUCTOS		6 DUCTOS		9 DUCTOS		MONO- FASICO	TRI- FASICO		MONOFASICO		TRIPLEX	
	FACTOR DE CARGA EN %						FACTOR DE CARGA EN %											FACTOR DE CARGA EN %			
	75	100	75	100	75	100	75	100	75	100	75	100	75	100	75	100		75	100	75	100
6	87	83	80	73	76	69	74	70	66	60	57	50	53	48	87	72	65	111	101	97	90
4	114	107	104	94	99	89	98	91	85	77	73	64	68	60	115	95	84	145	132	128	116
2	148	139	134	121	127	114	125	118	109	99	84	81	87	74	152	124	112	189	171	163	150
1/0	194	181	175	157	165	147	184	154	142	128	121	104	111	85	202	165	147	248	221	212	194
2/0	222	208	199	178	188	166	187	178	161	145	137	118	128	107	233	189	173	280	261	242	220
3/0	254	236	227	203	214	188	214	200	183	164	155	133	142	121	252	218	197	321	288	277	251
4/0	291	269	258	231	243	214	245	229	209	186	175	150	161	136	312	261	226	367	328	316	285
250	320	296	284	253	267	234	269	251	229	203	191	164	175	148	346	278	248	403	358	347	313
300	361	332	318	281	298	260	303	281	255	226	212	181	193	163	397	317	284	451	398	385	348
350	390	359	344	304	322	281	327	304	275	244	229	195	209	176	429	342	307	487	430	416	376
400	429	394	378	331	351	305	357	330	298	262	245	208	224	188	482	380	341	534	469	456	407
500	480	440	420	370	392	341	399	369	333	293	274	233	250	210	539	425	381	597	524	510	455
600	544	495	471	413	438	379	445	409	368	320	299	252	272	227	626	483	429	672	585	565	502
750	608	553	528	461	490	423	497	457	409	358	334	282	304	254	700	540	479	751	654	631	561
1000	716	646	616	537	571	492	578	527	470	409	380	320	345	287	841	637	560	878	761	731	644
1250	811	732	694	603	643	551									969			985	853		
1500	895	808	763	661	705	603									1088			1085	936		

FACTOR DE CORRECCION POR TEMPERATURA AMBIENTE

15°C.	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.22	1.22	1.04	1.04	1.04	1.04	
20°C.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.18	1.18	1.00	1.00	1.00	1.00	
25°C.	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	1.14	1.14	0.96	0.96	0.96	0.96	
30°C.	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	1.10	1.10	0.93	0.93	0.93	0.93	
35°C.	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	1.05	1.05	0.89	0.89	0.89	0.89	
40°C.	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	1.00	1.00	0.85	0.85	0.85	0.85	
50°C.															0.89						

CAL. AWG O MCM	EN DUCTOS ENTERRADOS UN CONDUCTOR POR DUCTO						EN DUCTOS ENTERRADOS TRES CONDUCTORES POR DUCTO						EN EL AIRE FACTOR DE CARGA		EN CON- DUI- TRES CA- BLES	ENTERRADO DIRECTAMENTE					
	3 DUCTOS		6 DUCTOS		9 DUCTOS		1 DUCTO		2 DUCTOS		3 DUCTOS		30 %/o a 100 %/o			MONOFASICO	TRIPLEX				
	FACTOR DE CARGA EN %/o						FACTOR DE CARGA EN %/o						MONO- FASICOS	TRI- FASICO			FACTOR DE CARGA EN %/o				
	75	100	75	100	75	100	75	100	75	100	75	100				75	100	75	100	75	100
4	130	120	120	100	114	93	111	100	105	96	97	83	118	104	98	172	140	138	112	135	110
2	162	148	146	128	139	119	132	121	130	118	115	100	152	128	117	200	175	170	142	168	138
1/0	203	187	187	160	178	149	172	158	165	149	148	130	202	168	153	260	228	224	188	205	176
2/0	235	218	215	187	202	174	200	182	190	171	172	147	232	192	178	308	260	288	222	235	204
3/0	265	243	238	208	224	193	227	208	213	190	193	168	268	221	203	340	290	286	252	283	226
4/0	307	281	270	237	254	220	260	242	245	223	221	186	310	254	232	386	338	334	298	304	264
250	341	308	295	260	277	242	285	260	270	240	239	213	343	281	259	422	364	370	325	330	283
300	375	340	327	285	305	282	316	290	298	267	285	235	392	318	290	465	401	410	355	365	313
350	405	369	354	309	333	284	347	321	328	295	291	257	424	344	313	504	438	443	392	400	346
400	438	395	380	333	353	308	370	340	345	315	307	269	475	379	346	540	459	478	418	427	365
500	491	443	424	369	394	339	425	391	397	357	353	309	531	424	387	606	523	540	478	486	418
600	540	485	468	403	431	371	370	430	437	395	385	335	615	482	435	660	570	593	521	535	462
750	604	536	513	444	477	408	531	486	494	442	435	379	687	539	486	734	627	674	589	602	514
1000	713	638	610	525	567	483	623	568	578	514	505	437	825	634	574	866	738	789	685	702	596
1250	783	701	671	576	624	524	712	645	656	580			948			951	807	881	782	781	602
1500	836	748	721	616	683	581	775	700	712	627			1080			1019	880	960	826	848	714

FACTOR DE CORRECCION POR TEMPERATURA AMBIENTE

15°C	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.22	1.22	1.04	1.04	1.04
20°C	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.18	1.18	1.00	1.00	1.00
25°C	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	1.14	1.14	0.98	0.98	0.98
30°C	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	1.10	1.10	0.93	0.93	0.93
35°C	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	1.05	1.05	0.89	0.89	0.89
40°C	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	1.00	1.00	0.85	0.85	0.85
50°C									0.89				

CABLES DE ENERGIA POLYCON XLPE
POLYCON EPR

CAPACIDADES DE CORRIENTE
15001-25000 V

ALUMINIO

284

CAL. AWG Q MCM	EN DUCTOS ENTERRADOS UN CONDUCTOR POR DUCTO						EN DUCTOS ENTERRADOS TRES CONDUCTORES POR DUCTO						EN EL AIRE FACTOR DE CARGA 30 %/o ± 100 %/o		EN CON- DUIT TRES CA- BLES	ENTERRADO DIRECTAMENTE					
	3 DUCTOS		6 DUCTOS		9 DUCTOS		1 DUCTO		2 DUCTOS		3 DUCTOS		MONO- FASICO	TRI- FASICO		TRIPLEX					
	FACTOR DE CARGA EN %/o						FACTOR DE CARGA EN %/o									FACTOR DE CARGA EN %/o					
	75	100	75	100	75	100	75	100	75	100	75	100	75	100		75	100	75	100		
1/0	203	187	187	160	178	149	172	160	167	149	148	131	201	171	169	200	220	222	188	202	174
2/0	235	218	215	187	202	174	202	184	192	171	173	148	231	195	183	299	254	256	220	232	202
3/0	265	243	238	208	224	193	229	208	215	190	194	169	267	224	209	331	284	288	250	260	224
4/0	307	281	270	237	254	220	262	244	247	224	223	107	308	257	238	375	331	330	295	301	262
250	341	308	295	260	277	242	287	262	272	241	241	208	340	284	270	411	357	366	322	327	281
300	375	340	327	285	305	262	318	292	298	266	267	231	387	319	298	454	394	406	352	382	311
350	405	369	354	309	333	284	360	323	328	295	294	269	419	346	319	493	431	439	389	397	344
400	438	395	380	333	353	306	373	342	347	316	311	271	468	378	351	529	452	474	415	423	363
500	491	444	424	370	394	340	427	393	399	359	355	310	523	423	393	594	515	535	473	482	416
600	540	485	468	404	431	372	475	432	441	398	389	338	604	481	441	649	562	588	518	531	460
750	597	538	516	446	480	410	539	492	500	447	442	384	674	538	493	723	623	659	586	599	512
1000	714	639	611	526	568	484	632	575	585	520	512	443	809	631	588	854	731	785	683	699	595
1250	786	703	673	578	626	526	715	647	659	582			927			941	801	878	780	779	661
1500	841	762	723	619	666	563	792	713	726	637			1032			1011	856	958	826	847	715

FACTOR DE CORRECCION POR TEMPERATURA AMBIENTE

18°C.	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.22	1.22	1.04	1.04	1.04
20°C.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.18	1.18	1.00	1.00	1.00
25°C.	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	1.14	1.14	0.96	0.96	0.96
30°C.	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	1.10	1.10	0.93	0.93	0.93
35°C.	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	1.05	1.05	0.89	0.89	0.89
40°C.	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	1.00	1.00	0.85	0.85	0.85
50°C.												0.89				

NOTA: Estas capacidades fueron calculadas según el método de Neher & Mc Grath's

285

CAL. AWG O. MCM	EN DUCTOS ENTERRADOS UN CONDUCTOR POR DUCTO						EN DUCTOS ENTERRADOS TRES CONDUCTORES POR DUCTO						EN EL AIRE FACTOR DE CARGA 30 %/o a 100 %/o		EN CON- DUIT TRES CA- BLES	ENTERRADO DIRECTAMENTE						
	3 DUCTOS		6 DUCTOS		9 DUCTOS		1 DUCTO		2 DUCTOS		3 DUCTOS		MONO- FASICOS	TRI- FASICO		BLES	MONOFASICO		TRIPLEX			
	FACTOR DE CARGA EN %/o						FACTOR DE CARGA EN %/o										FACTOR DE CARGA EN %/o					
	75	100	75	100	75	100	75	100	75	100	75	100	75	100		75	100	75	100	75	100	75
1/0	203	187	187	160	178	149	172	162	169	150	148	132	200	174	165	251	215	221	185	200	172	
2/0	235	218	215	187	202	174	204	186	194	173	175	149	230	198	188	290	248	254	218	230	200	
3/0	265	243	238	208	224	193	231	210	217	192	198	170	268	227	215	322	278	290	248	268	222	
4/0	307	281	270	237	254	220	265	246	250	226	225	199	306	260	244	364	324	327	292	299	260	
250	341	308	295	260	277	242	290	264	274	243	244	203	337	387	281	400	350	363	320	325	279	
300	375	340	327	285	305	262	321	284	300	270	270	227	382	320	302	443	387	403	350	360	309	
350	405	369	354	310	333	285	353	326	330	298	297	261	414	348	325	482	424	436	387	395	342	
400	439	395	380	334	353	307	376	345	349	318	316	273	461	377	356	518	445	470	412	420	361	
500	492	445	425	371	395	341	430	395	401	361	357	312	515	422	399	582	508	531	470	479	414	
600	541	485	469	405	432	373	481	434	445	402	394	338	593	480	447	638	555	584	516	528	459	
750	600	540	519	448	483	412	548	499	507	452	449	389	681	537	500	712	619	665	583	596	511	
1000	716	640	612	527	569	485	642	593	593	528	520	449	793	628	602	842	725	781	681	697	594	
1250	789	705	675	580	628	528	719	650	662	565			906			931	796	875	759	778	661	
1500	846	757	727	622	669	566	810	727	740	648			1004			1003	853	956	826	846	717	

FACTOR DE CORRECCION POR TEMPERATURA AMBIENTE

15°C.	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.22	1.22	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04
20°C.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.18	1.18	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
25°C.	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	1.14	1.14	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96
30°C.	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	1.10	1.10	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93
35°C.	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	1.05	1.05	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89
40°C.	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	1.00	1.00	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
50°C.													0.89								

NOTA: Estas capacidades fueron calculadas según el método Neher & Mc Grath's

SISTEMAS DE INSTALACION.

FORMAS DE INSTALACION.

CUALQUIER TIPO DE CABLE DE 1 A 60 KV, PUEDE INSTALARSE EN LAS SIGUIENTES FORMAS: AEREOS, EN CONDUIT, EN DUCTOS, EN CHAROLAS, O BIEN ENTERRADOS, TANTO EN LUGARES HUMEDOS COMO SECOS.

COMPUESTOS PARA LUBRICAR.

PARA TODOS LOS TIPOS DE CABLES, EL USO DE LUBRICANTES DURANTE SU INSTALACION EN DUCTOS O CONDUIT REDUCE LA FRICCION Y FACILITA LA OPERACION DE JALAR EL CABLE, LOS COMPUESTOS LUBRICANTES QUE DEBEN USARSE, SON - AQUELLOS QUE NO TENGAN ACEITE MINERAL, SE SUOIERE EL USO DE LOS SIGUIENTES LUBRICANTES:

COMPUESTOS LUBRICANTES	PLOMO	CUBIERTA POLIETILENO	PVC	NEOPRENO
GRASAS Y ACEITES	*			
BENTONITA MEZCLADA CON AGUA		*		
ESTIATITA (METASILICATO ACIDO DE MG).	*	*	*	*
JABONADURA ESPESA		*	*	*
JABON EN ESCAMAS		*	*	*
MICA		*	*	*
TALCO		*	*	*

NOTA.- NUNCA DEBEN USARSE GRASAS NI ACEITES PARA CABLES CUYAS CUBIERTAS NO SEAN DE PLOMO.

TENSIONES MECANICAS DE INSTALACION.

LOS LIMITES DE LAS TENSIONES DE JALADO SON NORMALMENTE DE 7 KG/MM^2 - PARA COBRE Y ALUMINIO CUANDO SE ESTIRA DIRECTAMENTE AL CONDUCTOR, O DE 450 KG (1000 LB) EN TOTAL, CUANDO SE JALA CON UN CALCETIN O MANGA DE ACERO TRENZADO SOBRE LA CUBIERTA PROTECTORA. LOS DOBLECES Y EL JALADO EN CONDICIONES DE FRICCION EXCESIVA REQUIEREN MODIFICACION DE ESTAS TENSIONES Y UNA CUIDADOSA ATENCION.

SE RECOMIENDA EL USO DE UN DINAMOMETRO, PARA MEDIR LAS TENSIONES DE -- INSTALACION.

RADIOS DE CURVATURA.

LOS RADIOS MINIMOS DE CURVATURA PERMITIDOS DURANTE LA INSTALACION --
SON:

PARA CABLES SIN PANTALLA: $R = 6 D$ (SEIS VECES EL DIAMETRO TOTAL DEL
CABLE).

PARA CABLES ARMADOS Y CABLES CON PANTALLA: $R = 12 D$ (DOCE VECES EL
DIAMETRO TOTAL DEL CABLE).

PANTALLA:

A TENSIONES MAYORES DE 2 KV SE RECOMIENDA EL USO DE UN CABLE CON PAN--
TALLA.

- 1) DONDE EL CABLE SE CONECTA A LINEAS AEREAS
- 2) DONDE PASA DE AMBIENTES CONDUCTORES A AMBIENTES NO CONDUCTORES. -
POR EJEMPLO: DE SUELOS HUMEDOS A SUELOS SECOS.
- 3) CUANDO EL CABLE ESTA COLOCADO EN SUELOS HUMEDOS O CONDUIT HUMEDOS
- 4) DONDE SUSTANCIAS CONDUCTORAS TALES COMO ALGUNOS COMPUESTOS PARA JA
LAR, OLLIN, SAL, CEMENTO, ETC., PUEDEN DEPOSITARSE EN LA SUPERFI--
CIE DEL CABLE, CONTAMINANDOLO.
- 5) CUANDO LA SEGURIDAD DEL PERSONAL QUE TRABAJA CON O CERCA DE LAS --
LINEAS, PUEDEN PELIGRAR.
A TENSIONES MAYORES DE 5 KV ES NECESARIO EL USO DE UN CABLE CON --
PANTALLA.

PRECAUCIONES:

LAS PRECAUCIONES QUE SE APLICAN NORMALMENTE DURANTE LA INSTALACION DE
CUALQUIER CABLE CON AISLAMIENTO SOLIDO SON:

- 1- NO GOLPEE LOS CARRETES NI DEJE QUE LAS BALONAS DE UN CARRETE GOL--
PEEN EL CABLE DE LOS CARRETES ADYACENTES.
- 2- ASEGURESE QUE LOS DUCTOS ESTEN LIMPIOS Y USE SOLAMENTE COMPUESTOS
LUBRICANTES COMPATIBLES.
- 3- MANTENGA LAS PUNTAS DEL CABLE SELIADOS HASTA EL MOMENTO EN QUE VA--
YA A HACER LOS EMPALMES Y TERMINALES.
DESPUES DE ESTIRAR EL CABLE ASEGURESE QUE LOS SELLOS DE LAS PUNTAS
ESTAN EN BUENAS CONDICIONES.
- 4- ANTES DE HACER EMPALMES Y TERMINALES CORTE LOS PEDAZOS DE LA PUNTA
DEL CABLE DONDE SE AMARRO EL CALCETIN O MANGA DE ACERO TRENZADO PA

RA ESTIRAR.

- 5- AL HACER EMPATES Y TERMINALES, ASEGURESE QUE NO HAY HUMEDAD NI BASURA DURANTE EL ENCINTADO.
- 6- SE RECOMIENDA REALIZAR PRUEBAS DE INSTALACION A LOS CABLES DESPUES DE SU INSTALACION Y ANTES DE QUE SEAN PUESTOS EN SERVICIO, CON OBJETO DE VERIFICAR QUE NO SUFRIERON DAÑO ALGUNO EN EL TRANSPORTE, - MANEJO O DURANTE LA MISMA INSTALACION.

USO DE LOS FACTORES DE CORRECCION:

LAS TABLAS DE CAPACIDAD DE CORRIENTE QUE APARECERAN, SE BASAN EN CONDICIONES NORMALES DE INSTALACION. LAS CONSTANTES USADAS PARA CALCULAR ESTAS TABLAS ESTAN DE ACUERDO CON LAS NORMAS IPCEA.

CONDICIONES GENERALES. EN LAS TABLAS DE CAPACIDAD DE CORRIENTE SE DAN VALORES PARA CABLES DE UN CONDUCTOR, EN LOS SIGUIENTES TIPOS DE INSTALACION.

- 1- A) EN BANCOS DE DUCTOS. UN CABLE POR DUCTO HASTA 8 KV.
B) EN DUCTOS ENTERRADOS. UN CABLE POR DUCTO DE 15 A 35 KV.
- 2- A) EN BANCOS DE DUCTOS. TRES CABLES POR DUCTO, HASTA 8 KV.
B) EN DUCTOS ENTERRADOS. TRES CABLES POR DUCTO, DE 15 A 35 KV.
- 3- AL AIRE.
- 4- EN CHAROLAS.
- 5- EN TUBERIA CONDUIT.
- 6- ENTERRADOS DIRECTAMENTE.

EN CADA CASO SE DAN VALORES PARA DIFERENTES FORMAS DE AGRUPACION DE LOS CONDUCTORES. PARA SIMPLIFICACION DE LAS TABLAS, LOS VALORES DE CONDUCCION DE CORRIENTE SE BASAN EN TEMPERATURAS AMBIENTE DE 40°C PARA INSTALACIONES AL AIRE O EN CONDUIT Y DE 20°C PARA CABLES EN DUCTOS SUBTERRANEOS O ENTERRADOS DIRECTAMENTE.

LOS VALORES DADOS EN LAS TABLAS DEBEN CORREGIRSE DE ACUERDO CON EL VALOR DE LA TEMPERATURA AMBIENTE, PARA CADA CASO.

ALGUNOS VALORES REPRESENTATIVOS DE TEMPERATURA AMBIENTE, SE DAN A CONTINUACION:

EDIFICIOS BIEN VENTILADOS SIN FUENTE DE CALOR	28 A 30°C
EDIFICIOS CON FUENTE DE CALOR, TALES COMO SUB ESTACIONES O PLANTAS INDUSTRIALES	35 A 40°C
EN LUGARES MAL VENTILADOS O EXPUESTOS DIRECTAMENTE AL SOL	40 A 45°C
CUARTOS DE CALDERAS O CUARTOS DE MAQUINAS	40 A 60°C
A LA INTENPERIE, EN LA SOMBRA	35 A 40°C
A LA INTENPERIE, EXPUESTOS DIRECTAMENTE AL SOL	50°C
ENTERRADOS DIRECTAMENTE	15 A 35°C

LOS FACTORES QUE AFECTAN LA CAPACIDAD DE CORRIENTE, PARA DIFERENTES - CONDICIONES DE INSTALACION DE LOS CABLES, SE DESCRIBE A CONTINUACION:

CABLES EN DUCTOS SUBTERRANEOS.

LA CAPACIDAD DE CORRIENTE EN ESTE TIPO DE INSTALACION, ESTA BASADO EN LAS SIGUIENTES CONSIDERACIONES:

- 1- TODOS LOS CABLES EN UN CIRCUITO DADO, SE SUPONEN DEL MISMO CALIBRE E IGUALMENTE CARGADOS.
- 2- EL FACTOR DE CARGA ES 75% A 100% (AMBOS VALORES SON PRACTICA ESTABLECIDA).

CUANDO LA TEMPERATURA AMBIENTE DIFIERE DE 20°C, EL VALOR DE CAPACIDAD DE CORRIENTE DEBE MODIFICARSE USANDO LOS FACTORES QUE APARECEN EN LA PARTE INFERIOR DE LA TABLA CORRESPONDIENTE. POR INTERPOLACION, PUEDEN CALCULARSE VALORES DE CAPACIDAD DE CORRIENTE PARA UN NUMERO DE DUCTOS QUE NO APAREZCAN EN LA TABLA. TAMBIEN PUEDEN CALCULARSE EN ESTA FORMA, VALORES DE CORRIENTE PARA OTROS FACTORES DE CARGA. CUANDO LOS CABLES SE INSTALEN CON LAS PANTALLAS ATERRIZADAS DEBERA TENERSE PRESENTE ESTA CIRCUNSTANCIA, YA QUE LAS PERDIDAS DEPENDERAN DEL ESPACIAMIENTO ENTRE LOS CABLES Y DE OTROS PARAMETROS QUE DEPENDEN DE LAS CORRIENTES CIRCULANTES EN LA PANTALLA.

CABLES EN TUBERIA CONDUIT.

- 1- PARA CABLES EN TUBERIA CONDUIT EXPUESTA, LOS VALORES TABULADOS PUEDEN ADAPTARSE CON PRECISION PARA FACTORES DE CARGA ENTRE 50% Y 100%
- 2- PARA CABLES GRANDES (250 MCM O MAS) EN TUBERIA CONDUIT CUBIERTA, LOS VALORES QUE APARECEN EN LA TABLA SON CONSERVADORES PARA FACTO-

RES DE CARGA HASTA DE 85% Y 90%. PUEDEN OBTENERSE VALORES MAS REPRESENTATIVOS, USANDO EL PROMEDIO DE LOS VALORES QUE SE DAN PARA CONDUIT EXPUESTO Y PARA DUCTOS SUBTERRANEOS.

- 3- LOS VALORES DE CAPACIDAD DE CORRIENTE PARA CABLES INSTALADOS EN CONDUIT, SE BASAN EN EL SUPUESTO DE QUE EL CONDUIT ES METALICO.
- 4- PARA CORREGIR LOS VALORES DE CAPACIDAD DE CORRIENTE A TEMPERATURAS AMBIENTE DIFERENTES DE 40°C, VEASE EL FACTOR DE CORRECCION AL PIE DE LA TABLA CORRESPONDIENTE.
- 5- LOS VALORES DE LAS TABLAS SE BASAN EN CONDUITS SEPARADOS CONVENIENTEMENTE, LOS FACTORES DE CORRECCION PARA GRUPOS DE CONDUITS EN CONTACTO UNOS CON OTROS, SE DAN EN LA TABLA SIGUIENTE:

NUMERO DE CONDUITS		HORIZONTAL					
		1	2	3	4	5	6
VERTICAL	1	1.00	0.94	0.91	0.88	0.87	0.86
	2	0.92	0.87	0.84	0.81	0.80	0.79
	3	0.85	0.81	0.78	0.76	0.75	0.74
	4	0.82	0.78	0.74	0.73	0.72	0.72
	5	0.80	0.76	0.72	0.71	0.70	0.70
	6	0.79	0.75	0.71	0.70	0.69	0.69

* NOTA.- ESTOS FACTORES DE CORRECCION SE APLICAN SOLAMENTE CUANDO LA SEPARACION ENTRE LAS SUPERFICIES DE LOS TUBOS NO ES MAYOR QUE EL DIAMETRO DE UN TUBO.

CABLES INSTALADOS EN EL AIRE.

LAS TABLAS PARA ESTE TIPO DE INSTALACIONES ESTAN CALCULADAS CONSIDERANDO:

- 1- QUE LA INSTALACION CONSISTE UNICAMENTE DE CABLES DE UN CONDUCTOR, AISLADOS INDIVIDUALMENTE.
- 2- QUE EL FACTOR DE CARGA ESTA ENTRE EL 30% Y 100%.

SI LA TEMPERATURA AMBIENTE ES DIFERENTE DE 40°C, VEASE EN LA TABLA EL FACTOR DE CORRECCION, AL PIE DE LA COLUMNA CORRESPONDIENTE. CUANDO HAYA AGRUPAMIENTO DE CABLES, DE TAL MANERA QUE LA DISTANCIA ENTRE SUS

SUPERFICIES SEA MENOR QUE EL DIAMETRO DE UNO DE ELLOS, APLIQUESE LOS FACTORES DE CORRECCION POR AGRUPAMIENTO, QUE APARECEN EN LA TABLA SIGUIENTE:

NUMERO DE CABLES		HORIZONTAL					
		1	2	3	4	5	6
V E R T I C A L	1	1.00	0.93	0.87	0.84	0.83	0.82
	2	0.89	0.83	0.79	0.76	0.75	0.74
	3	0.80	0.76	0.79	0.70	0.69	0.68
	4	0.77	0.72	0.68	0.67	0.66	0.65
	5	0.75	0.70	0.66	0.65	0.64	0.63
	6	0.74	0.69	0.64	0.63	0.62	0.61

CABLES EN CHAROLA.

NO SE HA ESTABLECIDO UN VALOR DE CORRIENTE ESTANDAR PARA ESTE TIPO DE INSTALACIONES, SIN EMBARGO DE ACUERDO CON LA EXPERIENCIA, PUEDEN TENER SE LAS SIGUIENTES CONSIDERACIONES:

1- CABLES EN CHAROLAS ABIERTAS CON FONDO NO CONTINUO:

- A) SI LOS CABLES ESTAN UNIFORMEMENTE ESPACIADOS EN CHAROLA, SIN QUE SE CRUCEN, TOMESE EL VALOR DE UN CABLE SIMILAR INSTALADO EN EL AIRE Y APLIQUESE LOS SIGUIENTES FACTORES DE CORRECCION POR AGRUPAMIENTO DE CONFORMIDAD CON LA SIGUIENTE TABLA:

NUMERO DE CABLES		HORIZONTAL					
		1	2	3	4	5	6
V E R T I C A L	1	1.00	0.94	0.89	0.86	0.85	0.84
	2	0.91	0.85	0.82	0.79	0.78	0.77
	3	0.83	0.79	0.75	0.73	0.72	0.71

B) SI LOS CABLES NO ESTAN UNIFORMEMENTE ESPACIADOS EN LA CHAROLA, TOMESE EL VALOR DE CAPACIDAD DE CORRIENTE DE UN CABLE TRIFASICO CON PANTALLA, INSTALADO AL AIRE, DE IGUAL CALIBRE AL CONSIDERADO Y APLIQUESE LOS FACTORES DE CORRECCION POR AGRUPAMIENTO, QUE APARECEN A CONTINUACION:

NUMERO DE CABLES	CHAROLA ABIERTA
3	1.00
4 - 6	0.80
7 - 9	0.70
* 10 - 24	0.70
* 25 - 42	0.60
* 43 O MAS	0.50

* ESTOS FACTORES TOMAN EN CUENTA, QUE HAYA DIVERSAS CARGAS EN LOS CABLES.

2- CHAROLAS CUBIERTAS:

TOMESE EL VALOR DE CORRIENTE EN LA TABLA EN QUE APARECEN TRES CONDUCTORES POR CONDUIT Y APLIQUESE LOS FACTORES DE CORRECCION POR AGRUPAMIENTO, QUE APARECEN A CONTINUACION:

NUMERO DE CABLES	CHAROLA CUBIERTA
3	1.00
4 - 6	0.80
7 - 9	0.70
* 10 - 24	0.70
* 25 - 42	0.60
* 43 O MAS	0.50

* ESTOS FACTORES TOMAN EN CUENTA QUE HAYA DIVERSAS CARGAS EN LOS CABLES.

CABLES INSTALADOS EN POSICION VERTICAL.

CUANDO ESTOS CABLES TENGAN MAS DE 7.00 M DE ALTURA EN ESA POSICION, USENSE LAS TABLAS DE CABLES AL AIRE CON UNA TEMPERATURA AMBIENTE DE 40°C. PARA TERMINALES VERTICALES CON LONGITUD MENOR DE 7.00 M., TOMENSE LOS MISMOS VALORES DE CORRIENTE QUE PARA UN CABLE ENTERRADO O PARA CABLES EN DUCTOS SUBTERRANEOS, SEGUN EL CASO. (LA CONDUCCION DE CALOR A LO LARGO DEL CABLE EN ESTA POSICION ES APRECIABLE).

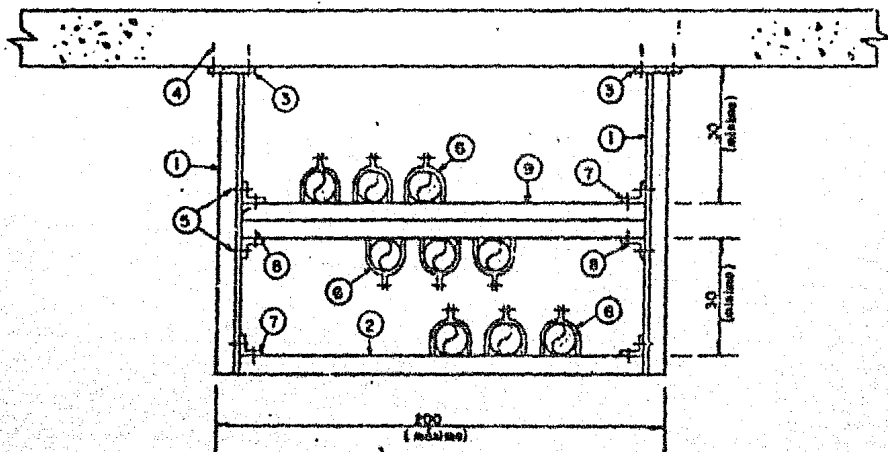
CABLES ENTERRADOS DIRECTAMENTE.

LAS TABLAS PARA CABLES MONOFASICOS ENTERRADOS DIRECTAMENTE EN EL SUELO, SUPONEN QUE TRES CABLES SIN CUBIERTA METALICA ESTAN INSTALADOS A 1.00 M ABAJO DE LA SUPERFICIE DEL SUELO Y TIENEN UNA SEPARACION UNIFORME DE 2.00 M ENTRE ELLOS.

LAS TABLAS PARA CABLES TRIPLEX, ENTERRADOS DIRECTAMENTE EN EL SUELO SUPONEN QUE TRES CABLES SIN CUBIERTA METALICA CABLEADOS ENTRE SI ESTAN INSTALADOS A 1.00 M ABAJO DE LA SUPERFICIE DEL SUELO.

LA RESISTIVIDAD TERMICA DEL SUELO, SE HA CONSIDERADO DE 90 UNIDADES WATT-CENTIMETRO. EL FACTOR DE CARGA ESTA ENTRE 75% Y 100%.

b

**BUFETE
INDUSTRIAL**
**SOPORTE DE CONDUITS
TRES CAMAS HORIZONTALES
MONTAJE EN LOSA**
N O R M A
EOS-253
FECHA. AGOSTO 11 1981.
PROYECTO 5619

EN ESCALA.
ACOTACIONES EN CM.

PART. CANT. UNIDAD			DESCRIPCION	OBSERVACIONES
1	~	Kg.	ANGULO DE Fc. DE Fc. DE 50.8x6.3mm.	SOLDAR AL ANGULO.
2	~	m.	CANAL SENCILLA DE 41x41mm, ESPECIAL PARA SOPORTAR TUBERIA CONDUIT.	
3	~	Kg.	PLACA DE ACERO AL CARBON DE 150 x 150 x 4.5 mm.	
4	8	PLA.	BARRENANCLA DE 9.5 mm Ø.	
5	8	PZA.	TORNILLO DE CABEZA HEXAGONAL DE 9.5 mm Ø, CON TUERCA HEXAGONAL Y ROLDANA PLANA.	
6	~	PZA.	ABRAXADERA PARA MONTAJE EN CANAL SENCILLA DE Fc GALVANIZADO.	
7	8	PZA.	SOPORTE ANGULAR DE 90° CON 2 BARRENOS PARA UNIR CANAL SENCILLA DE 41 x 41 mm.	
8	8	PZA.	TUERCA CON RESORTE Y TORNILLO DE CABEZA HEXAGONAL.	
9	~	m.	CANAL DOBLE DE 41 x 41mm, ESPECIAL PARA SOPORTAR TUBERIA CONDUIT.	

b

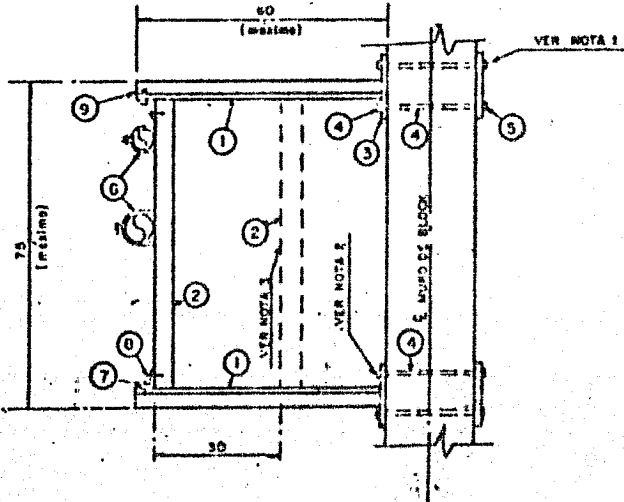
CUFETE
INDUSTRIAL

SOPORTE DE CONDUITS EN CAMA
VERTICAL
MONTAJE EN MURO
PROYECTO

NORMA

E05-250

FECHA. AGO-10 10 1984



NOTAS

- 1.- EN MURO DE CONCRETO USAR TACIQUE EXPANSOR METALICO DE 4.35mm Ø Y ELIMINAR 2 PIEZAS DE LA PARTIDA (3).
2.- EN MURO DE TACIQUE USAR BARRERMANCLA DE 9.5mm Ø Y ELIMINAR 2 PIEZAS DE LA PARTIDA (3).
3.- OPCION PARA 2 CAMAS.

SEN ESCALA.

ACOTACIONES EN cm.

PART.	CANT.	UNID.	DESCRIPCION	OBSERVACIONES
1	~	Kg	ANGULO DE Fc DE 30.1x 8.3mm ($1\frac{1}{2} \times 1\frac{1}{2}$).	
2	~	m	CANAL SENCILLA DE 41x41mm, ESPECIAL PARA SOPORTAR TUBERIA CONDUIT.	
3	~	PZA.	PLACA DE ACERO AL CARBON DE 150x130x2.5mm.	SOLDAR AL ANGULO.
4	~	PZA.	TORNILLO DE CABEZA HEXAGONAL DE 9.5 mm Ø.	
5	~	PZA.	TUERCA HEXAGONAL CON ROLDANA.	
6	~	PZA.	ABRAZADERA PARA MONTAJE EN CANAL SENCILLA DE Fc GALVANIZADO.	
7	2	PZA.	SOPORTE ANGULAR DE 90° CON 2 BARRENOS, PARA UNIR CANAL SENCILLA DE 41x41mm.	
8	2	PZA.	TUERCA CON RESORTE Y TORNILLO CABEZA HEXAGONAL.	
9	2	PZA.	TORNILLO DE CABEZA HEXAGONAL DE 9.5 mm Ø, CON TUERCA HEXAGONAL Y ROLDANA PLANA.	

b

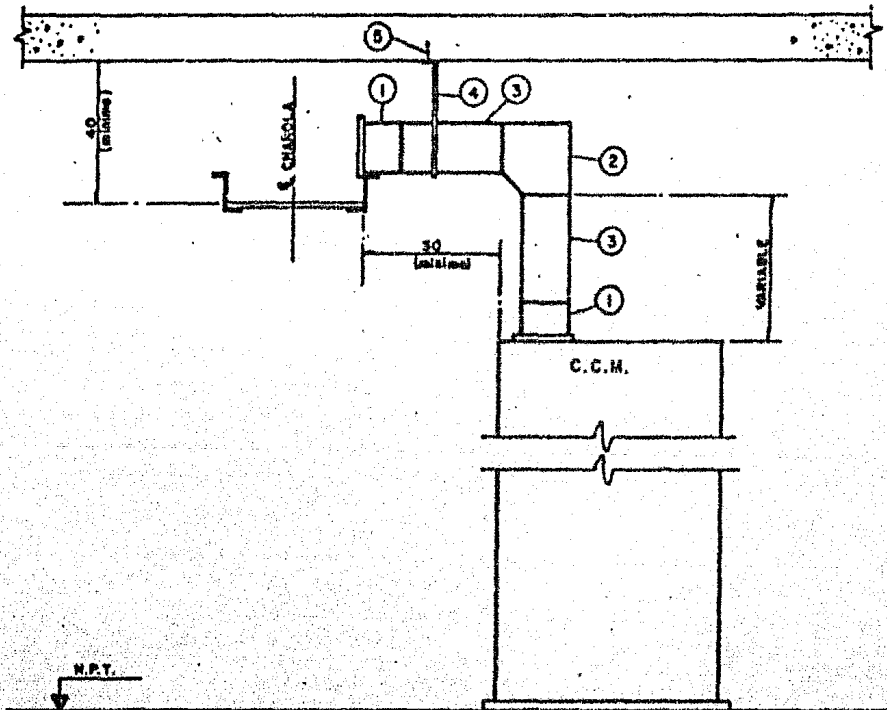
BUFETE INDUSTRIAL

LLEGADA AL C.C.M.
CON DUCTO CUADRADO
PROYECTO 5619

N O R M A

EDF-201

FECHA. FEBRERO 15. 1983.



SIN ESCALA.

ACOTACIONES EN cm.

PART. CANT. UNIDAD		DESCRIPCION		OBSERVACIONES
1	2	PZA.	ADAPTADOR PARA TABLERO Y DUCTO CUADRADO EMBISAGRADO.	
2	1	PZA.	CODO DE 90° PARA DUCTO CUADRADO EMBISAGRADO.	
3	1	TRA.	DUCTO CUADRADO EMBISAGRADO.	
4	1	PZA.	COLGADOR UNIVERSAL.	
5	3	PZA.	BARREMANCHA DE 9.5 mm Ø.	

b

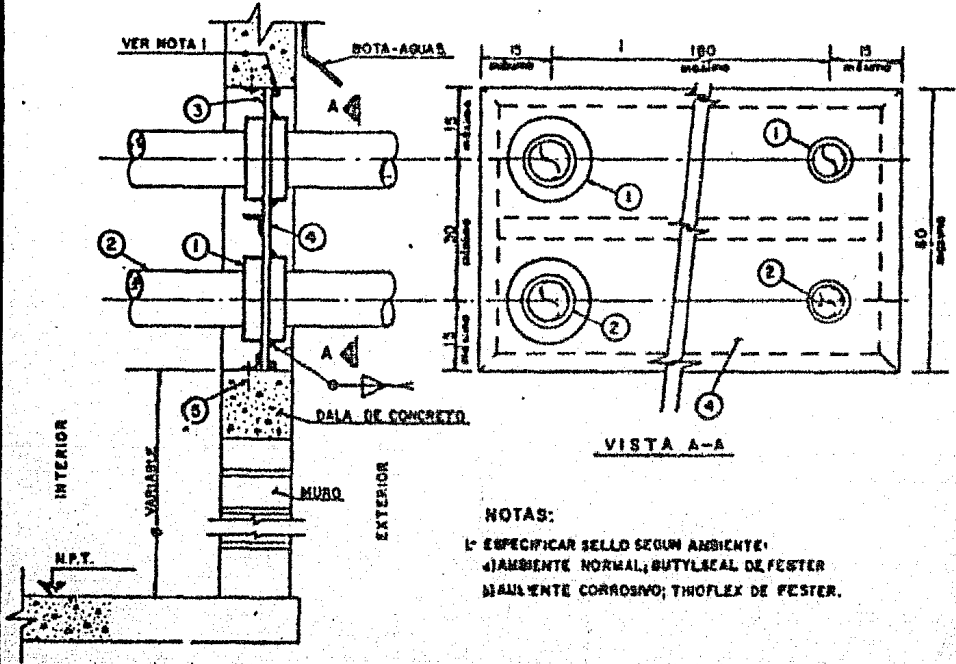
BUFETE INDUSTRIAL

PASO DE MURO CON PLACA Y COPLE SOLDADO

N O R M A

EDF-202

FECHA. OCTUBRE 6 DE 1968



NOTAS:
 1) ESPECIFICAR SELLO SEGUN AMBIENTE:
 A) AMBIENTE NORMAL; BUTYLSEAL DE FESTER
 B) AMBIENTE CORROSIVO; THIOFLEX DE FESTER.

SEN ESCALA.

ACOTACIONES: 1 EN SP.

PART. CANT. UNIDAD		DESCRIPCION		OBSERVACIONES
1	-	PZA.	COPLE DE Fe. GALVANIZADO.	SOLDAR A LA LAMINA. FORMAR UN MARCO. SOLDAR AL MARCO DEL ANGULO.
2	-	TRAMO	TUBO CONDUNT.	
3	-	Nc.	ANGULO DE Fe GALVANIZADO DE 38x9.5mm (1 1/2" x 3/8")	
4	-	M4	LAMINA NEGRA (ASTM A-36) CALIBRE Nº 10.	
5	-	PZA.	BARRENANCLA DE 9.5 mm Ø.	

I N S T R U M E N T A C I O N

INSTRUMENTACION.

POR LA NECESIDAD QUE TENEMOS DE CONOCER CON EXACTITUD LOS VALORES DE CAPACIDAD Y TOLERANCIAS QUE SE MANEJAN EN LOS SISTEMAS E INSTALACIONES ELECTRICAS COMO SON: VOLTAJES, AMPERAJES, WATTS, RESISTENCIAS, FRECUENCIAS, FACTORES DE POTENCIA, ETC.

ES NECESARIO INSTALAR EQUIPOS DE MEDICION CONFIABLES PARA LOS PARAMETROS ANTERIORMENTE DICHOS, YA QUE SI NO FUERA POSIBLE CONOCER ESTOS VALORES TENDRIAMOS MUCHOS PROBLEMAS BASTANTE SERIOS EN EL SISTEMA ELECTRICO.

EN FUNCION DE ESTO PRESENTAMOS LOS EQUIPOS E INSTRUMENTOS MAS NECESARIOS PARA LAS LECTURAS DE VALORES EN EL SISTEMA ELECTRICO, DE LA PLANTA DE PINTURAS DUPONT.

INICIAMOS CON LOS TRANSFORMADORES DE CORRIENTE Y POTENCIAL, QUE PODREMOS CONSIDERARLOS COMO LOS INSTRUMENTOS PRIMARIOS QUE PERMITEN LA ALIMENTACION A TODOS LOS DEMAS INSTRUMENTOS DE MEDICION, YA QUE ELLOS NOS ENTREGAN VALORES MUY BAJOS DE ENERGIA ELECTRICA QUE PERMITE QUE ESTA SEA MANEJADA SIN PROBLEMAS Y CON EXACTITUD.

TRANSFORMADORES PARA MEDICION.

LOS TRANSFORMADORES PARA MEDICION ESTAN DESTINADOS A ALIMENTAR APARATOS DE MEDIDA, RELEVADORES O APARATOS ANALOGOS.

TIENEN COMO FUNCION PRINCIPAL REDUCIR A VALORES NORMALES Y NO PELIGROSOS, LAS CARACTERISTICAS DE TENSION Y DE CORRIENTE EN UN SISTEMA ELECTRICO, CON EL FIN DE PERMITIR EL EMPLEO DE APARATOS DE MEDICION NORMALIZADOS, POR CONSIGUIENTE MAS ECONOMICOS Y QUE PUEDEN MANIPULARSE SIN PELIGRO.

SE DISTINGUEN DOS CATEGORIAS DE TRANSFORMADORES PARA MEDICION:

A) TRANSFORMADORES DE CORRIENTE.

EL TRANSFORMADOR DE CORRIENTE ES UN APARATO EN DONDE LA CORRIENTE SECUNDARIA ES, DENTRO DE LAS CONDICIONES NORMALES DE OPERACION, - PRACTICAMENTE PROPORCIONAL A LA CORRIENTE PRIMARIA Y ESTA DEFASADA DE ESTA EN UN ANGULO CERCANO A CERO, PARA UN SENTIDO APROPIADO DE CONEXIONES.

EL PRIMARIO DE ESTE TRANSFORMADOR ESTA CONECTADO EN SERIE CON EL CIRCUITO QUE SE DESEA CONTROLAR, EN TANTO QUE EL SECUNDARIO ESTA CONECTADO A LOS CIRCUITOS DE CORRIENTE DE UNO O VARIOS APARATOS DE MEDICION, RELEVADORES O APARATOS ANALOGOS, TODOS ELLOS CONECTADOS EN SERIE.

UN TRANSFORMADOR DE CORRIENTE, PUEDE TENER UNO O VARIOS DEVANADOS SECUNDARIOS BOBINADOS SOBRE UNO O VARIOS CIRCUITOS MAGNETICOS SEPARADOS. SE ILUSTRAN EN LA FIG. 1 ALGUNOS ESQUEMAS CLASICOS QUE MUESTRAN LA REPRESENTACION Y LA IDENTIFICACION DE LAS TERMINALES DE LOS PRINCIPALES MODELOS DE TRANSFORMADORES DE CORRIENTE.

B) TRANSFORMADORES DE POTENCIAL.

UN TRANSFORMADOR DE POTENCIAL ES UN TRANSFORMADOR PARA MEDICION, - DONDE LA TENSION SECUNDARIA ES, DENTRO DE LAS CONDICIONES NORMALES DE OPERACION PRACTICAMENTE PROPORCIONAL A LA TENSION PRIMARIA, Y DEFASADA DE ELLA UN ANGULO CERCANO A CERO, PARA UN SENTIDO APROPIADO DE CONEXIONES.

EL PRIMARIO DE DICHO TRANSFORMADOR ESTA CONECTADO A LAS TERMINALES

ENTRE LAS QUE SE DESEA MEDIR LA TENSION EN TANTO QUE EL SECUNDARIO ESTA CONECTADO A CIRCUITO DE POTENCIAL DE UNO O VARIOS APARATOS DE MEDIDA, RELEVADORES O APARATOS ANALOGOS, CONECTADOS EN PARALELO.

LOS ESQUEMAS DE LOS PRINCIPALES MODELOS DE TRANSFORMADORES DE POTENCIAL SE MUESTRAN EN LA FIG. 2

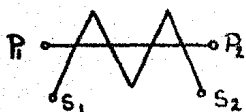


FIG: 1 A

T.C NORMAL DE SIMPLE RELACION DE TRANSFORMACION UN SOLO CIRCUITO MAGNETICO Y UN BOBINADO SECUNDARIO.

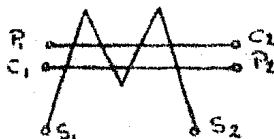


FIG: 1 B

T.C CON UN CIRCUITO MAGNETICO Y UNA DOBLE RELACION DE TRANSFORMACION, POR MEDIO DE CONEXION SERIE O PARALELO SOBRE EL BOBINADO PRIMARIO.

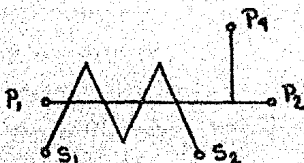


FIG: 1 C

T.C CON UN CIRCUITO MAGNETICO Y UNA DOBLE RELACION DE TRANSFORMACION POR MEDIO DE "TOMA" SOBRE EL BOBINADO PRIMARIO.

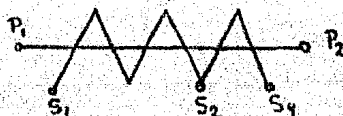


FIG: 1 D

T.C CON UN CIRCUITO MAGNETICO Y UNA DOBLE RELACION DE TRANSFORMACION, POR MEDIO DE "TOMA" SOBRE EL BOBINADO SECUNDARIO.

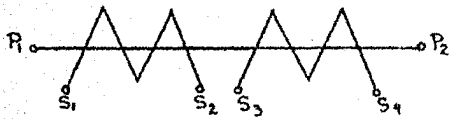


FIG: 1 E

T.C CON DOS CIRCUITOS MAGNETICOS Y UNA SOLA RELACION DE TRANSFORMACION, DOS BOBINADOS SECUNDARIOS INDEPENDIENTES.

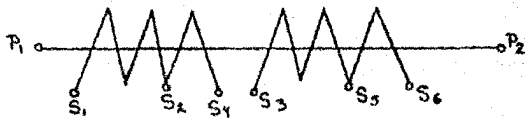


FIG: 1 F

T.C CON DOS CIRCUITOS MAGNETICOS, DOS BOBINADOS SECUNDARIOS INDEPENDIENTES Y DOS RELACIONES DE TRANSFORMACION POR MEDIO DE "TOMAS" SOBRE LOS BOBINADOS SECUNDARIOS.

FIG 1 ESQUEMAS CLASICOS DE TRANSFORMADORES DE CORRIENTE.

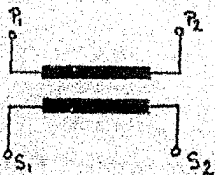


FIG: 2 A

T.P CON SIMPLE RELACION DE TRANSFORMACION.

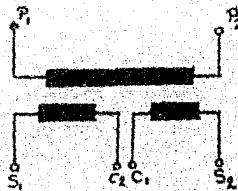


FIG: 2 B

T.P CON DOBLE RELACION DE TRANSFORMACION SOBRE EL BOBINADO SECUNDARIO POR CONEXION SERIE PARALELO

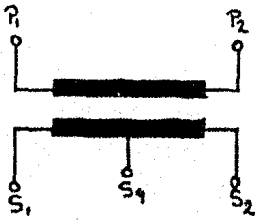


FIG: 2 C

T.P CON DOBLE RELACION DE TRANSFORMACION POR MEDIO DE "TOMA" SOBRE EL BOBINADO SECUNDARIO.

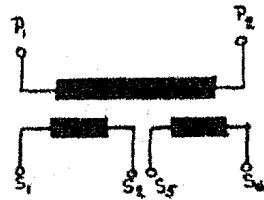


FIG: 2 D

T.P MONOFASICO PARA CONECTARSE ENTRE FASES Y TIERRA CON DOS BOBINADOS SECUNDARIOS UNO DE ELLOS PREVISTO PARA ALIMENTAR UNA SEÑAL DE TIERRA.

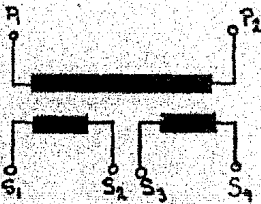


FIG: 2 E

T.P DE SIMPLE RELACION PREVISTO CON DOS BOBINADOS SECUNDARIOS INDEPENDIENTES.

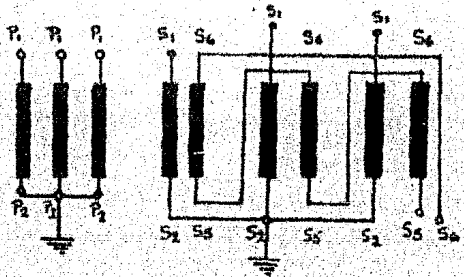


FIG: 2 F

ACOPLAMIENTO DE TRES TRANSFORMADORES DEL TIPO REPRESENTADO EN EL ESQUEMA SUPERIOR.

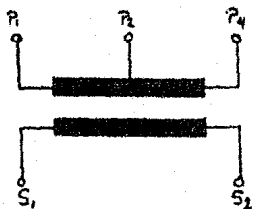


FIG: 2 G
 TRANSFORMADOR MONOFASICO DE DOBLE RELACION DE TRANSFORMACION POR MEDIO DE "TOMA" SOBRE EL BOBINADO PRIMARIO (TRES BORNES PRIMARIOS)

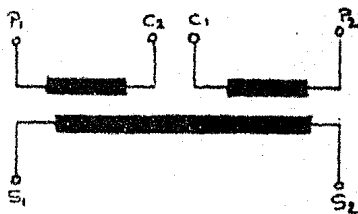


FIG: 2 H
 TRANSFORMADOR MONOFASICO DE DOBLE RELACION DE TRANSFORMACION SOBRE EL BOBINADO -- PRIMARIO POR CONEXIONES SERIE PARALELO (CUATRO BORNES PRIMARIOS)

FIG 2 ESQUEMAS CLASICOS DE TRANSFORMADORES DE POTENCIAL.

SELECCION DE TRANSFORMADORES PARA MEDICION.
 GENERALIDADES.

LOS FACTORES QUE DETERMINAN LA SELECCION DE ESTOS APARATOS SON:

- EL TIPO DE INSTALACION
- EL TIPO DE AISLAMIENTO
- LA POTENCIA Y
- CLASE DE PRECISION

INSTALACION:

LOS APARATOS PUEDEN SER CONSTRUIDOS PARA SER USADOS EN INSTALACIONES INTERIORES O EXTERIORES. GENERALMENTE, POR RAZONES DE ECONOMIA, LAS INSTALACIONES DE BAJA Y MEDIA TENSION, HASTA 25 KV, SON DISEÑADAS -- PARA SERVICIO INTERIOR. LAS INSTALACIONES DE TIPO EXTERIOR SON DE TENSIONES DESDE 34.5 A 400 KV, SALVO EN LOS CASOS DONDE, POR CONDICIONES PARTICULARES SE HACEN INSTALACIONES INTERIORES PARA TENSIONES HASTA 250 KV.

AISLAMIENTO:

- A) MATERIAL PARA BAJA TENSION. GENERALMENTE LOS APARATOS SON CONSTRU^U DOS CON AISLAMIENTO EN AIRE O AISLAMIENTO EN RESINA SINTETICA, SUP^O NIENDOSE QUE LO COMUN SON LAS INSTALACIONES INTERIORES.
- B) MATERIAL DE MEDIA TENSION. LOS TRANSFORMADORES PARA INSTALACIONES INTERIORES (TENSION DE 3 A 25KV) SON CONSTRU^U DOS YA SEA CON AISLA- MIENTO DE ACEITE CON ENVOLVENTE DE PORCELANA (CONCEPCION ANTIGUA), YA SEA CON AISLAMIENTO EN RESINA SINTETICA (CONCEPCION MODERNA). HAY QUE HACER NOTAR QUE LA MAYORIA DE LOS DISEÑOS ACTUALES EMPLEAN EL MATERIAL SECO, LOS APARATOS CON AISLAMIENTO EN ACEITE O MASA AIS^U LANTE (COMPOUND) SE UTILIZAN MUY POCO Y SOLO PARA APLICACIONES DE - INSTALACIONES EXISTENTES. LOS APARATOS PARA INSTALACIONES EXTERIO- RES SON GENERALMENTE CONSTRU^U DOS CON AISLAMIENTO PORCELANA-ACEITE, AUNQUE LA TECNICA MAS MODERNA ESTA REALIZANDO YA AISLAMIENTO EN SE- CO PARA ESTE TIPO DE TRANSFORMADORES.
- C) MATERIAL DE ALTA TENSION. LOS TRANSFORMADORES PARA ALTA TENSION - SON AISLADOS CON PAPEL DIELECTRICO, IMPREGNADOS EN ACEITE Y COLOCA^U DOS DENTRO DE UNA ENVOLVENTE DE PORCELANA.

POTENCIA:

LA POTENCIA NOMINAL QUE SE DEBE SELECCIONAR PARA LOS TRANSFORMADORES DE MEDICION ESTA EN FUNCION DE LA UTILIZACION A QUE SE DESTINA UN APA^U RATO.

SE EXAMINARAN POSTERIORMENTE LAS POTENCIAS QUE SE DEBEN PREVEER DE UNA FORMA GENERAL, SEPARADAMENTE PARA LOS TRANSFORMADORES DE CORRIENTE Y LOS TRANSFORMADORES DE POTENCIAL.

CLASE DE PRECISION:

LA SELECCION DE LA CLASE DE PRECISION DEPENDE IGUALMENTE DE LA UTILIZA^U CION A QUE SE DESTINEN LOS TRANSFORMADORES. INDEPENDIEMENTE A ESTO, LOS TRANSFORMADORES Y LOS APARATOS QUE VAN A SER CONECTADOS A ELLOS, - DEBERAN PRESENTAR UNA SIMILITUD DE EXACTITUD. PARA LAS MEDICIONES IN- DUSTRIALES Y PURAMENTE INDUCTIVAS DE VOLTMETROS Y AMPERMETROS, LAS CLA^U SES 1, 1.2, 3 Y 5 SON SIEMPRE SUFICIENTES.

EN ALGUNOS CASOS, LA CLASE 0.5 O 0.6, ES UTILIZADA CUANDO SE TRATA DE INSTRUMENTOS MAS PRECISOS.

PARA LAS MEDICIONES DE ENERGIA, LAS CLASES 0.2, 0.3, 0.5 Y 0.6 SON LAS MAS COMUNMENTE UTILIZADAS; SE EMPLEA LA CLASE 0.2 Y 0.3, EN LOS CASOS DE INSTALACIONES DE GRAN POTENCIA DONDE DICHA CLASE SE JUSTIFICA.

PARA TRANSFORMADORES DE CORRIENTE EMPLEADOS EN LA ALIMENTACION DE SISTEMAS DE PROTECCION, LAS CLASES DE PRECISION 5 Y 10 SON UTILIZADAS -- CON VALORES DEFINIDOS DE FACTORES DE SOBRECARGA.

A) TRANSFORMADORES DE CORRIENTE:

LOS TRANSFORMADORES DE CORRIENTE TIENEN POR FINALIDAD, LLEVAR LA INTENSIDAD DE CORRIENTE QUE SE DESEA MEDIR A UN VALOR COMODO PARA MANIPULAR Y REGISTRAR. CONECTADOS EN SERIE CON LAS LINEAS DE ALIMENTACION, ESTAN SUJETOS A LAS MISMAS SOBRETENSIONES Y SOBREENTENSIDADES QUE ELLAS. ESTAS SOLICITUDES QUE SON PROVOCADAS GENERALMENTE POR UN CORTO CIRCUITO, NO SON SOLAMENTE FUNCION DE LA POTENCIA TOMADA POR EL CIRCUITO DE ALIMENTACION, SINO QUE DEPENDEN DE LA POTENCIA DEL SISTEMA Y DE LA IMPEDANCIA DE LOS CIRCUITOS AFECTADOS. HACE FALTA ENTONCES TENER EN CUENTA LA CAPACIDAD DE CORTO CIRCUITO DEL SISTEMA Y EL LUGAR EN DONDE SE CONECTARA EL TRANSFORMADOR DE CORRIENTE.

INSTALACION:

SUPONIENDO QUE SE HA ELEGIDO EL TIPO DE INSTALACION (INTERIOR O INTERRUMPTOR), CONVIENE EXAMINAR TODAVIA QUE TIPO DE TRANSFORMADOR DE CORRIENTE SERA POSIBLE UTILIZAR EN LA MISMA. EN EFECTO, LA ELECCION DE UN MODELO PUEDE ESTAR INFLUIDO POR ELEMENTOS PARTICULARES, COMO PUEDEN SER: POSICION, ALTURA, MANTENIMIENTO PREVISTO, ETC.

TENSION NOMINAL DE AISLAMIENTO:

LA TENSION NOMINAL DE AISLAMIENTO DE UN TRANSFORMADOR DE CORRIENTE DEBE SER CUANDO MENOS IGUAL A LA TENSION MAS ELEVADA DEL SISTEMA EN QUE SE UTILICE. LA ELECCION DE LA TENSION NOMINAL DE AISLAMIENTO DEPENDE IGUALMENTE DE LAS CONDICIONES ESPECIALES DE LA INSTALACION ELEGIDA. EN CLIMAS SALINOSOS, TROPICALES, CON NIEBLA O EN INSTALACIONES A ALTITUDES SUPERIORES A 1000 METROS SE DEBERA PREVER UN NIVEL DE AISLAMIENTO SUPERIOR.

REALIZACION:

LOS TRANSFORMADORES DE CORRIENTE PUEDEN ESTAR CONSTRUIDOS CON UNO O VARIOS CIRCUITOS MAGNETICOS, SEGUN LAS NECESIDADES PARTICULARES DE SU UTILIZACION.

LOS TRANSFORMADORES SON PROVISTOS CON UN SOLO CIRCUITO MAGNETICO, CUANDO ALIMENTAN UN SOLO APARATO, TENIENDO UNA FUNCION BIEN DEFINIDA, POR EJEMPLO: MEDICION O PROTECCION, O CUANDO LAS EXIGENCIAS DE

LA EXPLOTACION PERMITAN CONECTAR, SOBRE EL MISMO CIRCUITO MAGNETICO, APARATOS TENIENDO FUNCIONES DIFERENTES PERO DONDE LAS INFLUENCIAS MUTUAS DE ELLAS NO TENGAN CONSECUENCIAS, POR EJEMPLO: UN AMPERMETRO INDICADOR Y UN RELEVADOR DE SOBRECORRIENTE.

CUANDO SON PROVISTOS CON NUCLEOS SEPARADOS, CADA CIRCUITO MAGNETICO ALIMENTA LOS APARATOS QUE TENGAN UNA FUNCION DEFINIDA, POR EJEM: UN TRANSFORMADOR QUE TENGA TRES CIRCUITOS MAGNETICOS SEPARADOS, - PUEDE ALIMENTAR:

- EL PRIMERO, LA MEDICION DE PRECISION (FACTURACION)
- EL SEGUNDO, UNA PROTECCION DIFERENCIAL, Y
- EL TERCERO, MEDICIONES INDUSTRIALES Y RELEVADORES DE SOBRECORRIENTE.

UN APARATO CONSTRUIDO CON 2 ó 3 CIRCUITOS MAGNETICOS SEPARADOS SE COMPORTA, TEORICAMENTE, COMO SI SE TRATASE DE 2 ó 3 APARATOS COMPLETAMENTE DIFERENTES, YA QUE SOLO EL BOBINADO PRIMARIO ES COMUN, LOS CIRCUITOS MAGNETICOS Y LOS BOBINADOS SECUNDARIOS ESTAN COMPLETAMENTE INDEPENDIENTES Y SEPARADOS.

LOS TRANSFORMADORES DE CORRIENTE DESTINADOS A SER INSTALADOS EN SUBESTACIONES DE ALTA TENSION (INTEMPERIE) Y SUBESTACIONES INTERIORES, CON GRAN CAPACIDAD EN EL SISTEMA DE ALIMENTACION, SON COMUNMENTE CONSTRUIDOS CON VARIOS NUCLEOS SEPARADOS.

CORRIENTES NOMINALES NORMALIZADAS PARA TRANSFORMADORES DE CORRIENTE.

LA CORRIENTE NOMINAL DE LOS BOBINADOS PRIMARIOS Y SECUNDARIOS DE UN TRANSFORMADOR DE CORRIENTE, SON LOS VALORES PARA LOS CUALES LOS BOBINADOS ESTAN DISEÑADOS.

LAS DIFERENTES NORMAS (ANSI, VDE, CEB, CEI, ETC), HAN NORMALIZADO LOS VALORES DE LAS CORRIENTES PRIMARIAS Y SECUNDARIAS DE LOS APARATOS.

CORRIENTE NOMINAL PRIMARIA:

SE SELECCIONARA GENERALMENTE EL VALOR NORMALIZADO SUPERIOR A LA CORRIENTE NOMINAL DE LA INSTALACION.

VALORES NORMALIZADOS:

SIMPLE RELACION DE TRANSFORMACION:

5	-----	100	-----	1200
10	-----	150	-----	1500
15	-----	150	-----	1500
15	-----	200	-----	2000
20	-----	300	-----	3000
25	-----		-----	
30	-----	400	-----	4000
40	-----		-----	
50	-----	600	-----	
75	-----	800	-----	

DOBLE RELACION DE TRANSFORMACION:

2 x 5	-----	2 x 100
2 x 10	-----	2 x 150
2 x 15	-----	2 x 200
2 x 25	-----	2 x 300
2 x 50	-----	2 x 400
2 x 75	-----	2 x 600

EN CIERTOS TIPOS SE REALIZA UNA DOBLE O TRIPLE RELACION PRIMARIA, YA SEA POR MEDIO DE CONEXIONES SERIE PARALELO DEL BOBINADO PRIMARIO O POR MEDIO DE TOMAS EN LOS BOBINADOS SECUNDARIOS.

CORRIENTE NOMINAL SECUNDARIA:

EL VALOR NORMALIZADO GENERALMENTE DE 5 AMP. EN CIERTOS CASOS CUANDO EL ALAMBRADO DEL SECUNDARIO PUEDE REPRESENTAR UNA CARGA IMPORTANTE, SE PUEDE SELECCIONAR EL VALOR DE 1 AMPERE.

TABLA 1.

CARGAS NORMALES PARA TRANSFORMADORES DE CORRIENTE, SEGUN LAS NORMAS ANSI C 57.13.

CARACTERISTICAS			CARACTERISTICAS PARA 60 HZ Y CORRIENTE SECUNDARIA DE 5 AMPS.		
DESIGNACION DE LA CARGA	RESISTENCIA OHMS	INDUC- TANCIA MILIHENRYS	IMPEDANCIA OHMS	VOLTAMPERES	FACTOR DE POTENCIA
B0.1	0.09	0.116	0.1	2.5	0.9
B0.2	0.18	0.232	0.2	5.0	0.9
B0.5	0.45	0.580	0.5	12.5	0.9
B1.0	0.5	2.3	1.0	25	0.5
B2.0	1.0	1.6	2.0	50	0.5
B4	2.0	9.2	4.0	100	0.5
B8	4.0	18.4	8.0	200	0.5

CARGA SECUNDARIA:

LA CARGA SECUNDARIA PARA UN TRANSFORMADOR DE CORRIENTE, ES EL VALOR EN OHMS DE LA IMPEDANCIA CONSTITUIDA POR LOS INSTRUMENTOS DEL SECUNDARIO, COMPRENDIENDO SUS CONEXIONES.

LA CARGA SECUNDARIA NOMINAL ES LA IMPEDANCIA DEL CIRCUITO SECUNDARIO CORRESPONDIENTE A LA POTENCIA DE PRECISION, BAJO LA CORRIENTE NOMINAL, POR EJEMPLO: POTENCIA DE PRECISION 50 VA PARA $I_2 = 5$ A.

$$Z_2 = \frac{50}{5^2} = 2 \text{ OHMS.}$$

POTENCIA NOMINAL DE LOS TRANSFORMADORES DE CORRIENTE, ES LA POTENCIA APARENTE SECUNDARIA BAJO CORRIENTE NOMINAL DETERMINADA, CONSIDERANDO LAS PRESCRIPCIONES RELATIVAS A LOS LIMITES DE ERRORES. ESTA INDICADA, GENERALMENTE, EN LA PLACA DE CARACTERISTICAS Y SE EXPRESA EN VOLTAMPERES, AUNQUE TAMBIEN PUEDE EXPRESARSE EN OHMS.

PARA ESCOGER LA POTENCIA NOMINAL DE UN TRANSFORMADOR DE CORRIENTE, HAY NECESIDAD DE HACER LA SUMA DE POTENCIAS DE TODOS LOS APARATOS QUE SERAN CONECTADOS EN SERIE CON SU DEVANADO SECUNDARIO Y TENER EN CUENTA LA PERDIDA POR EFECTO DE JOULE DE LOS CABLES DE ALIMENTACION. SERA NECESARIO ENTONCES, TOMAR EL VALOR NOMINAL INMEDIATO SUPERIOR A LA CIFRA OBTENIDA.

TABLA 1 (PARA NORMAS ANSI, PARA OTRAS NORMAS, VER EL ARTICULO DE PRUEBAS A TRANSFORMADORES DE MEDICION).

ALIMENTACION DE APARATOS.

SEGUN LAS INDICACIONES PARTICULARES DE CADA INSTALACION, DIFERENTES APARATOS DEBERAN ESTAR ALIMENTADOS POR LOS TRANSFORMADORES DE CORRIENTE.

COMO SE HA EXPRESADO ANTERIORMENTE LOS TRANSFORMADORES DE CORRIENTE PUEDEN SER CONSTRUIDOS CON UNO, DOS O TRES CIRCUITOS MAGNETICOS SEPARADOS, ADAPTADOS A LAS EXIGENCIAS DE LOS APARATOS QUE SE ALIMENTARAN.

HAY NECESIDAD DE DEFINIR, EN EL MOMENTO DE SELECCIONAR UN TRANSFORMADOR DE CORRIENTE, LOS ELEMENTOS QUE TENDRAN COMO FUNCION LA MEDICION Y AQUELLOS QUE TENDRAN COMO FUNCION LA PROTECCION EN EL CONJUNTO QUE SE ESTUDIA. SE DAN EN LA TABLA 2 LOS CONSUMOS EN VOLT AMPERES DE LOS PRINCIPALES APARATOS CONECTADOS A TRANSFORMADORES DE CORRIENTE.

TABLA 2.

CONSUMOS PROPIOS DE LOS APARATOS ALIMENTADOS POR TRANSFORMADORES DE CORRIENTE.		
APARATOS	MODELO	CONSUMO EN VA PARA LA INTENSIDAD NOMINAL. FRECUENCIA 50 CPS
WATTHORIMETROS		0.5 A 1.5
WATTHORIMETROS DE TABLERO	A INDUCCION ELECTRODINAMICO.	1.5 A 3
WATTMETROS REGIS- TRADORES	A INDUCCION	1.5 A 2
	ELECTRODINAMICO.	6 A 8
WATTMETROS POR- TATILES	ELECTRODINAMICO	1 A 4
WATTMETROS DE LABORATORIO		1.5 A 3
MEDIDORES DE DEFASAJE		6 A 16
FASOMETROS		10 A 18

APARATOS	MODELO	CONSUMO EN VA PARA LA INTENSIDAD NOMINAL
		FRECUENCIA 50 CPS
RELEVADORES	DE CORRIENTE MAXIMA CON ATRASO INDEPENDIENTE	3 A 10
	RELEVADORES ESPECIALES DE CORRIENTE MAX. CON ATRASO INDEPENDIENTE	15 A 25
	DE MAXIMA INSTANTANEA	1 A 10
RELEVADORES	DIRECCIONAL	15 A 10
	DIFERENCIAL COM PENSADO	1.6 A 10
	DIFERENCIAL A MINIMA DE IMPEDANCIA	3 A 12
	DE DISTANCIA	0.5 A 2
REGULADORES	SEGUN MODELO	6 A 20
		10 A 150

CLASES DE PRECISION:

LAS CLASES DE PRECISION NORMALES SON: 0.1, 0.2, 0.3, 0.5, 0.6, 1.2, 3 Y 5, DEPENDIENDO DE LAS NORMAS USADAS.

LA CLASE DE PRECISION SE DESIGNA POR EL ERROR MAXIMO ADMISIBLE EN POR CIENTO, QUE EL TRANSFORMADOR PUEDA INTRODUCIR EN LA MEDICION OPERANDO CON SU CORRIENTE NOMINAL PRIMARIA Y A FRECUENCIA NOMINAL (NORMAS CEI, VDE, BSS, ETC.).

LAS NORMAS ANSI DEFINE LA CLASE DE PRECISION COMO EL ERROR MAXIMO ADMISIBLE, EN % QUE EL TRANSFORMADOR PUEDE INTRODUCIR EN LA MEDICION DE POTENCIA.

CADA CLASE DE PRECISION ESPECIFICADA DEBERA ASOCIARSE CON UNA O VARIAS CARGAS NOMINALES DE PRECISION POR EJEMPLO: 0.5 - 50 VA.

SE DAN A CONTINUACION LAS CLASES DE PRECISION RECOMENDADAS, SEGUN EL USO A QUE SE DESTINA EL TRANSFORMADOR DE CORRIENTE:

C L A S E	U T I L I Z A C I O N
0.1	CALIBRACION Y MEDIDAS DE LABORATORIO
0.2-0.3	MEDIDAS DE LABORATORIO. ALIMENTACION DE WATTHORIMETROS PARA ALIMENTADORES DE GRAN POTENCIA.
0.5-0.6	ALIMENTACION DE WATTHORIMETROS PARA FACTURACION, EN CIRCUITOS DE DISTRIBUCION. WATTHORIMETROS INDUSTRIALES
1.2	AMPERMETROS INDICADORES AMPERMETROS REGISTRADORES FASOMETROS INDICADORES FASOMETROS REGISTRADORES WATTHORIMETROS INDICADORES WATTHORIMETROS INDUSTRIALES WATTHORIMETROS REGISTRADORES PROTECCIONES DIFERENCIALES, RELEVADORES DE IMPEDANCIA Y DE DISTANCIA
3-5	PROTECCIONES EN GENERAL (RELEVADORES DE SOBRECORRIENTE)

SE ACONSEJA ALIMENTAR LAS PROTECCIONES DIFERENCIALES CON TRANSFORMADORES DE CORRIENTE SEPARADOS, YA QUE LAS MISMAS IMPONEN LAS CONDICIONES MAS SEVERAS.

EL MISMO PRINCIPIO SE PUEDE APLICAR A PROTECCIONES DE DISTANCIA.

CAPACIDAD DE RESISTENCIA DE LOS TRANSFORMADORES DE CORRIENTE A LOS --
CORTOCIRCUITOS.

POR EL HECHO QUE ELLOS VAN CONECTADOS EN SERIE CON LAS LINEAS DE ALIMENTACION, LOS TRANSFORMADORES DE CORRIENTE ESTAN SUJETOS A LAS MISMAS SOBRETENSIONES Y SOBRECORRIENTES QUE LAS LINEAS.

ESTAS SOBRECORRIENTES PROVOCADAS GENERALMENTE POR CORTO CIRCUITOS, NO SON SOLAMENTE FUNCION DE LA POTENCIA TOMADA POR UN ALIMENTADOR, SINO QUE DEPENDEN DE LA POTENCIA DE LA CENTRAL O DEL SISTEMA Y DE LA IMPEDANCIA DE LOS CIRCUITOS QUE SE ENCUENTRAN ENTRE LAS FUENTES DE ENERGIA Y EL LUGAR DE FALLA.

EL INCREMENTO CONSIDERABLE DE LAS POTENCIAS DE LAS CENTRALES ELECTRICAS HA DADO COMO RESULTADO EFECTO DE CORTOCIRCUITO DE UNA IMPORTANCIA CAPITAL, QUE ES ABSOLUTAMENTE INDISPENSABLE TENERLA EN CUENTA PARA LA SELECCION DE LOS APARATOS, CON OBJETO DE EVITAR GRAVES INTERRUPCIONES Y ACCIDENTES EN CASO DE FALLA.

LA RESISTENCIA DE LOS TRANSFORMADORES DE CORRIENTE A LOS CIRCUITOS, -- ESTA DETERMINADA PARA LAS CORRIENTES LIMITES TERMICA Y DINAMICA, DEFINIDAS POR ANSI COMO:

A) LA CORRIENTE LIMITE TERMICA ES EL VALOR EFICAZ DE LA CORRIENTE PRIMARIA MAS GRANDE QUE EL TRANSFORMADOR DE CORRIENTE PUEDA SOPORTAR POR EFECTO JOULE, DURANTE 1 SEGUNDO, SIN SUFRIR DETERIOROS Y TENIENDOSE EL CIRCUITO SECUNDARIO EN CORTOCIRCUITO. ESTA CORRIENTE LIMITE TERMICA SE EXPRESA EN KILOAMPERES EFICACES, O EN VECES LA CORRIENTE NOMINAL PRIMARIA.

LA ELEVACION DE TEMPERATURA ADMISIBLE EN EL TRANSFORMADOR ES DE 150°C, PARA LA CLASE "A" DE AISLAMIENTO Y DICHA ELEVACION SE OBTIENE EN UN SEGUNDO, CON UNA DENSIDAD DE CORRIENTE DE 143 AMP/MM².

B) LA CORRIENTE LIMITE DINAMICA ES EL VALOR DE CRESTA DE LA PRIMERA AMPLITUD DE CORRIENTE QUE UN TRANSFORMADOR PUEDE SOPORTAR POR EFECTOS MECANICOS, SIN SUFRIR DETERIOROS, TENIENDO SU CIRCUITO SECUNDARIO EN CORTOCIRCUITO.

SU AMPLITUD SE EXPRESA EN KILOAMPERES (CRESTA).

COMO SE RECORDARA, LOS BOBINADOS PRIMARIOS Y SECUNDARIOS DE LOS -- TRANSFORMADORES DE CORRIENTE, ESTAN SUJETOS A LAS LEYES DE AMPERE:

1a. DOS CORRIENTES PARALELAS Y DE LA MISMA DIRECCION SE ATRAEN.

2a. DOS CORRIENTES PARALELAS Y DE DIRECCION CONTRARIA SE REPELEN.

3a. DOS CORRIENTES ANGULARES TIENDEN A COLOCARSE PARALELAMENTE Y EN LA MISMA DIRECCION.

EN LA PRACTICA, EL CALCULO SE EFECTUA SIGUIENDO LAS DOS FORMULAS:

$$I_{\text{TERM. EF. (KA)}} = \frac{\text{POTENCIA DE CORTO CIRCUITO (MVA)}}{\text{TENSION (KV)} \sqrt{3}}$$

$$I_{\text{DIN. CRESTA}} = 1.8 \sqrt{2} I_{\text{TERM.}} = 2.54 I_{\text{TERM.}}$$

POR OTRO LADO, HACE FALTA TENER EN CUENTA QUE NO ES SIEMPRE POSIBLE FABRICAR TRANSFORMADORES DE CORRIENTE CON CARACTERISTICAS DE CORTOCIRCUITO MUY ELEVADAS, DEBIDO A LIMITACIONES DE ESPACIO EN LAS SUBESTACIONES SOBRE TODO, CUANDO LAS POTENCIAS Y CLASES DE PRECISION SON IMPORTANTES.

EN EFECTO, PARA CONSTRUIR ESTOS TRANSFORMADORES, ES NECESARIO TENER GRANDES SECCIONES DE COBRE EN LOS BOBINADOS, CON LO QUE SE REDUCE EL NUMERO DE ESPIRAS PRIMARIAS ADMISIBLES.

COMO LA POTENCIA DE PRECISION VARIA SENSIBLEMENTE CON EL CUADRADO DE UN NUMERO DE AMPERE-VUELTAS PRIMARIOS, PARA UN CIRCUITO MAGNETICO DADO, LA PRECISION DE LOS TRANSFORMADORES HECHOS PARA RESISTIR GRANDES VALORES DE CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO, DISMINUYE CONSIDERABLEMENTE.

POR LO ANTERIOR, SE VE QUE ES NECESARIO LIMITAR LA POTENCIA DE PRECISION AL MINIMO PARA LOS TRANSFORMADORES CON CARACTERISTICAS DE CORTO-CIRCUITO MUY ELEVADAS.

TRANSFORMADORES DE POTENCIAL:

CONEXION: LOS TRANSFORMADORES DE POTENCIAL VAN CONECTADOS YA SEA ENTRE FASES, O BIEN, ENTRE FASE Y TIERRA.

LA CONEXION ENTRE FASE Y TIERRA SE EMPLEA NORMALMENTE CON GRUPOS DE 3 TRANSFORMADORES MONOFASICOS, CONECTADOS EN ESTRELLA:

- 1º CUANDO SE TRATA DE SUBESTACIONES CON TENSION DE 45 KV O SUPERIOR
- 2º CUANDO SE DESEA MEDIR LA TENSION Y LA POTENCIA DE CADA UNA DE LAS FASES POR SEPARADO.
- 3º PARA ALIMENTAR ALGUN INDICADOR DE TIERRA.
- 4º CUANDO EL NUMERO DE VA, SUMINISTRADO POR 2 TRANSFORMADORES DE POTENCIAL ES INSUFICIENTE.

TENSION NOMINAL DE SERVICIO:

SE ESCOGE GENERALMENTE LA TENSION NOMINAL DE AISLAMIENTO EN KV SUPERIOR Y MAS PROXIMA A LA TENSION DE SERVICIO.

TENSION NOMINAL SECUNDARIA:

LA TENSION NOMINAL SECUNDARIA SEGUN ANSI, ES DE 120 VOLTS PARA LOS -- TRANSFORMADORES DE TENSION NOMINAL DE SERVICIO HASTA 25 KV, Y DE 115 VOLTS CON AQUELLOS DE 34.5 KV O MAS. EN TRANSFORMADORES CONECTADOS - ENTRE FASE Y TIERRA, ES NORMAL TAMBIEN UNA TENSION SECUNDARIA DE 115/ 1.73 VOLTS.

LOS TRANSFORMADORES DE POTENCIAL SON CONSTRUIDOS EN LA GENERALIDAD DE LOS CASOS, CON UN SOLO BOBINADO SECUNDARIO, QUE ALIMENTA LOS APARATOS DE MEDICION Y DE PROTECCION. SE PREVEEN NORMALMENTE DOS BOBINADOS SECUNDARIOS EN EL CASO DE QUE SE DESEE ALIMENTAR RELEVADORES A TIERRA.

POTENCIA NOMINAL:

PARA ESCOGER LA POTENCIA NOMINAL DE UN TRANSFORMADOR DE TENSION, SE - HACE GENERALMENTE LA SUMA DE LAS POTENCIAS NOMINALES DE TODOS LOS APA RATOS CONECTADOS AL SECUNDARIO. SE TIENEN EN CUENTA, POR OTRO LADO , LAS CAIDAS DE TENSION EN LAS LINEAS, SI LAS DISTANCIAS ENTRE LOS TRANS FORMADORES Y LOS INSTRUMENTOS DE MEDICION, SON IMPORTANTES.

SE ESCOGE LA POTENCIA NORMAL INMEDIATA SUPERIOR A LA SUMA DE LAS POTEN CIAS. LOS VALORES NORMALES DE LAS POTENCIAS DE PRECISION Y DE SUS FAC TORES DE POTENCIA, SEGUN ANSI ESTAN DADOS EN LA TABLA III (PARA OTRAS NORMAS, LAS POTENCIAS ESTAN DADAS EN EL ARTICULO SOBRE PRUEBAS A TRANS FORMADORES DE MEDICION).

TABLA III

CARGAS NORMALES PARA TRANSFORMADORES DE POTENCIAL SEGUN NORMAS ANSI.

C. 57.13.

CARGAS NORMALES			CARACTERISTICAS EN BASE			CARACTERISTICAS EN		
DESIGNACION	V.A	F.P	A 120 VOLTS Y 60 HZ.			BASE A 69.3 VOLTS Y 60 HZ.		
			RESIST.	INDUCT.	IMPEDAN.	RESIST.	INDUCT.	IMPED.
			OHMS	HENRYS	OHMS	OHMS	HENRYS	OHMS.
W	12.5	0.10	115.2	3.042	1152	38.4	1.014	384
X	25	0.70	403.2	1.092	576	134.4	0.364	192
Y	75	0.85	163.2	0.268	192	54.4	0.0894	64
Z	200	0.85	61.2	0.101	72	20.4	0.0336	24
ZZ	400	0.85	30.6	0.0554	36	10.2	0.0168	12

CLASES DE PRECISION:

LAS CLASES DE PRECISION NORMALES PARA LOS TRANSFORMADORES DE POTENCIAL SON: 0.1, 0.2, 0.3, 0.5, 0.6, 1.2, 3 Y 5., DEPENDIENDO DE LAS NORMAS USADAS.

LAS SIGUIENTES TABLAS PRESENTAN LAS DIFERENTES CLASES DE PRECISION DE LOS INSTRUMENTOS NORMALMENTE CONECTADOS Y LAS POTENCIAS COMUNES DE SUS BOBINADOS.

CLASE	UTILIZACION
0.1	CALIBRACION
0.2-0.3	MEDICIONES EN LABORATORIOS, ALIMENTACION DE INTEGRADORES (WATTHORIMETROS) PARA SISTEMAS DE GRAN POTENCIA.
0.5-0.6	INSTRUMENTOS DE MEDICION E INTEGRADORES (WATTHORIMETROS)
1.2-3-5	VOLTMETRO DE TABLEROS VOLTMETRO REGISTRADORES WATTMETROS DE TABLEROS WATTHORIMETROS PRECUENCIOMETROS DE TABLEROS SINCROSCOPIOS REGULADORES DE TENSION RELEVADORES DE PROTECCION, ETC.
A.P.A.R.A.T.O.S	C.O.N.S.U.M.O APROXIMADO VA.
1.-	VOLTMETRO

APARATOS	CONSUMO APROXIMADO VA.	
INDICADORES	3.5	- 15
REGISTRADORES	15	- 20
2.- WATTMETROS		
INDICADORES	6	- 10
REGISTRADORES	5	- 12
3.- MEDIDORES DE FASE		
INDICADORES	7	- 20
REGISTRADORES	15	- 20
4.- WATTHORIMETROS	3	- 15
5.- FRECUENCIOMETROS		
INDICADORES	1	- 15
REGISTRADORES	1	- 15
6.- RELEVADORES DE TENSION	10	- 15
7.- RELEVADORES SELECTIVOS	2	- 10
8.- RELEVADORES DIRECCIONALES	25	- 40
9.- SINCRONOSCOPIOS	6-	- 25
10.- REGULADORES DE TENSION	30	- 250

LOS INSTRUMENTOS ANALOGICOS DEL TIPO PARA PANEL O TABLERO DE INSTRUMENTOS HAN LLEGADO GRADUALMENTE A SER UN COMPONENTE BASICO DE LOS SISTEMAS INDUSTRIALES. RESULTAN IGUALMENTE UTILES Y EFICACES TANTO EN GRANDES CENTROS PARA CONTROL DE PROCESOS COMO EN EQUIPOS ESPECIFICOS. SE HAN REALIZADO IMPORTANTES ADELANTOS PERTINENTES A LAS CUALIDADES DE EXACTITUD Y REPETIBILIDAD DE ESTE INSTRUMENTAL, LAS CUALES SE HAN CONFIRMADO EN LA PRACTICA MEDIANTE RIGUROSOS ENSAYOS. DIVERSOS MEDIDORES CONSTRUIDOS A PARTIR DE CONFIGURACIONES BASICAS Y DISPONIBLES EN LAS EXISTENCIAS DE DISTRIBUIDORES Y DE ALGUNOS FABRICANTES, PUEDEN AHORA MODIFICARSE EN CENTROS ESPECIALIZADOS PARA INDICAR CUALQUIER PARAMETRO QUE SE QUIERA ESTUDIAR, REGULAR O VIGILAR.

FIG. 1

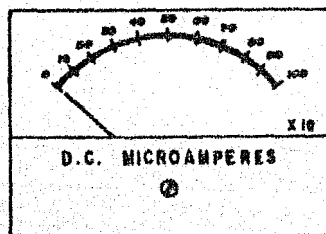


FIG. 1 UN TIPICO MEDIDOR ANALOGICO DE PANEL CON FACTOR DE MULTIPLICACION DE 10.

NO OBSTANTE AL BUSCARSE NUEVOS Y MEJORES MEDIOS PARA MEDIR O VIGILAR, SUELE NO APRECIARSE EN LO QUE VALE LA UTILIDAD DE LOS DISPOSITIVOS DE ESTE TIPO.

TRATAREMOS SOBRE LOS PARTICULARES DE LA CONSTRUCCION, EL EMPLEO Y EL FUNCIONAMIENTO DE LOS INSTRUMENTOS ANALOGICOS A FIN DE FACILITAR LA ELECCION DEL INSTRUMENTO OPTIMO RESPECTO A DETERMINADOS FACTORES DE USO Y COSTO.

LOS SIGUIENTES DATOS RELEVAN COMO OBTENER EN EL INSTRUMENTO CARACTERISTICAS ADICIONALES CON INCREMENTO DE COSTO RELATIVAMENTE PEQUEÑO. EJEMPLO DE LO ANTEDICHO ESTARIA EN LA ELECCION DE RELATIVAMENTE BARATOS.

REGISTRADORES DE GRAFICOS EN BANDA DE PAPEL, DEL TIPO MINIATURA, QUE TAMBIEN PUEDEN FUNCIONAR COMO MEDIDORES DE PANEL O CON PAPEL PARA GRAFICOS EN SU SITIO, COMO REGISTRADORES ESTANDARD. FIG. 2

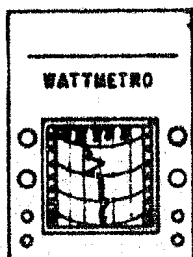


FIG. 2 UN REGISTRADOR DE GRAFICOS EN BANDA DE PAPEL PUEDE EMPLEARSE COMO MEDIDOR DE PANEL AL SACARSE EL PAPEL.

AL EVALUARSE LOS INSTRUMENTOS CONVIENE TENER EN CUENTA LOS SIGUIENTES PARTICULARES:

TAMAÑOS:

LAS MEDIDAS ESTANDARD (ANCHURA DE LA CAJA) SON 3.8, 6.3, 8.8, 10.7, 13.9, 15.2, 17.7, y 22.8 CENTIMETROS. LA ELECCION DEL TAMAÑO GENERALMENTE SE BASA EN EL ESPACIO DISPONIBLE, LA LEGIBILIDAD NECESARIA A LA DISTANCIA NORMAL Y LA COMPATIBILIDAD CON OTROS DISPOSITIVOS EN EL INSTRUMENTO ARMADO. ESENCIALMENTE EL MECANISMO SE EMPLEA CON TAMAÑOS ENTRE 3.8 y -- 11.4 CM. AL AUMENTAR EL TAMAÑO TIENDEN A AUMENTAR TAMBIEN LOS ERRORES DE ROZAMIENTO Y REPETIBILIDAD, ASI COMO EL TIEMPO DE INDICACION Y LA SOBRE DESVIACION INICIAL DEL MECANISMO.

UNIDADES ELECTRICAS:

TODOS LOS INSTRUMENTOS SON BASICAMENTE DISPOSITIVOS SENSORES DE CORRIENTE (AMPERIMETROS, MILIAMPERIMETROS O MICROAMPERIMETROS), CON RECTIFICADORES, RESISTENCIAS, TERMOPIRES, ARROLLAMIENTOS AUXILIARES Y OTROS COMPONENTES ELECTRICOS PARA UTILIZAR LA CORRIENTE COMO UN INDICE DE LA UNIDAD A MEDIRSE.

EL PROYECTISTA DEBERIA PRIMERAMENTE ESPECIFICAR LA UNIDAD A MEDIRSE Y LA GAMA DE FRECUENCIA, O SEA, C.C., C.A., O RADIOFRECUENCIA (RF). LOS DECIBELIMETROS Y LOS MEDIDORES DE NIVELES DE AUDIO SON SIMPLEMENTE VOLTIMETROS DE CA. DEL TIPO RECTIFICADOR, CON APROPIADAS CARACTERISTICAS DE ALCANCE DE IMPEDANCIA Y BALISTICAS.

CASI TODOS LOS INGENIEROS DE PROYECTO TECNICO PUEDEN FACILMENTE ESPECIFICAR ESTOS TIPOS.

ALCANCES:

EN SEGUNDO LUGAR DEBEN SELECCIONARSE LOS VALORES EXTREMOS DE LA ESCALA DEL INSTRUMENTO. MUCHOS PROYECTISTAS NO SE DAN CUENTA DE LAS VENTAJAS DE UN INSTRUMENTO SINCERO EN LA ESCALA, EN EL CUAL LA PORCION IMPORTANTE DE LA GAMA MEDIBLE SE ENSANCHA PARA OCUPAR TODA LA ESCALA. LA PRECISION PUEDE AUMENTARSE EN PROPORCION AL ENSANCHE DE LA ESCALA. UN INSTRUMENTO CON PRECISION DEL 2% DEL VALOR DE LA GAMA MEDIBLE PUEDE TENER UN ERROR MAXIMO DE 2 SI LA GAMA ES DE 0 - 100 VOLTS, PERO UN -- ERROR MAXIMO DE 1 VOLTS SI LA GAMA ES DE 50-100 VOLTS. FIG. 3

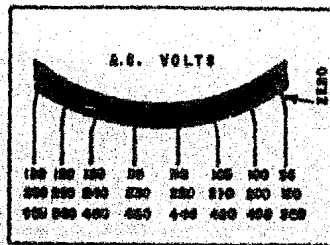


FIG. 3 UN MEDIDOR CON CERO SUPRIMIDO LA PRECISION PUEDE AUMENTARSE EN PROPORCION AL ENSANCHE DE LA ESCALA.

CONSUMO DE ENERGIA:

RESPECTO A LOS MICROAMPERIMETROS, MILIAMPERIMETROS Y AMPERIMETROS EL CONSUMO DE POTENCIA O SENSIBILIDAD, SE EXPRESA COMO LA MAXIMA RESISTENCIA PERMISIBLE, AUNQUE TAMBIEN PUEDE UTILIZARSE LA CAIDA DE MILIVOLTAJE O EL CONSUMO EN VATIOS. RESPECTO A LOS MILIVOLTIMETROS Y VOLTIMETROS, EL CONSUMO DE POTENCIA SE EXPRESA CON RELACION A UNA VALORACION DE OHMIO POR VOLTIO, PERO A VECES SE ESPECIFICA UNA RESISTENCIA MINIMA O UN CONSUMO MAXIMO EN VATIOS. RESPECTO A LOS MEDIDORES DE C.C. CON ANCHO DE HASTA 11.4 CM, LAS EXACTITUDES MAXIMAS REQUIEREN DESDE 10 HASTA

50 MW, SEGUN EL ALCANCE Y EL TIPO DEL MECANISMO. RESPECTO A LOS MEDIDORES DE C.A., Y DE RADIOFRECUENCIA DEL MISMO TAMAÑO, LA PRECISION MAXIMA REQUIERE DESDE 50 HASTA 1000 MW, TAMBIEN SEGUN EL ALCANCE Y EL MECANISMO. CUANDO SEA IMPORTANTE UNA MAYOR SENSIBILIDAD (MENOR CONSUMO DE POTENCIA), ESTA PUEDE OBTENERSE MEDIANTE UN MECANISMO MAS EFICIENTE - (A MAYOR PRECIO), O A COSTA DE OTRAS CARACTERISTICAS.

PRECISION:

LA PRECISION, GENERALMENTE REFERIDA A UNA TEMPERATURA DE 25°C Y EN UN MONTAJE NORMAL DEL INSTRUMENTO ES LA DIFERENCIA ENTRE EL VALOR INDICADO "L" Y EL VALOR REAL "A" DE LA POTENCIA APLICADA, EXPRESADA COMO UN PORCENTAJE DEL ALCANCE TOTAL DE INSTRUMENTO (A.T.):

$$\frac{L-A}{AT} = \text{PRECISION PORCENTUAL}$$

LA PRECISION NORMAL DE LOS INSTRUMENTOS COMERCIALES, ES DE $\pm 2\%$ DE LA ESCALA TOTAL. AUNQUE UNA PRECISION DE $\pm 0.25\%$ O MENOR PUEDE OBTENERSE EN UN INSTRUMENTO DE TABLERO DE CALIDAD OPTIMA. UN 0.5% ES PROBABLEMENTE EL LIMITE MAS PRACTICO QUE EL PROYECTISTA PUEDE ESPERAR.

TIPO DE MECANISMO:

LOS MEDIDORES DE C.C. SUELEN SER DEL TIPO D'ARSONVAL O DE BOBINA MOVIL. ESTE DISEÑO BRINDA MAYOR SENSIBILIDAD Y ADAPTABILIDAD QUE LOS TIPOS -- ELECTROSTATICOS O DE IMAN MOVIL. LOS INSTRUMENTOS ELECTRODINAMICOS, GENERALMENTE SE LIMITAN A VATIMETROS O APLICACIONES DE C.A.- C.C. FIG.4

RESPECTO A MEDICIONES DE C.A., LOS INSTRUMENTOS DEL TIPO DE RECTIFICADOR SE EMPLEAN AL REQUERIRSE GRAN SENSIBILIDAD Y RESPUESTA DE BANDA DE FRECUENCIAS RELATIVAMENTE ANCHAS. TALES INSTRUMENTOS NO SON ADECUADOS PARA MEDIR FORMAS DE ONDAS NO SINUSOIDALES. LOS MEDIDORES DE HIERRO - MOVIL SE EMPLEAN PARA LAS FORMAS SINUSOIDALES, O AL SER ESENCIAL LA ECONOMIA. SU RESPUESTA DE FRECUENCIA ES UNIFORME (PLANA) SOLO ENTRE 25 Y 125 HZ, Y SU SENSIBILIDAD ES LIMITADA.

DE LOS MEDIDORES DE TIPO ESTANDARD, LOS DE TERMOPAR BRINDAN LAS MAS -- ANCHAS RESPUESTAS DE FRECUENCIA ENTRE 10 HZ Y 10 MHZ. Y A VECES PROVEEN INDICACIONES CONFIABLES HASTA 100 MHZ O MAS.

ESTOS SON LIMITADOS, SIN EMBARGO POR MENOR SENSIBILIDAD Y MAYOR COSTO. ADENAS, SU CAPACIDAD PARA SOBRECARGAS ES SUMAMENTE RESTRINGIDA. LA EXACTITUD DEL INSTRUMENTO DEL TIPO DE TERMOPAR NO ES AFECTADA POR LA FORMA DE ONDA DE LA CORRIENTE QUE SE MIDE.

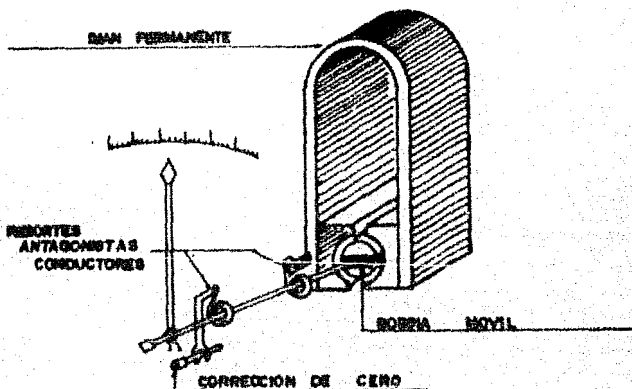


FIG. 4

LEY DE ESCALA:

LA LEY DE ESCALA ES LA RELACION ENTRE LA DESVIACION DE LA AGUJA Y LA POTENCIA DE ENTRADA. UN MECANISMO D'ARSONVAL ES INHERENTEMENTE LINEAL, EN TANTO QUE LOS MOVIMIENTOS DE HIERRO MOVIL, TERMOPAR Y ELECTRODINAMICOS SIGUEN UNA LEY CUADRATICA, SI, NO OBSTANTE SE DESEARAN OTRAS LEYES DE ESCALA, LAS LEYES BASICAS PUEBEN MODIFICARSE POR ALTERACIONES DE LA CONSTRUCCION INTERNA DEL MECANISMO.

ESTILOS:

LOS DOS ESTILOS CLASICOS DE LOS INSTRUMENTOS SON EL REDONDO Y EL RECTANGULAR. ESTE ULTIMO PROVEE ESPACIO MAXIMO PARA EL ARCO DE LA ESCALA PARA ESPACIO MINIMO DE PANEL HAY INSTRUMENTOS CON ESCALA EN EL BORDE, PERO SUELEN PLANTEAR PROBLEMAS DE PARALELAJE Y SE LIMITAN A REDUCIDOS ANGULOS DE DESPLAZAMIENTO DE AGUJA. LOS CATALOGOS DE LOS FABRICANTES MUESTRAN MUCHOS OTROS ESTILOS ESPECIALES.

AGUJAS:

SUELEN SER DE FORMA DE AZADA, DE LANZA O DE FILO INDICADOR. EL DE AZADA ES EL TIPO MAS VISIBLE A DISTANCIA, Y EL DE FILO ES EL DE INDICACION

MAS PRECISA. LAS AGUJAS DE FILO SE OFRECEN CON ESPEJOS PARA ELIMINAR EL PARALELAJE.

DISEÑO DE ESCALA:

GENERALMENTE, CUANTO MENOR SEA LA CANTIDAD, Y MAYOR EL TAMAÑO DE LOS LETREROS Y NUMEROS INDICADORES, MEJOR SERA LA LEGIBILIDAD DE LA ESCALA A PEDIDO PUEDEN PREPARARSE ESCALAS ESPECIALES PARA INDICAR ZONAS DE SEGURIDAD O PELIGRO, CALIBRACION Y PUNTOS DE AJUSTE, Y PARA PROVEER - GAMAS MULTIPLES EN BASE A UNA SOLA CAJA Y UN SOLO MECANISMO. CONVIENE TENER CUIDADO AL ESPECIFICAR ESCALAS MULTIPLES, ESCOGER GAMAS PARA LAS CUALES LA SUBDIVISION Y LA ACENTUACION DE LA ESCALA ES APLICABLE PARA TODAS LAS GAMAS. AUNQUE LA MULTIPLICACION DE UNA ESCALA POR 2, 5 Y 10 SUELE SER SEGURA, HAY QUE CERCIORARSE DE QUE LAS SUBDIVISIONES NO CONSTITUYEN UN VALOR COMO 0.3; 0.4; 0.6 O ALGUN OTRO VALOR QUE CONFUNDIRIA LAS INDICACIONES INTERMEDIAS. FIG. 5

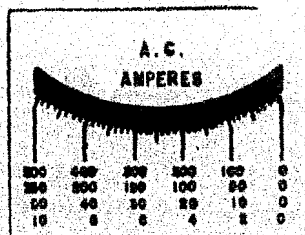


FIG. 5 EJEMPLO DE UNA PLACA DE ESCALA MULTIGAMA DONDE LAS GAMAS Y SUBDIVISIONES SON DE FACIL INTERPRETACION.

TERMINALES:

LOS FABRICANTES DE INSTRUMENTOS DE MEDIDA, EN SU MAYORIA HAN NORMALIZADO LOS DISPOSITIVOS DE CONEXION CON ESPARRAGOS DE 1/4-28, CON EXCEPCION DE LOS INSTRUMENTOS MUY PEQUEÑOS QUE GENERALMENTE TIENEN TERMINALES DE SOLDADURA O ESPARRAGOS CON ROSCA 8-32, FACILMENTE PUEDEN OBTENERSE VARIACIONES DE TERMINALES A UN COSTO NOMINAL.

ESPACIO DE PANEL:

MEDIANTE LOS DIAGRAMAS DIMENSIONALES DE LOS CATALOGOS ES FACIL PREVER LOS REQUISITOS DE ESPACIO DE PANEL Y LAS ESPECIFICACIONES DE TALADRADO. LOS ESTILOS OFRECIDOS SON SUFICIENTEMENTE VARIADOS PARA AJUSTARSE A - CASI CUALQUIER TRAZADO RAZONABLE DE TABLERO.

TEMPERATURA AMBIENTE:

TENGASE EN CUENTA QUE LA TEMPERATURA EN LAS CERCANIAS DEL INSTRUMENTO PUEDE SER CONSIDERABLEMENTE MAS ALTA QUE LA AMBIENTE, A CAUSA DEL CALENTAMIENTO INTERIOR DEL EQUIPO. A MENOS QUE EL PROYECTISTA INDIQUE - OTRA COSA, EL FABRICANTE DEL INSTRUMENTO DARA POR SENTADO QUE LAS ESPECIFICACIONES SON PARA FUNCIONAMIENTO A UNA TEMPERATURA AMBIENTE DE 25°C.

SI LA APLICACION REQUIERE FUNCIONAMIENTO O CUALQUIER OTRA TEMPERATURA, ES INDISPENSABLE ESPECIFICAR TANTO LA GAMA TERMICA COMO LOS CAMBIOS - PERMISIBLES DE LAS CARACTERISTICAS FUNCIONALES.

AL SUBIR LA TEMPERATURA AMBIENTE AUMENTAN TANTO LA SENSIBILIDAD COMO LA RESISTENCIA DEL MECANISMO. ESTOS CAMBIOS PUEDEN CAUSAR ERRORES -- HASTA DE UN 4% RESPECTO A UNA VARIACION DE 10° C.

RESISTORES TERMOSENSIBLES Y CIRCUITOS ADECUADOS PUEDEN REDUCIR TALES ERRORES POR TEMPERATURA POR UN FACTOR DE 10 O MAS. LOS INSTRUMENTOS DE GRAN PRECISION SE FABRICAN EN GRANDES CANTIDADES CON ERROR TERMICO -- INFERIOR A 0.5% PARA UNA FLUCTUACION DE 50°C. LOS INSTRUMENTOS ESTANDARD PUEDEN OBTENERSE CON UNA INFLUENCIA TERMICA DEL 1% O MENOS, POR CADA CAMBIO DE 10°C DE LA TEMPERATURA AMBIENTE.

PANELES MAGNETICOS Y CAMPOS PARASITOS:

A MENOS QUE EL MECANISMO DEL INSTRUMENTO POSEA CARACTERISTICAS INHERENTES DE AUTOBLINDAJE, LA PRESENCIA DE UN PANEL MAGNETICO O DE CAMPOS - PARASITOS PUEDE REDUNRAR EN INDICACIONES ERRONEAS. EL FABRICANTE PUEDE COMPENSAR ESTE FACTOR AL CALIBRAR EL MEDIDOR EN UN PANEL IDENTICO AL QUE ESTA EMPLEANDO EL PROYECTISTA, MEDIANTE LA ESPECIFICACION DE UN MECANISMO AUTOBLINDANTE ADECUADO, O PROVEYENDO UN APROPIADO BLINDAJE ANTIMAGNETICO.

AL ESPERARSE LA OCURRENCIA DE UN CAMPO DE DISPERSION MAGNETICA EL PROYECTISTA DEBERIA ESPECIFICAR LA NATURALEZA DEL COMPONENTE PRODUCTOR DEL CAMPO, SU PROXIMIDAD AL MEDIDOR Y LAS VARIACIONES DE LA CORRIENTE PRODUCTORA DEL CAMPO.

GOLPES Y VIBRACIONES:

LOS MEDIDORES ESTANDARD SE DISEÑAN PARA USO EN PANELES ESTACIONARIOS DONDE NO SE EXPERIMENTAN NORMALMENTE GOLPES Y VIBRACIONES COMO FACTOR DE SEGURIDAD, SIN EMBARGO, MUCHOS PROYECTISTAS ESPECIFICAN QUE EL INSTRUMENTO HA DE SOPORTAR CHOQUES O GOLPES DE 50 G. Y VIBRACIONES DE AMPLITUD DE 10.55 HZ, 0.045 a 0.050 CM., ESTA ROBUSTEZ O RESISTENCIA ES APROPIADA DE INSTRUMENTOS ESTANDARD CON PIEDRAS PRECIOSAS DE APOYO CON RESORTE PARA PREVENIR DAÑOS DE LAS MISMAS Y DEL PIVOTE.

PARA USOS PERTINENTES A CHOQUES MAS INTENSOS Y VIBRACIONES MAS FUERTES O AMPLIAS EL MECANISMO DEL INSTRUMENTO PUEDE MODIFICARSE PARA CUMPLIR REQUISITOS DE MARTILLAZOS HASTA DE 280 KGM., VIBRACIONES HASTA 500 HZ Y FUNCIONAMIENTO CONTINUO BAJO FUERZAS Y HASTA 1000.

HUMEDAD Y SUCIEDAD:

PARA AMBIENTES DESUSAMENTE SUCIOS Y HUMEDOS LOS INSTRUMENTOS PUEDEN - DOTARSE DE HERMETIZACION ADICIONAL. LOS CATALOGOS DE FABRICAS MUESTRAN UNIDADES COMPLETAMENTE HERMETIZADAS, O SEA MEDIANTE JUNTAS O SOLDADURAS.

POSICION DE MONTAJE:

A MENOS QUE OTRA COSA SE ESPECIFIQUE, SE ENTIENDE QUE EL MEDIDOR SE -- EMPLEARA EN UN PANEL VERTICAL. SI EL INSTRUMENTO VA A MONTARSE EN UN - PANEL DE OTRA ORIENTACION, ESTO DEBE ESPECIFICARSE PARA QUE EL FABRICAN - TE PUEDA CALIBRARLO AL ANGULO APROPIADO.

EXACTITUD DE SEGUIMIENTO:

LA EXACTITUD DE SEGUIMIENTO ES LA MEDIDA DE LA APTITUD DEL INSTRUMENTO PARA INDICAR PRECISAMENTE EN LA DIVISION DE LA ESCALA QUE SE COMPRUEBA CUANDO EL MEDIDOR SE ENERGIZA MEDIANTE LA PROPORSION CORRESPONDIENTE - DEL VALOR EXTREMO DE LA ESCALA. SE EXPRESA COMO UN PORCENTAJE DE LA EX - CITACION DE EXTREMOS DE ESCALA. ESTE PARAMETRO ES IMPORTANTE, PORQUE EL PROYECTISTA CON HARTA FRECUENCIA DA POR SENTADO QUE EL MEDIDOR, AL AJUSTARSE PARA EL EXTREMO DE LA ESCALA ES AUTOMATICAMENTE EXACTO EN TODA LA EXTENSION DE LA MISMA, Y NO ES ASI.

EN UN TIPICO MEDIDOR DE PANEL, LA EXACTITUD DE SEGUIMIENTO PUEDE CON-

SIDERARSE COMO 1 1/2 VECES LA PRECISION NOMINAL DE ESCALA COMPLETA. POR LO TANTO, UN INSTRUMENTO GARANTIZADO PARA UN PRECISION DEL 2% - PUEDE TENER UN ERROR DE SEGUIMIENTO HASTA DEL 3% EN ALGUN PUNTO DE LA ESCALA. AL ESPECIFICARSE UN INSTRUMENTO, PARA EL CUAL NORMALMENTE SE EFECTUA UN AJUSTE DE CALIBRACION, LA PRECISION SE INCREMENTARA - AL ESPECIFICARSE LA EXACTITUD DE SEGUIMIENTO (DIGAMOS DEL 1%) EN VEZ DE LA PRECISION A FONDO DE ESCALA. CON ESTO, EL COSTO DE UN MEDIDOR QUE PROPORCIONE UNA EXACTITUD DE SEGUIMIENTO DEL 1%, NO SERA MAYOR - QUE EL DE UN INSTRUMENTO CON PRECISION A FONDO DE ESCALA DEL 1%. RESULTADO: UN AUMENTO SIN COSTO ADICIONAL, DE LA PRECISION TOTAL DEL EQUIPO.

REPETIBILIDAD:

EL ERROR DE REPETIBILIDAD ES LA MAXIMA VARIACION PERMISIBLE ENTRE INDICACIONES REPETIDAS RESPECTO A CUALQUIER VALOR DE PRUEBA EXPRESADO COMO UN PORCENTAJE DE LA PLENA ESCALA. SE ENTIENDE QUE UN MEDIDOR ESTANDARD PROVEE REPETIBILIDAD EN EL MARGEN DE UN 2%. SIN EMBARGO, DE SER ADECUADA LA SENSIBILIDAD DEL INSTRUMENTO ES POSIBLE OBTENER REPETIBILIDADES HASTA DE 0.1%.

SIMETRIA:

LA SIMETRIA ES UN FACTOR RESPECTO A LOS INSTRUMENTOS CON CERO DESPLAZADO; ES UNA MEDIDA DE LA APTITUD DEL MEDIDOR PARA PROVEER INDICACIONES CORRESPONDIENTES A CADA LADO DEL CERO AL INVERTIRSE LA POLARIDAD DE LA ENERGIA APLICADA. EL ERROR DE SIMETRIA DE UN INSTRUMENTO COMUN CON PRECISION DEL 2% PUDIERA SER DE \pm 4%. CON UN PEQUEÑO AUMENTO DEL COSTO PUEDEN OBTENERSE MEDIDORES CON ERRORES DE SIMETRIA DEL 0.5%.

TIEMPO DE INDICACION:

EL TIEMPO DE INDICACION ES EL INTERVALO REQUERIDO PARA QUE LA AGUJA - QUEDE EN REPOSO DENTRO DE UN 1% DE SU INDICACION FINAL, LUEGO DE UN CAMBIO ABRUPTO DE LA MAGNITUD MEDIDA. LOS PLAZOS TÍPICOS SON DEL ORDEN DE 1 1/2 SEG. LOS INSTRUMENTOS MAS PEQUEÑOS, CON AGUJAS MAS CORTAS, - TIENEN MENORES TIEMPOS DE INDICACION.

FACTOR DE AMORTIGUAMIENTO:

EL FACTOR DE AMORTIGUAMIENTO ES LA RELACION ENTRE LA DESVIACION EN ESTADO DE REGIMEN DE LA AGUJA Y LA SOBRE DESVIACION INICIAL AL APLICARSE REPENTINAMENTE LA CARGA. LOS FACTORES DE AMORTIGUAMIENTO TIPI- COS DE LOS MEDIDORES COMERCIALES VAN DE 2.5 A 10.

RESPUESTA DE FRECUENCIA:

ESTA CONSIDERACION REZA SOLAMENTE RESPECTO A LOS INSTRUMENTOS PARA CA Y RF. LOS INSTRUMENTOS DEL TIPO DE RECTIFICADOR TIENEN ESENCIAL- MENTE RESPUESTAS PLANAS ENTRE 25 Y 5000 HZ. A PEDIDO ESPECIAL SE - OBTIENEN INSTRUMENTOS QUE SON PLANOS HASTA 250 RHZ. LOS INSTRUMENTOS DEL TIPO DE TERMOPAR SON ESENCIALMENTE PLANOS ENTRE 10 HZ Y 10 MHZ. PUEDEN PREPARARSE PARA SER PLANOS DESDE CC HASTA 100 MHZ. LOS MEDI- DORES DE HIERRO MOVIL SON PLANOS ENTRE 25 Y 125 HZ. PUEDEN ELLOS -- CALIBRARSE PARA USO RESPECTO A OTRAS FRECUENCIAS ESPECIFICAS, O COM- PENSARSE PARA PROPORCIONAR UNA RESPUESTA ACEPTABLEMENTE PLANA EN UN MARGEN DE 25 HASTA 500 DHZ.

PROTECCION CONTRA SOBRECARGAS:

EN LOS INSTRUMENTOS SENSIBLES A LA CORRIENTE, LOS FABRICANTES EN SU GRAN MAYORIA, EMPLEAN MECANISMOS CON UNA PROTECCION INHERENTE CONTRA SOBRECARGAS 10 VECES MAYOR QUE EL VALOR NOMINAL DE PLENA CARGA. RES- PECTO A LOS VOLTIMETROS LAS CAPACIDADES RAZONABLES CONTRA SOBRECARGAS DE 1 SEG., SON 10 VECES MAYORES PARA ALCANCES HASTA 50V, 5 VECES EN EL ALCANCE DE 50-200 V Y 2 VECES PARA VOLTAJES SUPERIORES A 200. RESPECTO A SOBRECARGAS PROLONGADAS (HASTA 8 HORAS), EL PROYECTISTA NO DEBERIA ESPERAR QUE LOS INSTRUMENTOS DE PANEL PUEDAN SOPORTAR MAS DEL 20 AL 25 POR CIENTO DE SOBRECARGA.

A PEDIDO ESPECIAL ES POSIBLE DOTAR A LOS INSTRUMENTOS CON, CAPACIDADES DE SOBRECARGAS DE TIEMPO CORTO QUE VARIAN DESDE VARIOS CENTENARES HAS- TA VARIOS MILLARES DE VECES EL VALOR NOMINAL DE ESCALA PLENA.

LA ELECCION DEL INSTRUMENTO ADECUADO

INDICAR ESPECIFICACIONES

UNIDAD QUE SE MIDE

ALCANCE

CONSUMO DE POTENCIA (SENSIBILIDAD)

PRECISION (A 25°C, MONTAJE NORMAL)

TIPO DE MECANISMO

LEY DE ESCALA.

CONSULTAR CATALOGOS

ESTILO

TAMAÑO

AGUJA

DISEÑO DE ESCALA

TERMINALES

ESPACIO DE PANEL

VERIFICAR FACTORES
AMBIENTALES

ELECCION PRELIMINAR DE

MARCA Y MODELO

TEMPERATURA AMBIENTE

PANELES MAGNETICOS Y CAMPOS

PARASITOS

GOLPES Y VIBRACIONES

HUMEDAD Y SUCIEDAD

POSICION Y MONTAJE

VERIFICAR FACTORES
FUNCIONALES

EXACTITUD DE SEGUIMIENTO

REPETIBILIDAD

TIEMPO DE INDICACION

FACTOR DE AMORTIGUAMIENTO

RESPUESTA DE FRECUENCIA

PROTECCION CONTRA SOBRECARGAS

INFLUENCIA DE LA POSICION

CONSIDERACIONES ADICIONALES AL ESCOGER UN REGISTRADOR.

VOLTAJE PARA EL MOTOR IMPULSOR DEL GRAFICO (CA 6 CC)

VELOCIDAD DEL GRAFICO

VARIABLE QUE SE REGISTRA (C.A., C.C., °F 6 °C).

SI EL FACTOR VARIABLE ES LA TEMPERATURA, INDICAR EL TIPO DE TERMOPAR
RESISTENCIA TOTAL EN OHMIOS DEL TERMOPAR Y EL HILO CONECTOR
GRADUACION DE LA ESCALA; COMO EN EL CATALOGO, O DE OTRO TIPO
TIEMPO DE INDICACION O VELOCIDAD DE IMPRESION
LONGITUD DEL GRAFICO

b

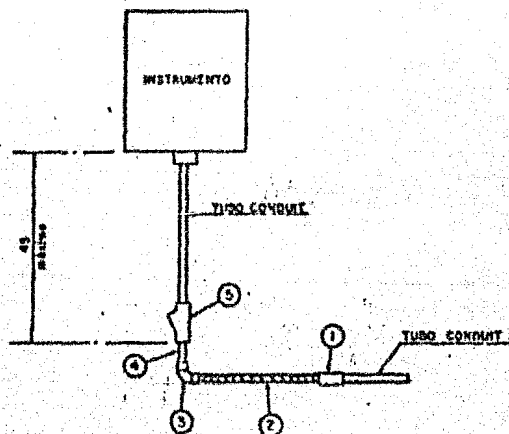
BUFETE
INDUSTRIALCONEXION A INSTRUMENTOS
AREA CLASE I DIVISION I
AREA NO PELIGROSA.

NORMA

EIN-600

FECHA. OCTUBRE 30 DE 1958

PROYECTO 5619



NOTAS:

1: PARA AREA NO PELIGROSA ELIMINAR LAS PARTIDAS (4) Y (5).

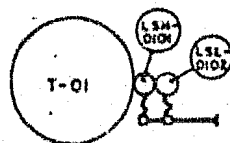
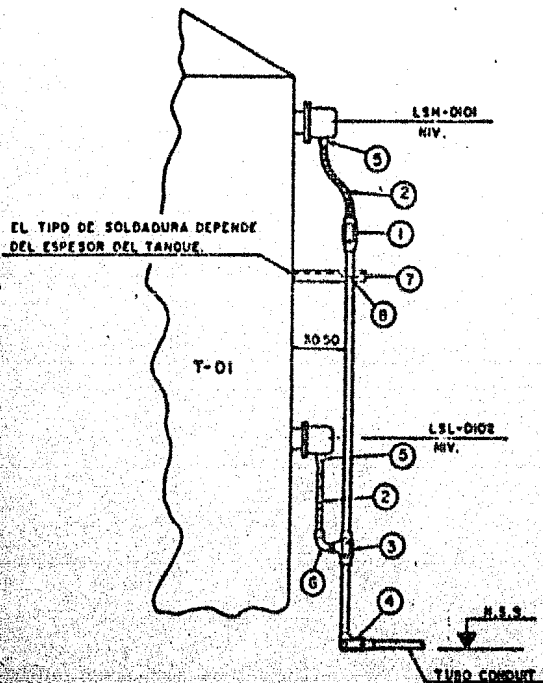
2: PARA AREA NO PELIGROSA SUSTITUIR LA PARTIDA (2) POR TUPO CONDUIT FLEXIBLE A PRUEBA DE LIQUIDOS; CON DOS CONECTORES RECTOS.

SIN ESCALA.

ACOTACIONES EN CM.

PART	CANT	UNID	DESCRIPCION	OBSERVACIONES
1	1	PZA.	COUPLE DE ACERO GALVANIZADO.	
2	1	PZA.	COUPLE FLEXIBLE DE BRONCE, A PRUEBA DE EXPLOSION SON 2 ROSCAS HEMBRA Y 2 NIPLES.	
3	1	PZA.	COUDO DE 90° HEMBRA.	
4	1	PZA.	NIPLE DE TUPO CONDUIT.	
5	1	PZA.	SELLO TIPO HEMBRA DE POSICION VERTICAL.	
				AJUSTAR EN CAMPO.

b

**BUFETE
INDUSTRIAL**
**CANALIZACION A DOS O MAS
INSTRUMENTOS EN TANQUES.
AREA NO PELIGROSA.**
PROYECTO- 5619
N O R M A
EIN-601
FECHA. ENERO 7 DE 1988.

PLANTA
50M ESCALA.
ACOTACIONES EN CM.

PART.	CANTIDAD	DESCRIPCION	OBSERVACIONES
1	1	PIE. CONDULET DE ALUMINIO SERIE OVALADA TIPO "C" CON TAPA CIEGA Y EMPAQUE DE NEOPRENO DE 19 mm Ø.	
2	2	TUBO CONDUIT FLEXIBLE A PRUEBA DE LIQUIDOS DE ACERO GALVANIZADO RECUBIERTO DE PVC DE 19 mm Ø.	
3	1	CONDULET DE ALUMINIO SERIE OVALADA TIPO "T" CON TAPA CIEGA Y EMPAQUE DE NEOPRENO DE 19 mm Ø.	
4	1	CONDULET DE ALUMINIO SERIE OVALADA TIPO "L" CON TAPA CIEGA Y EMPAQUE DE NEOPRENO DE 19 mm Ø.	
5	1	CONECTOR DE ALUMINIO "RECTO" A PRUEBA DE LIQUIDOS PARA TUBO FLEXIBLE DE 19 mm Ø.	
6	1	CONECTOR DE ALUMINIO "CURVO" A PRUEBA DE LIQUIDOS PARA TUBO FLEXIBLE DE 19 mm Ø.	
7	1	ANILLO DE F3 GALVANIZADO DE 1/2" X 1/2" X 1/8" X 1/8".	
8	1	MEZCLADORA TIPO "U" DE F3 GALVANIZADO, CON DOS TUERCAS HEXAGONALES, BRANDELAS PLANAS Y DE PRESION.	SOLDAR AL TANQUE.

CALCULO DE FALLAS



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

ESTUDIO DEL CORTO CIRCUITO.

INTRODUCCION: LAS CORRIENTES DE CORTO CIRCUITO QUE SE ORIGINAN POR DIVERSAS CAUSAS EN LOS SISTEMAS ELECTRICOS SON ALIMENTADAS POR ELEMENTOS ACTIVOS:

GENERADORES, MOTORES, ETC. Y SE LIMITAN POR ELEMENTOS PASIVOS DEL SISTEMA:

IMPEDIR IMPEDANCIAS DE CONDUCTORES, MOTORES, TRANSFORMADORES CENTRALES ETC.

LAS PRINCIPALES FUENTES SUMINISTRADORAS DE LA CORRIENTE DE CORTO CIRCUITO SON LOS GENERADORES. EN UN GENERADOR LA CORRIENTE ES LIMITADA POR SUS REACTANCIAS: SUBTRANSITORIA X' d Y SINCRONA Xd. LAS REACTANCIAS MENCIONADAS SE PUEDEN DEFINIR BREVENENTE COMO SIGUE:

REACTANCIA SUBTRANSITORIA: ES LA REACTANCIA APARENTE DEL ESTATOR EN EL INSTANTE EN QUE SE PRODUCE EL CORTO CIRCUITO Y, DETERMINA LA CORRIENTE QUE CIRCULA EN EL DEVANADO, DEL ESTATOR DURANTE LOS PRIMEROS CICLOS MIENTRAS DURE EL CORTO CIRCUITO (1 A 10 PERIODOS.)

REACTANCIA TRANSITORIA: SE TRATA DE LA REACTANCIA INICIAL APARENTE DEL DEVANADO DEL ESTATOR SI SE DESPRECIAN LOS EFECTOS DE TODOS LOS ARROLLAMIENTOS AMORTIGUADORES Y SOLO SE CONSIDERAN LOS EFECTOS DEL ARROLLAMIENTO DEL CAMPO INDUCTOR. ESTA REACTANCIA DETERMINA LA INTENSIDAD QUE CIRCULA DURANTE EL INTERVALO POSTERIOR AL QUE SE INDICO ANTERIORMENTE Y EN EL QUE LA REACTANCIA SUBTRANSITORIA CONSTITUYE EL FACTOR DECISIVO. LA REACTANCIA TIENE UN PERIODO DE DURACION DE 50 A 100 PERIODOS, ES DECIR, DE 1 A 2 SEGUNDOS, SEGUN LA CONSTRUCCION DE LA MAQUINA.

REACTANCIA SINCRONA: ES LA REACTANCIA QUE DETERMINA LA INTENSIDAD QUE CIRCULA CUANDO SE HA LLEGADO A UN ESTADO ESTACIONARIO. SOLO HACE SENTIR SUS EFECTOS DESPUES DE TRANSCURRIR ALGUNOS SEGUNDOS DESDE EL INSTANTE EN QUE SE HA PRODUCIDO EL CORTO CIRCUITO Y POR TANTO CARECE DE VALOR EN LOS CALCULOS DE CORTOS CIRCUITOS RELACIONADOS CON LA OPERACION DE INTERRUPTORES, FUSIBLES Y CONTACTORES.

UN MOTOR SINCRONO TIENE LAS MISMAS CLASES DE REACTANCIAS QUE UN GENERADOR AUNQUE DE DIFERENTE VALOR: LOS MOTORES DE INDUCCION NO TIENEN ARROLLAMIENTOS INDUCTORES DE CAMPO, PERO LAS BARRAS DEL MOTOR ACTUARAN COMO LOS ARROLLAMIENTOS AMORTIGUADORES EN UN GENERADOR; EN CONSECUENCIA SE CONSIDERA QUE ESTOS MOTORES SOLO TIENEN REACTANCIAS SUBTRANSITORIAS. EL HECHO DE ASIGNAR TRES REACTANCIAS A LAS MAQUINAS ROTATORIAS CONSTITUYE, COMO YA SE MENCIONO, UNA SIMPLIFICACION DE LOS METODOS PARA DETERMINAR LAS CORRIENTES DE CORTO-CIRCUITO SUMINISTRADAS EN INSTANTES FIJOS.

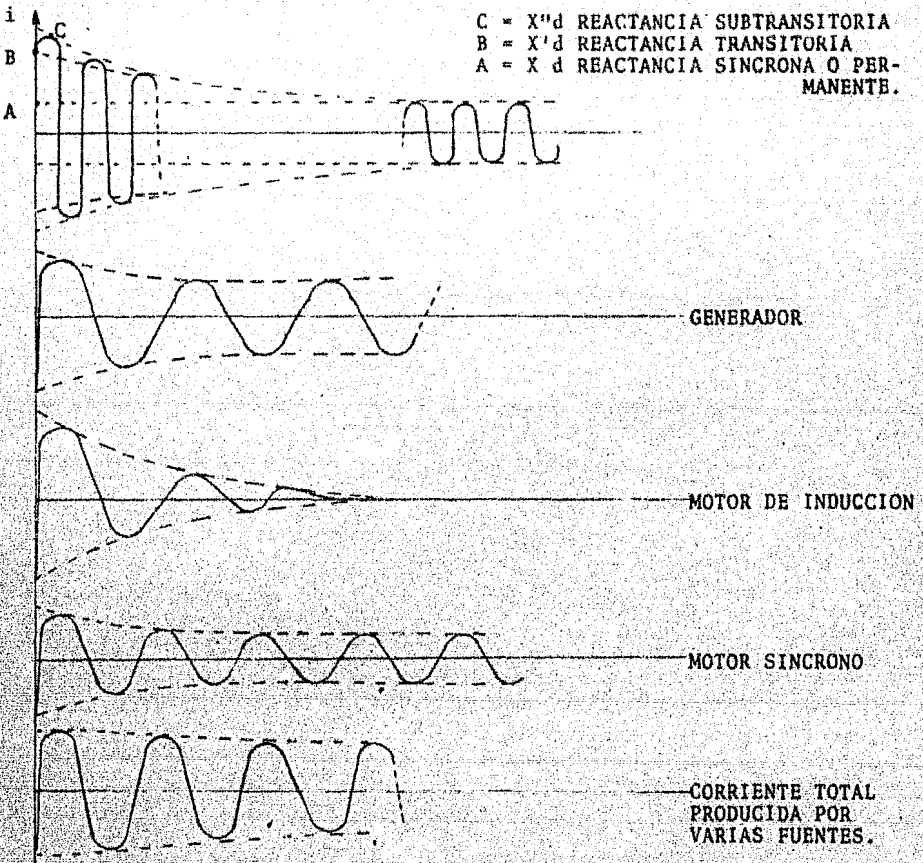
ESTOS VALORES SE EMPLEAN PARA EL CALCULO DE LAS INTENSIDADES DE CORTO-CIRCUITO CON EL OBJETO DE DETERMINAR LA CAPACIDAD INTERRUPTIVA DE INTERRUPTORES Y FUSIBLES.

LA CORRIENTE DE CORTO CIRCUITO TOTAL.

LA CORRIENTE DE CORTO CIRCUITO SIMETRICA TOTAL PUEDE ESTAR FORMADA, SEGUN EL CASO PARTICULAR, DE DOS O TRES FUENTES (FIG.); LA PRIMERA LA CONSTITUYEN LOS GENERADORES, SEAN ESTOS LOS INSTALADOS EN LA PLANTA.

LA RED O BIEN AMBOS. LA SEGUNDA DE ESTAS FUENTES ESTA CONSTITUIDA POR LOS MOTORES DE INDUCCION COLOCADOS EN LAS INSTALACIONES INDUSTRIALES; LA TERCERA FUENTE, LA CONSTITUYEN LOS MOTORES Y CONDENSADORES SINCRONOS, SI LOS HUBIESE.

COMO ESTAS CORRIENTES DISMINUYEN CON EL TIEMPO DEBIDO A LA REDUCCION DEL FLUJO EN LA MAQUINA, DESPUES DEL CORTO CIRCUITO, LA CORRIENTE TOTAL DE CORTO CIRCUITO DISMINUYE TAMBIEN CON EL TIEMPO Y, DE ESTA MANERA, AUN CUANDO SE CONSIDERE SOLAMENTE LA PARTE SIMETRICA DE LA CORRIENTE DE CORTO CIRCUITO, LA INTENSIDAD ES MAYOR EN EL PRIMER MEDIO CICLO Y TIENEN VALORES MENORES UNOS CICLOS DESPUES. DEBE OBSERVARSE QUE LA COMPONENTE CORRESPONDIENTE AL MOTOR DE INDUCCION DESAPARECE DESPUES DE DOS CICLOS COMPLETOS.



LA COMPONENTE DE CORRIENTE CONTINUA AUMENTA LA MAGNITUD AUN -- MAS DURANTE LOS PRIMERO CICLOS, SEGUN SE MUESTRA EN LA (FIG.); COMO ESTA COMPONENTE DECAE TAMBIEN CON EL TIEMPO, EL EFECTO DE LA CORRIENTE DE CORTO CIRCUITO VARIA TAMBIEN PARALELAMENTE. DEBIDO A QUE -- ESTA COMPONENTE SIGUE DECAYENDO AL PASO DEL TIEMPO, SE ACENTUA LA -- DIFERENCIA DE MAGNITUD, DE LAS CORRIENTES CORRESPONDIENTES AL PRI-- MER CICLO CON LAS QUE CORRESPONDEN A UNOS CICLOS DESPUES. DEBIDO -- A QUE LA INTENSIDAD VARIA CON EL TIEMPO Y LA CORRIENTE DE CORTO CIRCUITO VARIA PARALELAMENTE, TODO PROCEDIMIENTO DE CALCULO DE LAS CO-- RRIENTES DE CORTO CIRCUITO DEBE PERMITIR UNA DETERMINACION FACIL DE LA INTENSIDAD INSTANTES DESPUES DE LA FALLA. EL PROBLEMA HA SIDO -- SIMPLIFICADO DE TAL MANERA QUE PARA DETERMINAR EL VALOR DE LA INTEN-- SIDAD SIMETRICA EFICAZ SOLO ES NECESARIO DIVIDIR LA TENSION ENTRE -- LINEA Y NEUTRO ENTRE LA IMPEDANCIA ADECUADA (EQUIVALENTE). PARA -- DETERMINAR LUEGO LA CORRIENTE DE CORTO CIRCUITO ASIMETRICA, SOLO ES PRECISO MULTIPLICAR EL VALOR CORRESPONDIENTE A LA CORRIENTE SIMETRI-- CA POR UN FACTOR DE MULTIPLICACION ADECUADO.

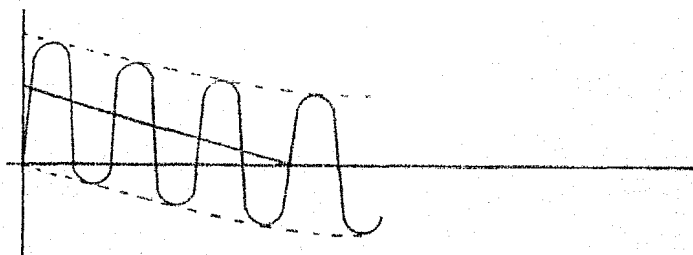


FIG:2 CORRIENTE DE CORTO CIRCUITO ASIMETRICA PROVENIENTE DE TO-- DAS LAS FUENTES MAS LA COMPONENTE CONTINUA.

METODOS DE CALCULO DE CORTO CIRCUITO

- 1o. PARA INICIAR EL ESTUDIO DE UN CORTO CIRCUITO ES NECESARIO PRI-- MERO LA PREPARACION DEL DIAGRAMA UNIFILAR DE LA INSTALACION -- QUE MUESTRE LA CONEXION DE TODAS LAS FUENTES DE LAS CORRIENTES DE CORTO CIRCUITO. QUE YA SABEMOS SON: GENERADORES, MOTORES Y CONDENSADORES SINCRONOS, MOTORES DE INDUCCION, CONEXIONES DE -- LA RED PUBLICA, CONVERTIDORES ROTATIVOS Y TODOS LOS ELEMENTOS DEL CIRCUITO QUE SE PUEDAN INCLUIR TALES COMO TRANSFORMADORES, CABLES, ETC.
- 2o. EN SEGUNDO LUGAR SE DEBE PREPARAR EL DIAGRAMA DE IMPEDANCIAS O REACTANCIAS QUE PUEDAN TENER INFLUENCIA EN EL CALCULO. EN LAS INSTALACIONES DE ALTA TENSION SE DENOMINA DIAGRAMA DE IMPEDAN-- CIAS, ACEPTANDO GENERALMENTE QUE LA RESISTENCIA ES DESPRECIA-- BLE EN RELACION CON LAS REACTANCIAS. LOS ELEMENTOS DEL CIRCUITO Y LAS MAQUINAS CONSIDERADAS EN EL -- DIAGRAMA DE IMPEDANCIAS DEPENDEN DE MUCHOS FACTORES, COMO SON LA TENSION DEL CIRCUITO QUE SE NECESITA VERIFICAR, EL REGIMEN-- INSTANTANEO DE TRABAJO DE LOS INTERRUPTORES QUE SE NECESITE-- COMPROBAR, LA RESISTENCIA DINAMICA Y TERMICA DE LA INSTALACION, ETC.

POR TANTO, ES NECESARIO SABER CUANDO DEBEN CONSIDERARSE LOS-
MOTORES Y QUE REACTANCIAS DE MOTORES DEBEN SER UTILIZADAS PARA VE-
RIFICAR UN DETERMINADO REGIMEN PARA UN INTÉRRUPTOR O UN FUSIBLE -
EN UNA CLASE DE TENSION DADA. EXISTEN OTRAS COSAS INTERESANTES,
COMO ELEGIR EL TIPO Y LA UBICACION DEL CORTO CIRCUITO DEL SISTEMA
DETERMINAR LA REACTANCIA ESPECIFICA DE UNA MAQUINA O ELEMENTO DEL
CIRCUITO Y DECIDIR SI SE DEBE O NO TOMAR EN CUENTA LA RESISTENCIA
DEL CIRCUITO.

TRANSFORMADORES

TIPO DE FALLA: EN SISTEMAS INDUSTRIALES SOLIDAMENTE ATERRIZADOS.

EN UN SISTEMA INDUSTRIAL LA CONDICION DE FALLA -- TRIFASICA ES LA UNICA CONSIDERADA FRECUENTEMENTE, PUESTO QUE ESTE TIPO DE FALLA RESULTA, GENERALMENTE, LA CORRIENTE MAXIMA.

LAS CORRIENTES DE FALLA DE LINEA A LINEA SON EL - 87% DE LAS CORRIENTES DE FALLA TRIFASICA, APROXIMADAMENTE.

LAS CORRIENTES DE FALLA DE LINEA A TIERRA PUEDEN VARIAR EN LOS SISTEMAS DE SUMINISTRO DESDE UN - " X " % HASTA UN 125% DEL VALOR TRIFASICO, PERO EN SISTEMAS INDUSTRIALES, LAS CORRIENTES DE FALLA DE LINEA A TIERRA MAYORES QUE EL VALOR TRIFASICO SON RARAS.

POR LO CUAL SE DA MAYOR IMPORTANCIA AL CALCULO DE ESTE TIPO DE FALLA PARA LO CUAL SE UTILIZARA, EL METODO DEL BUS INFINITO, DANDO RELEVANCIA AL FACTOR DE ASIMETRIA. (X/R) EN LOS CASOS QUE POR EL TIPO DE EQUIPO INSTALADO LO AMERITEN.

LEVANTAMIENTO Y CALCULOS PRELIMINARES:

NORMALMENTE EN LA INDUSTRIA, ESTE TIPO DE ESTUDIOS SE REALIZAN EN PLANTAS, YA EN SERVICIO, DEBIDO A LA FALTA DE PLANEACION EN EL DESARROLLO DE LA MISMA.

DE TAL FORMA TOMANDO ESTE PUNTO DE PARTIDA, SE TIENE UNA PLANTA TIPO, CON TODOS LOS PROBLEMAS, QUE ADOLESCEN ACTUALMENTE, EN CUANTO A CONTROL DE LOS SISTEMAS ELECTRICOS. ASI MISMO, SE TENDRA QUE REALIZAR:

- A) DATOS DE GABINETE, MEMORIAS DE CALCULO, Y REPORTES DE REPARACION.
- B) DATOS DE CAMPO. LEVANTAMIENTOS Y CAPTURA DE DATOS TECNICOS.
- C) OPERACIONES PRELIMINARES PARA DETERMINAR PARAMETROS SOBRE:

—TRANSFORMADORES

—MOTORES

—ALIMENTADORES

Transformadores.

Código	Marca	Serie	Relación	Capacidad	Aceite	Localización
T-1	Continental Elect.	9003-11340	20000/23000/6000 Votts	1500 KVA	1910	Subestación Principal
T-2	I.E.M. Westinshouse	252-328-0701001	20000/22900/190 "	750 "	830	" " "
T-3	I.E.M. "	21-9276-1	6000/190-220 "	300 "	549	Centro Control A
T-4	I.E.M. "	221972835	6000/190-220 "	225 "	405	" " A
T-5	I.E.M. "	4081380	6000/190-220 "	75 "	300	" " A
T-6	I.E.S.A	3120-1-1	440/220-127 "	95 "	145	" " B
T-7	I.E.S.A	3906-1-1	440/220-127 "	15 "	98	" " C
T-8	I.E.M. "	4415318	440/220-127 "	37.5 "	250	" " D
T-9	I.E.S.A	3327-1-1	440/220-127 "	45 "	140	" " E
T-10	MECSA	11189-TG805	6000/480-277 "	600 "	970	" " F
T-11	I.E.M. "	3-211-0-886	6000/440-220 "	225 "	650	" " G

350

Transformadores sumergidos en líquidos aislantes clase OA- Auto-enfriados

Cuadro general de Carga Conectada.

Transformador Codigo	Capacidad Transformación KVA	Carga Conectada H. P	Carga Conectada KVA	Factor Demanda Considerado	Factor Potencia Considerado	Demanda Estimada H. P
T-2	750	674.20	591.70	0.7	0.85	471.94
T-3	300	1116.85	980.20	"	"	781.80
T-4	225	731.50	641.99	"	"	512.05
T-10	500	202.18	177.99	"	"	141.52
T-11	225	197.22	173.09	"	"	138.05
	2000	2921.95	2564.42	0.7	0.85	2045.36

TABLA # 1

Transformadores.

Código	Cuarto Control	KVA	Voltaje	Z (%)	Fases	Hz	Conexión Prim.	Secundario
T-1	Sub.-Principal	1500	20-23 KV/6 KV	4.5- 4.7	3 ϕ	60	Δ	Y/ϕ
T-2	" "	750	20,23 KV/6 KV	6.20- 6.37	"	"	Δ	Y/ϕ
T-3	A	225	6 KV/480V	3.8	"	"	Δ	Y/ϕ
T-4	A	75	6 KV/220V	4	"	"	Δ	Y/ϕ
T-5	A	300	6 KV/480V	5	"	"	Δ	Y/ϕ
T-6	B	45	440/220V	2.23- 2.7	"	"	Δ	Y/ϕ
T-7	C	15	440/220V	2.86- 2.99	"	"	Δ	Y/ϕ
T-8	D	37.5	480/220V	3.8	"	"	Δ	Y/ϕ
T-9	E	45	440/220V	2.71- 2.90	"	"	Δ	Y/ϕ
T-10	F	500	6KV/480V	3.76	"	"	Δ	Y/ϕ
T-11	G	225	6KV/480V	5.35	"	"	Δ	Y/ϕ

Características de los transformadores 3 ϕ

carga estimada para 1985

Transformador Codigo	Potencia * KVA	* Tipo Enfriamiento	* Voltaje Ent. / Sal.	* Impedancia (Z) %	X # # R	R (%)	X (%)	Factor de # Demanda
T-1	1500	OA	20000 Δ / 6000 Y ∇	7.5	6.15	0.72	4.49	0.892/1.0
T-2	750	"	20000 Δ / 980 Y ∇	6.2	6.45	1.11	6.09	0.72/0.85
T-3	300	"	6000 Δ / 980 Y ∇	5.0	3.50	1.37	4.80	0.90
T-4	225	"	6000 Δ / 980 Y ∇	3.8	3.35	1.08	3.64	0.90/0.699
T-5	75	"	6000 Δ / 980 Y ∇	4.0	1.25 \odot	2.49	3.12	1.0
T-6	45	"	980 Δ / 220 Y ∇	2.23	1.33 \odot	1.34	1.78	0.80
T-7	15	"	980 Δ / 220 Y ∇	2.86	0.94 \odot	2.00	1.88	0.30
T-8	37.5	"	980 Δ / 220 Y ∇	3.8	1.23 \odot	2.39	2.99	0.70
T-9	45	"	980 Δ / 220 Y ∇	2.71	1.33 \odot	1.62	2.16	0.90
T-10	500	"	6000 Δ / 980 Y ∇	3.76	3.85	0.99	3.63	0.59
T-11	225	"	6000 Δ / 980 Y ∇	5.35	3.35	1.53	5.12	0.10/0.10

341

Notas: * Datos de Campo

Z %, R %, X %, Referidas a La potencia de La máquina

TABLA # 3

IMPEDANCIA DE TRANSFORMADORES
REACTANCIAS Y RESISTENCIAS

CAMBIO DE BASE

POTENCIA BASE = IMVA = 1000 KVA

EDUCACION GENERAL: $ZPU_z = \frac{ZPU, (KVA BASES)}{KVA}$

VALORES TOMADOS DE LA TABLA DE LA HOJA # 341

$$T - 1 \quad ZP.U = \frac{(0.045) 1000 KVA}{1500 KVA} = 0.03000$$

$$RP.U = \frac{(0.0072) 1000 KVA}{1500 KVA} = 0.0048$$

$$XP.U = \frac{(0.0444) 1000 KVA}{1500 KVA} = 0.0296$$

SIGUIENDO EL MISMO PROCEDIMIENTO TENEMOS LOS SIGUIENTES VALORES "POR UNIDAD".

PARA T-2 = (Z = 0.0827, R = 0.0148, X = 0.0812)

T-3 = (Z = 0.1667, R = 0.0457, X = 0.1600)

T-4 = (Z = 0.1689, R = 0.0480, X = 0.1618)

T-5 = (Z = 0.5333, R = 0.3320, X = 0.4160)

T-6 = (Z = 0.4956, R = 0.2978, X = 0.3956)

T-7 = (Z = 1.9067, R = 1.3867, X = 1.300)

T-8 = (Z = 1.0133, R = 0.6373, X = 0.7840)

T-9 = (Z = 0.6022, R = 0.3600, X = 0.4800)

T-10 = (Z = 0.0752, R = 0.0188, X = 0.0726)

T-11 = (Z = 0.2378, R = 0.0680, X = 0.2276)

Determinación de R y X de Los Transformadores.

Desarrollo de Ecuaciones

Datos conocidos $Z\%$; X/R

$$Z_{p.u.} = \sqrt{(R_{p.u.})^2 + (X_{p.u.})^2}$$

como $X/R = K$ (valor tabulado) $X = RK$; $R = X/K$

obteniendo R:

$$\begin{aligned} Z_{p.u.} &= \sqrt{(R_{p.u.})^2 + (RK)^2} \\ &= \sqrt{R_{p.u.}^2 (1+K^2)} = R_{p.u.} \sqrt{(1+K^2)} \\ \therefore R_{p.u.} &= \frac{Z_{p.u.}}{\sqrt{1+K^2}} \quad \text{----- (1)} \end{aligned}$$

obteniendo X:

$$\begin{aligned} Z_{p.u.} &= \sqrt{\left(\frac{X}{K}\right)_{p.u.}^2 + (X_{p.u.})^2} = \sqrt{\frac{X^2}{K^2} + X^2} \\ &= \sqrt{X^2 \left(\frac{1}{K^2} + 1\right)} = X_{p.u.} \sqrt{\frac{1}{K^2} + 1} \\ \therefore X_{p.u.} &= \frac{Z_{p.u.}}{\sqrt{\frac{1}{K^2} + 1}} \quad \text{----- (2)} \end{aligned}$$

Calculo Típico

Para el transformador T-1

datos $Z = 9.5\% = 0.095$ p.u.

$$\frac{X}{R} = 6.15 \quad \therefore \quad X = R(6.15)$$
$$R = \frac{X}{6.15}$$

$$Z_{p.u.} = \sqrt{(R_{p.u.})^2 + (X_{p.u.})^2} \Rightarrow Z_{p.u.}^2 = R_{p.u.}^2 + X_{p.u.}^2$$

sustituyendo: $(0.095)^2 = R_{p.u.}^2 + R_{p.u.}^2 (6.15)^2 = R_{p.u.}^2 + R_{p.u.}^2 (37.82)$

$$(0.095)^2 = R_{p.u.}^2 (1 + 37.82) = (R_{p.u.}^2) (38.82)$$

$$R_{p.u.}^2 = \frac{(0.095)^2}{38.82} = \frac{0.009}{38.82} = 0.0001$$

$$R_{p.u.} = \sqrt{0.0001} = 0.0072$$

$$\therefore R_{p.u.} = 0.72\%$$

$$X_{p.u.} = R(6.15) = (0.0072)(6.15) = 0.0443$$

$$\therefore X_{p.u.} = 4.43\%$$

De la misma forma se desarrolla, el calculo de R y X para los otros transformadores.

DETERMINACION DEL FACTOR DE DEMANDA

PARA LA DETERMINACION DEL FACTOR DE DEMANDA, SE REALIZA FISICAMENTE EN LOS TRANSFORMADORES DE OPERACION DIRECTA A LAS CARGAS, MEDIANTE LA MEDICION CONTINUA, EN HORAS NORMALES DE TRABAJO DE LA CORRIENTE DE CONSUMO DE LAS CARGAS A DIFERENTES HORAS DEL DIA, ESTO SE LOGRA CON LOS GRAFICADORES DE CORRIENTE, EN DONDE, SE LOGRAN VER, LA DEMANDA NORMAL Y LA DEMANDA PICO QUE SE TIENE EN LA PLANTA, DURANTE SUS DIFERENTES TURNOS DE OPERACION.

ESTAS DEMANDAS NORMAL Y PICO DE TRABAJO, DIVIDIDA ENTRE LA CAPACIDAD DE LOS TRANSFORMADORES, NOS DETERMINAN EL FACTOR DE DEMANDA QUE EXISTE EN EL TRANSFORMADOR.

TRANSFORMADOR CODIGO	DEMANDA		FACTOR DE DEMANDA		VOLTAJE 3 Ø	CAPACIDAD KVA
	NORMAL	PICO	NORMAL	PICO		
T - 10	166	180	0.332	0.360	440	500
T - 4	135	145	0.600	0.584	440	225
T - 5	44	50	0.586	0.666	220	75
T - 3	267	290	0.890	0.967	440	300
T - 11	107	115	0.475	0.511	440	225
	719	780	0.5426	0.5887		1325

CALCULO PARA LA UTILIZACION DE LOS TRANSFORMADORES

BEJEMPLO PRACTICO # 1. SUPONIENDO, EL CASO DEL TRASLADO DE UNA CARGA, DE UN TRANSFORMADOR A OTRO, POR ESTAR EL PRIMERO SATURADO.

DATOS:

T - 3 CARGA CONECTADA 1116.85 H.P. CON UN FACTOR DE DEMANDA DEL 0.567.
LA CARGA DE ESTE TRANSFORMADOR ESTA REPARTIDA EN DOS SUBESTACIONES O CUARTOS DE CONTROL.

CUARTO CONTROL A-1 CON 945.25 H.P.
CUARTO CONTROL A-2 CON 171.6 H.P.

TOTAL = 1116.85 H.P.

T - 10 CARGA CONECTADA 168 H.P. CON UN FACTOR DE DEMANDA DEL 0.36.

SE DESEA EN PRIMER PASO, CAMBIAR LA CARGA DEL TRANSFORMADOR T-3, DE SU CUARTO DE CONTROL A-2 EN TOTAL 171.6 H.P. AL TRANSFORMADOR T-10 PERO ADEMAS, TENEMOS INFORMACION QUE CONECTARAN A FUTURO (3 MESES) DOS EQUIPOS MAS, CON UNA CARGA TOTAL DE 140.5 H.P.- AL MISMO TRANSFORMADOR T-4.

DESARROLLO:

CUARTO DE CONTROL A-I CON 945.25 H.P. FD = 0.967
 CUARTO DE CONTROL A-2 CON 171.6 H.P.
 1116.85 H.P.

$$\frac{945.25}{1116.85} \times 100 = 84.63\% \text{ CON F.D} = 0.8184$$

$$\frac{171.6}{1116.85} \times 100 = 15.37\% \text{ CON F.D} = 0.1486$$

CONSIDERANDO LA NUEVA CARGA AL TRANSFORMADOR T-4
 CUARTO DE CONTROL F (T-4 = 500 KVA)

168 H.P.	CARGA ACTUAL	FD = 0.36
140.5 H.P.	CARGA POR INSTALAR	
171.6 H.P.	CARGA POR CAMBIAR	FD = 0.1486
480.10 H.P.	CARGA TOTAL	

LA CARGA POR ADICIONAR A T-4 ES DE 312.10 H.P.

$$\frac{312.10}{480.10} \times 100 = 65.01\%$$

POR LO QUE EL NUEVO FACTOR DE DEMANDA SERA.

$$0.36 \times AFD = 0.36 \times 1.65 = 0.594$$

DE TAL FORMA QUE EN LA TABLA SOLO CAMBIARIA:

TRANSFORMADOR CODIGO	DEMANDA		FACTOR DE DEMANDA		VOLTAJE 3 Ø	CAPACIDAD KVA
	NORMAL	PICO	NORMAL	PICO		
T - 10		297		0.594	440	500
T - 3		245		0.818	440	300

SI $\frac{\text{DEMANDA PICO}}{\text{KVA TRANS.}}$ = FACTOR DE DEMANDA PICO

$$(0.594) (500) = 297$$

LA NORMAL SE VOLVERAN HACER LAS MEDICIONES CON LOS REGISTRADORES.

EJEMPLO PRACTICO # 2. SE ESTIMA UNA AMPLIACION, EN UNA LINEA DE PRODUCCION POR LO QUE SE LLEVARA UN PROYECTO EN EL CUAL, INCLUYE EL DISEÑO E INSTALACION DE UN NUEVO CENTRO DE CONTROL.

EL ESTUDIO NOS DICE QUE SE INSTALARA UN TRANSFORMADOR DE 750 KVA, Y QUE LA CARGA TOTAL A INSTALAR ES DE 463 KVA, ADEMAS, PARA ESTE TIPO DE CARGA SE ESTIMA UN FACTOR DE UTILIZACION DEL 0.7 MAXIMO. TAMBIEN SE CONOCE, QUE PARA UNA FUTURA AMPLIACION, APARTE DEL PROYECTO CONSIDERAR UN CARGO DE 110 KVA.

CUAL SERA LA DEMANDA DEL NUEVO TRANSFORMADOR.

463 KVA	CARGA ESTIMADA DEL PROYECTO
<u>110 KVA</u>	CARGA A CONECTAR EN FUTURO
573 KVA	CARGA TOTAL A CONSIDERAR

$$573 \times 0.7 = 402 \text{ KVA}$$

$$\frac{402 \text{ KVA}}{750 \text{ KVA}} \times 100 = 0.54 \text{ FACTOR DE DEMANDA DE LA CARGA A CONECTAR EN FUTURO}$$

DE LA CARGA TOTAL UNA VEZ, QUE QUEDARA TERMINADA.

$$463 \text{ KVA} \times 0.7 = 324 \text{ KVA}$$

$$\frac{324 \text{ KVA}}{750 \text{ KVA}} \times 100 = 0.432 \times 100 = 43.21 \text{ FACTOR DE DEMANDA DE LA CARGA ESTIMADA DEL PROYECTO}$$

DE DEMANDA, A EMPLEAR TERMINANDO ESTE PROYECTO.

MOTORES DE INDUCCION

CARACTERISTICAS DE CARGA DEL SISTEMA, MOTORES DE INDUCCION
LEVANTAMIENTO Y ESTIMACION

IMPEDANCIAS REFERIDAS A LAS POTENCIAS NOMINALES

CODIGO	KVA	VOLTS	* Z (%)	* (X/R)	FASES	HERTZ
M - 1A	400/300	480	25	Rsf. #2 Pag. 6	3 φ	60
M - 1B	200	"	"		"	"
M - 2	130	"	"		"	"
M - 3	203/145	"	"		"	"
M - 4	234	"	"		"	"
M - 5	295	"	"		"	"
M - 6	24/402	"	"		"	"
M - V	70	"	"		"	"
M - 5A	225	"	"	"	"	"
M - 5B	70	"	"	"	"	"
M - 1AA	70/170	"	"	"	"	"
M - 1AB	230	"	"	"	"	"

TABLA # 4

DETERMINACION DE PARAMETROS DE LA CARGA DE MOTORES Y CAMBIO DE BASE.

EMPLEANDO LAS ECUACIONES EN LA PAG. 343

MOTORES: ZP.U = 0.25 X/R = 6

$$RP.U = \frac{0.25}{\sqrt{1+36}} = 0.0411$$

$$XP.U = \frac{0.25}{\sqrt{(1/36) + 1}} = 0.2466$$

DE LA REFERENCIA IMVA = 1000 KVA

$$M - 1A \quad ZP.U = \frac{(0.25) (1000 \text{ KVA})}{400 \text{ KVA}} = 0.6250$$

$$RP.U = \frac{(0.0411) (1000 \text{ KVA})}{400 \text{ KVA}} = 0.1028$$

$$XP.U = \frac{(0.2466) (1000 \text{ KVA})}{400 \text{ KVA}} = 0.6165$$

SIGUIENDO EL MISMO PROCEDIMIENTO TENEMOS LOS SIGUIENTES VALORES.
"POR UNIDAD".

$$M-1B = (Z = 1.25 , R = 0.1038, X = 1.2457)$$

$$M-2 = (Z = 1.9231, R = 0.3162, X = 1.8969)$$

$$M-3 = (Z = 1.2315, R = 0.2029, X = 1.2148)$$

$$M-4 = (Z = 1.0684, R = 0.1756, X = 1.0538)$$

$$M-5 = (Z = 0.8475, R = 0.1393, X = 0.8359)$$

$$M-6 = (Z = 0.7716, R = 0.1269, X = 0.7611)$$

$$M/5-1AA = (Z = 3.5714, R = 0.5871, X = 3.5229)$$

$$M5A = (Z = 1.1111, R = 0.1827, X = 1.0960)$$

$$M-1AA = (Z = 1.4706, R = 0.2418, X = 1.4506)$$

$$M-1AB = (Z = 1.0870, R = 0.1787, X = 1.0722)$$

$$M-3A = (Z = 1.7241, R = 0.2834, X = 1.7007)$$

$$MV = (Z = 3.6232, R = 0.5958, X = 3.5739)$$

ALIMENTADORES

DETERMINACION DE PARAMETROS DE LOS ALIMENTADORES

DATOS OBTENIDOS: REF. # 3 PAG. 354, TABLA 5

1 MVA BASE = 1000 KVA BASE

ALIMENTADOR A - 1 R = 0.128 Ω / 1000 FT
 X = 0.0507 Ω / 1000 FT
 Z = 0.138 Ω / 1000 FT

TRANSFORMADO DE Ω /FT A Ω /MT.

$$\therefore \frac{R \ \Omega}{1000 \text{ FT}} = \frac{1 \text{ FT}}{9.3048 \text{ MT}} = \frac{R}{304.8} \ \Omega/\text{MT}$$

$$RT = \frac{0.128 \ \Omega}{304.8 \text{ MT}} \times 12 \text{ MT} = 0.005$$

$$XT = \frac{0.0507 \ \Omega}{304.8 \text{ MT}} \times 12 \text{ MT} = 0.002$$

$$ZT = \frac{0.138 \ \Omega}{304.8 \text{ MT}} \times 12 \text{ MT} = 0.054$$

$$RTP.U = R \left(\frac{\text{KVA BASE}}{\text{KV}^2 \times 1000} \right) = 0.005 \ \Omega \left(\frac{1000}{36 \times 1000} \right) = 0.00014\%$$

$$XTP.U = (0.002) \frac{1000}{36 \times 1000} = 0.000056\%$$

$$ZP.U = (0.054) \frac{1000}{36 \times 1000} = 0.000015\%$$

CONTINUANDO CON EL MISMO PROCEDIMIENTO DE ANALISIS TENEMOS PARA ALIMENTADOR A-2 CON 35 MTX. LONGITUD.

A-2 = (Z = 0.0013, R = 0.001167, X = 0.00054) "POR UNIDAD"
PARA ALIMENTADORA A-3 CON 30 MTS. LONG.

A-3 = (Z = 0.0074, R = 0.0071, X = 0.0022) P.U.
PARA ALIMENTADOR A-4 CON 8 MTS. LONG.

A-4 = (Z = 0.0000078, R = 0.0000075, X = 0.000003) P.U.
PARA ALIMENTADOR A-5 CON 300 MTS. LONG.

A-5 = (Z = 0.0052, R = 0.0047, X = 0.0022) P.U.
PARA ALIMENTADOR A-6 CON 72 MTS. LONG.

A-6 = (Z = 0.0009, R = 0.0008, X = 0.0004) P.U.
PARA ALIMENTADOR A-7A CON 40 MTS. LONG.

A-7A = (Z = 0.0326, R = 0.0291, X = 0.0152) P.U.
PARA ALIMENTADOR A-7B CON 45 MTS. LONG.

A-7B = (Z = 0.0448, R = 0.0411, X = 0.0174) P.U.
PARA ALIMENTADOR A-8, CON 95 MTS. LONG.

A-8 = (Z = 0.0517, R = 0.0461, X = 0.0217) P.U.
PARA ALIMENTADOR A-9 CON 170 MTS. LONG.

A-9 = (Z = 0.008, R = 0.0079, X = 0.0012) P.U.
PARA ALIMENTADOR A-10 CON 75 MTS. LONG.

A-10 = (Z = 0.08, R = 0.0678, X = 0.0426) P.U.
PARA ALIMENTADOR A-11 CON 41 MTS. LONG.

A-11 = (Z = 0.8195, R = 0.4387, X = 0.692) P.U.
PARA ALIMENTADOR A-12 CON 30 MTS. LONG.

A-12 = (Z = 0.023, R = 0.0157, X = 0.017) P.U.

CARACTERISTICAS DE LA RED DE SUMINISTRO

EQUIPO INSTALADO:

CORTA CIRCUITOS, FUSIBLES DE POTENCIA MARCA SEC

TIPO SMD - 20 POTENCIA

SERVICIO INTEMPERIE

KV NOMINAL 25

KV MAX DESCARGA 27

AMP. CONTINUOS MAX. 200

AMP. ASIM. INT. 20,000

MVA INT. SIN. 500

TENSION OPERACION = 20 KV.

MVA INT ASIM = $\sqrt{3}$ (25 KV) 20,000 AMP. = $\sqrt{3}$ (20 KV) I AMP.

$$\therefore I \text{ AMP.} = \frac{25 \text{ KV}}{20 \text{ KV}} \times 20,000 \text{ AMP.} = 25,000 \text{ AMP. ASIM.}$$

CAPACIDAD DE DISPOSITIVO DE PROTECCION

MVA INT. ASIM. = 866.025

CAPACIDAD DISPONIBLE EN LA RED

MVA = 900 MVA TOTAL (CIA. LUZ Y FZA. DEL CENTRO)

PARAMETRO Z DE LA RED POT. BASE = 1000 KVA

$$Z \% = \frac{1000 \text{ KVA}}{900,000 \text{ KVA TOT.}} = 0.0011 \therefore \frac{X}{R} \approx 21$$

$$Z \% = \frac{1000 \text{ KVA}}{500,000 \text{ KVA SIM.}} = 0.002 \therefore \frac{X}{R} = 21 = K$$

DE ACUERDO AL DESARROLLO DE ECUACIONES, PARA LA DETERMINACION DE R Y X.

$$R \cdot U = \frac{0.0011}{\sqrt{1 + (21)^2}} = 0.0000528$$

$$X \cdot U = \frac{0.0011}{\sqrt{\frac{1}{(21)^2} + 1}} \approx 0.0011$$

Características de Los Alimentadores.

* (1 MVÁDIA)

No.	Tensión de operación	Aislamiento Tipo	Celibre y Arreglo	Conduit	Longitud	R %	X %	Z %	
A-1	6000V	EPR-15KV Blindado	3-1/8 AWG Cu	Asbesto/Cemento 102 mm φ	12 mt.	0.013	0.0056	0.015	
A-2	6000V	EPR-15KV Blindado	3-1/8 AWG Cu	Asbesto/Cemento 102 mm φ Fe, P.G.G. 102 mm φ	35 mt. 65 mt.	0.1167	0.05	0.1286	
A-3	6000V	EPR-15KV Blindado Lineas aerea desnuda	3-1/8 AWG Cu 3-6 AWG Cu	Asbesto/Cemento 102 mm φ Aire	30 mt. 150 mt.	0.708	0.22	0.79	
A-4	20000V	EPR-15KV Blindado	3-1/8 AWG Cu	Ducto cuadrado embisagrado de 150 mm x 150 mm	8 mt.	0.00075	0.0003	0.00078	
A-5	6000V	EPR-15KV Blindado	3-1/8 AWG Cu	Asbesto/Cemento 102 mm φ Fe, P.G.G. 102 mm φ	100 mt. 200 mt.	0.97	0.22	0.52	
A-6	6000V	EPR-15KV Blindado	3-1/8 AWG Cu	Fe, P.G.G. 102 mm φ	72 mt.	0.08	0.04	0.07	
A-7A	480V	THW-90°C	7-3/8 AWG Cu	Fe, P.G.G. 69mm φ	90 mt.	2.91	1.52	3.26	
A-7B	480V	THW-75°C	6-1/8 AWG Cu	Fe, P.G.G. 76mm φ	45 mt.	4.11	1.79	4.48	
A-8	480V	THW-75°C	9-3/8 AWG Cu	3 x 38 mm φ	95 mt.	9.61	2.17	5.17	
A-9	6000V	EPR-15KV Blindado	3-6 AWG Cu	Fe, P.G.G. 102 mm φ	170 mt.	0.79	0.12	0.80	
A-10	480V	THW-75°C	3-3/8 AWG Cu	Asbesto/Cemento 76 mm φ	75 mt.	6.78	4.26	8.0	
A-11	480V	THW-75°C Lineas aerea desnuda	3-250 MCM 3-266.8 MCM	Fe, P.G.G. Aerea desnuda	41 mt. 74 mt.	48.87	69.2	81.95	TABLA # 5
A-12	480V	THW-90°C	3-250 MCM Cu	Asbesto/Cemento 76 mm φ	30 mt.	1.57	1.70	2.3	

DIAGRAMAS BASE

Diagramas de Impedancias

Nota: Valores en por Unidad (%)

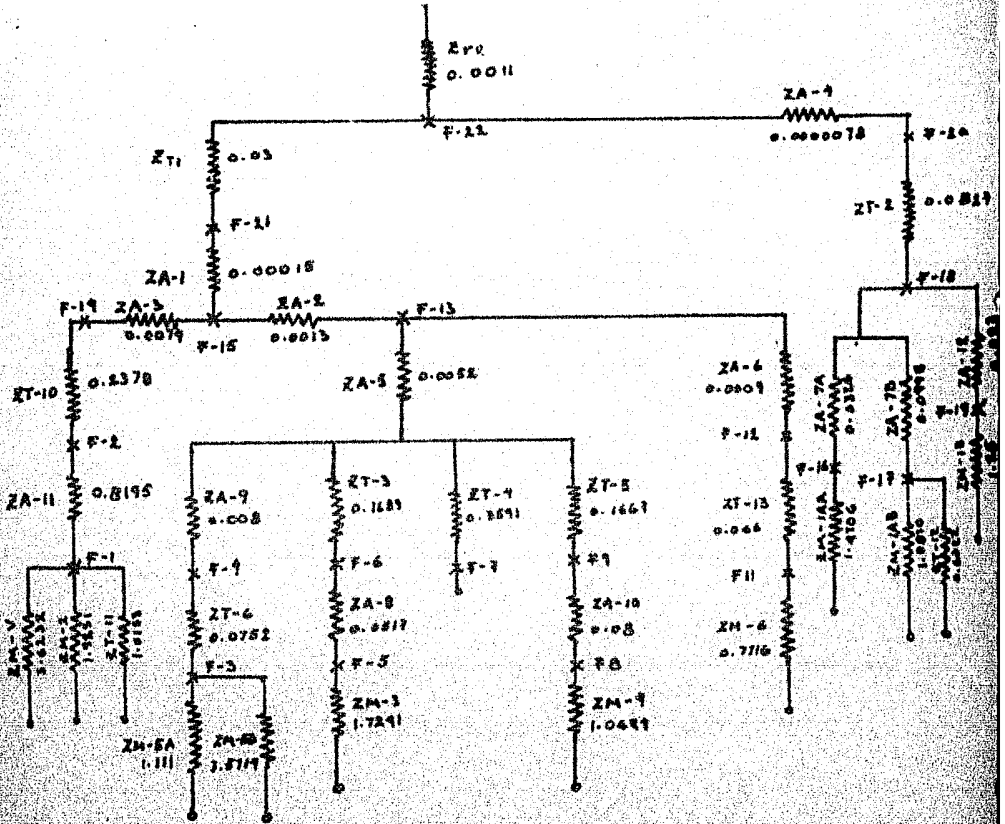


Diagrama de Resistencias

Nota: Valores en por unidad (%)

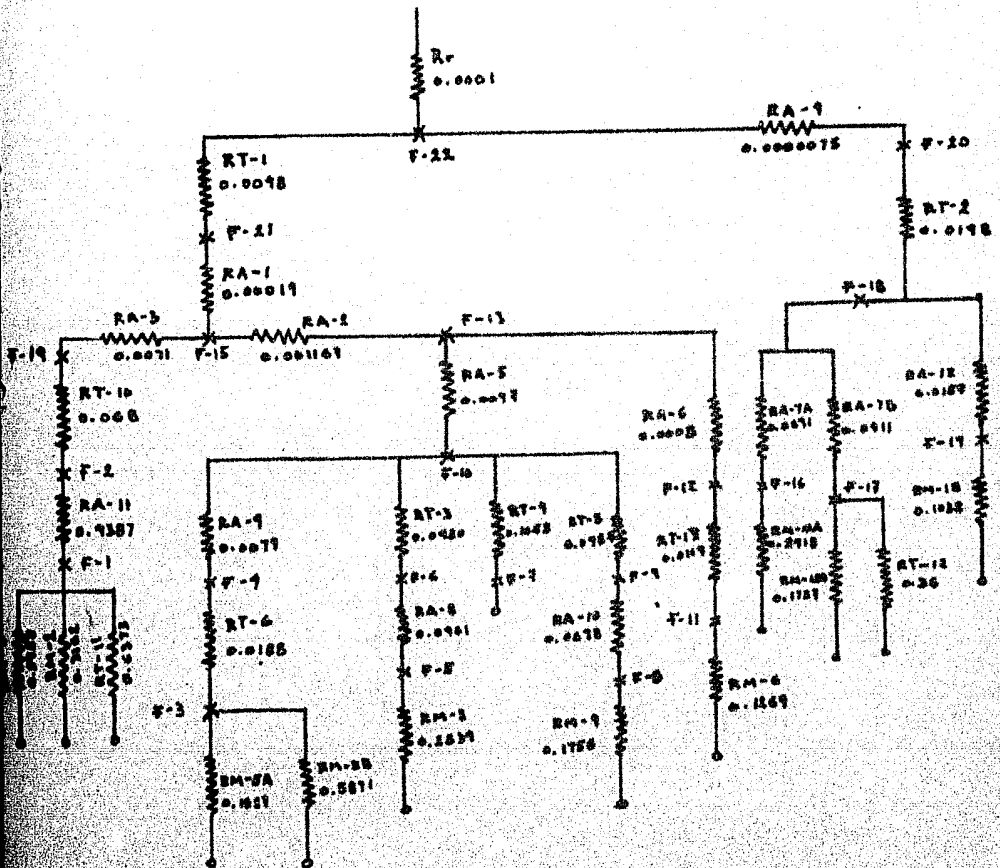
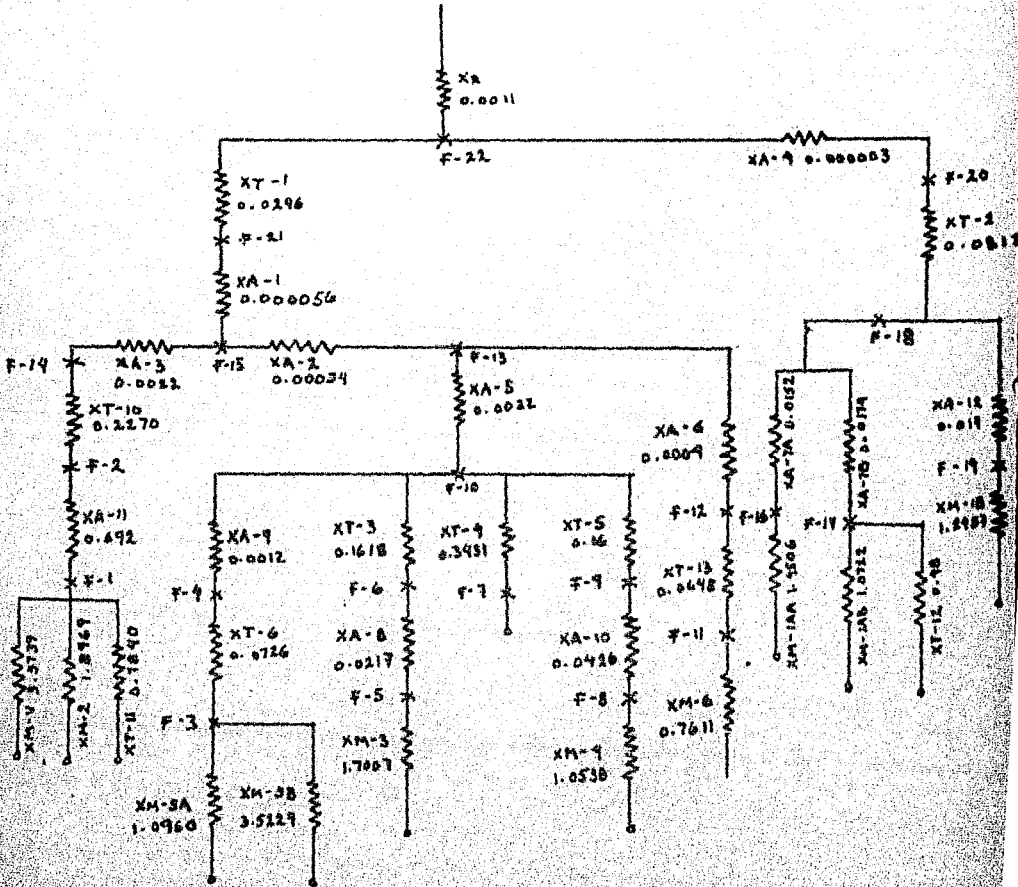


Diagrama de reactancias Inductivas

Nota: Valores en por unidad (%)



CALCULOS DE CORRIENTES DE FALLA

Corrientes de falla trifasica.

I.- Fallas trifasicas

Se analizaran todos los puntos indicados en los diagramas base

1a) Carga del primer ciclo para fusibles e interruptores de circuito de bajo voltaje

Falla F-1: Solución a la red, del diagrama de impedancias

$$ZT-1 + ZA-1 = 0.03 + 0.00015 = 0.0302$$

$$ZA-4 + ZT-1 = 0.0000078 + 0.0827 = 0.0827$$

$$ZA-12 + ZM-1B = 0.023 + 1.25 = 1.2730$$

$$ZA-7A + ZM-1AA = 0.0326 + 1.4706 = 1.5032$$

$$ZM-1AB + ZA-7B = 1.087 + 0.0448 = 1.1318$$

$$ZT-5 + ZA-10 + ZM-4 = 0.1467 + 0.08 + 1.0689 = 1.3151$$

$$ZA-6 + ZT-13 + ZM-6 = 0.0009 + 0.064 + 0.7716 = 0.8385$$

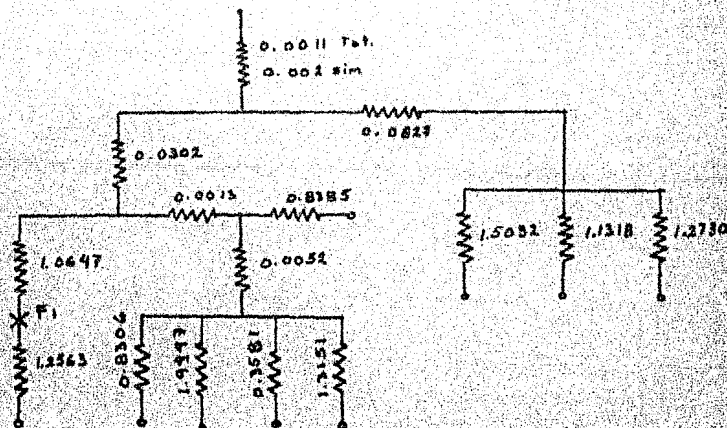
$$ZT-3 + ZA-8 + ZM-3 = 0.1689 + 0.0518 + 1.7241 = 1.9448$$

$$ZA-5 + ZT-10 + ZA-11 = 0.0074 + 0.2378 + 0.8175 = 1.0647$$

$$ZM-V + ZM-2 = \frac{3.6232 \times 1.9231}{3.6232 + 1.9231} = 1.2563$$

$$ZM-5A + ZM-5B = \frac{1.111 \times 3.5714}{1.111 + 3.5714} = 0.8974$$

$$0.8974 + ZT-6 + ZA-9 = 0.8974 + 0.0752 + 0.008 = 0.9306$$



$$\frac{1.5032 \times 1.1318}{1.5032 + 1.1318} = 0.6957$$

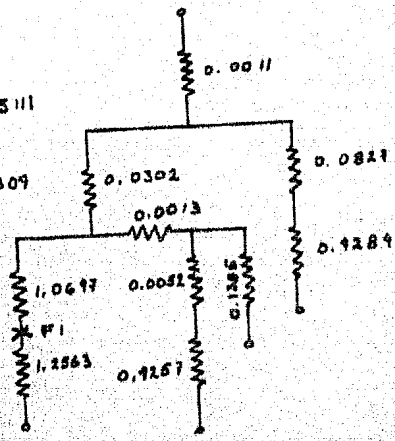
$$\frac{0.6457 \times 1.2730}{0.6457 + 1.2730} = 0.4284$$

$$\frac{0.9306 \times 1.9997}{0.9306 + 1.9997} = 0.6299$$

$$\frac{0.6299 \times 1.3151}{0.6299 + 1.3151} = 0.4257$$

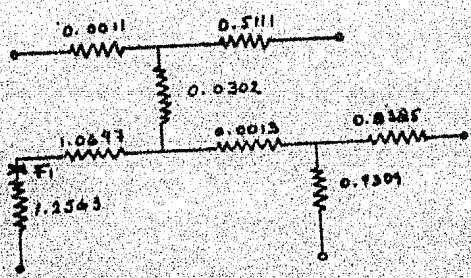
$$0.0817 + 0.4284 = 0.5101$$

$$0.0052 + 0.4257 = 0.4309$$

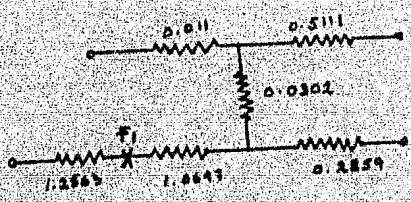


$$\frac{0.8385 \times 0.9309}{0.8385 + 0.9309} = 0.2896$$

$$0.2896 + 0.0013 = 0.2859$$

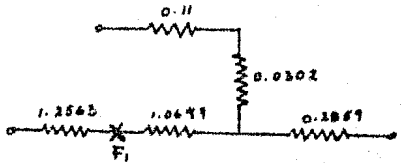


$$\frac{0.011 + 0.5111}{0.011 + 0.5111} = 0.0011$$

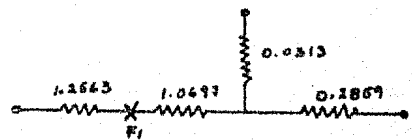


$$0.011 + 0.0302 = 0.0313$$

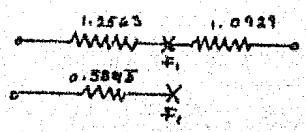
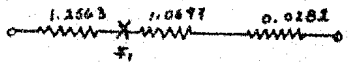
$$\frac{0.0313 \times 0.2859}{0.0313 + 0.2859} = 0.0282$$



$$0.0282 + 1.0697 = 1.0929$$



$$\frac{1.2563 \times 1.0929}{1.2563 + 1.0929} = 0.5895$$



$$\therefore \underline{\underline{Z_T = 0.5895 \%}}$$

CORRIENTES DE CORTO CIRCUITO EN F - 1

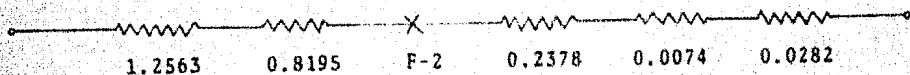
$$I.C.C \text{ SIM} = \frac{E_{P.U}}{Z_{P.U}} I \text{ BASE}$$

$$I \text{ BASE} = \frac{1000 \text{ KVA BASE}}{\sqrt{3} (0.48) \text{ KV BASE}} = 1202.81 \text{ AMP.}$$

$$I.C.C \text{ SIM} = \frac{1.0 \text{ P.U}}{0.5809 \text{ P.U}} \times (1202.81 \text{ AMP}) = \underline{\underline{2058 \text{ AMP}}}$$

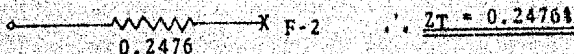
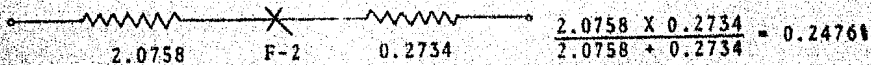
$$P.C.C \text{ SIM} = \sqrt{3}^1 (2.058 \text{ KA}) (0.48 \text{ KV}) = \underline{\underline{1.7110 \text{ MVA SIM}}}$$

FALLA F - 2 SIGUIENDO CON LA MISMA MECANICA DE CALCULO TENEMOS:



$$1.2563 + 0.8195 = 2.0758$$

$$0.2378 + 0.0074 + 0.0282 = 0.2734$$



CORRIENTES DE CORTO CIRCUITO EN F - 2

$$I.C.C \text{ SIM} = \frac{1.0}{0.2476} \sqrt{3}^1 \frac{1000 \text{ KVA BASE}}{(0.48 \text{ KV BASE})} = 4978.90 = \underline{\underline{4979 \text{ AMP}}}$$

$$P.C.C \text{ SIM} = \sqrt{3}^1 (4.979 \text{ KA}) (0.48 \text{ KV}) = \underline{\underline{4.1395 \text{ MVA SIM}}}$$

SIGUIENDO EL MISMO PROCEDIMIENTO DE ANALISIS TENEMOS:

- FALLA F3 = (ZT = 0.1034%, I.C.C. SIM = 11,633 AMP, P.C.C. SIM = 9.6715 MVA SIM)
- FALLA F5 = (ZT = 0.2218%, I.C.C. SIM = 5423 AMP, P.C.C. SIM = 4.5 MVA SIM)
- FALLA F6 = (ZT = 0.1820%, I.C.C. SIM = 6.609 KAMP, P.C.C. SIM = 5.4946 MVA SIM)
- FALLA F7 = (ZT = 0.3925%, I.C.C. SIM = 6.395 KAMP, P.C.C. SIM = 2.5478 MVA SIM)
- FALLA F8 = (ZT = 0.224%, I.C.C. SIM = 5.408 KAMP, P.C.C. = 4.496-MVA SIM)
- FALLA F9 = (ZT = 0.1710%, I.C.C. SIM = 7.034 KAMP, P.C.C. 5.8484-MVA SIM)
- FALLA F11 = (ZT = 0.0861%, I.C.C. SIM = 13.970 KAMP, P.C.C. = 11,614 MVA SIM)
- FALLA F16 = (ZT = 0.0989%, I.C.C. SIM = 12.162 KAMP, P.C.C. = 10.111 MVA SIM)
- FALLA F17 = (ZT = 0.1076%, I.C.C. SIM = 11.178 KAMP, P.C.C. = 9.2932 MVA SIM)
- FALLA F18 = (ZT = 0.070%, I.C.C. SIM = 17.178 KAMP, P.C.C. = 14.2817 MVA SIM)
- FALLA F19 = (ZT = 0.0901%, I.C.C. SIM = 13.350 KAMP, P.C.C. = 11.0988 MVA SIM)
- FALLA F4 = (ZT = 0.0407%, I.C.C. SIM = 3.783 KAMP. P.C.C. = 39.3141 MVA SIM)
- * FALLA F10 = (ZT = 0.0333%, I.C.C. NOM = 4.623 KAMP. NOM. P.C.C. = 48.0480 MVA NOM)
- * FALLA F12 = (ZT = 0.0298%, I.C.C. NOM = 5.166 KAMP. NOM. P.C.C. = 53.6912 MVA NOM)
- * FALLA F13 = (ZT = 0.0289%, I.C.C. NOM = 5.327 KAMP. NOM, P.C.C. = 55.363 MVA NOM)

- * FALLA F15 = (ZT = 0.0279%, I.C.C. NOM = 5.518 KAMP. NOM. P.C.C. = 57.3477 MVA NOM)
- * FALLA F20 = (ZT = 0.0011118%, I.C.C. NOM = 41.542 KAMP. NOM. P.C.C. = 1439.1076 MVA NOM)
- * FALLA F21 = (ZT = 0.0276%, I.C.C. NOM = 5.578 KAMP. NOM. P.C.C. = 57,9710 MVA NOM)
- * FALLA F22 = (ZT = 0.0010%, I.C.C. NOM = 42.257 KAMP. NOM, P.C.C. = 1463.86 MVA NOM)

*NOTA: TODOS LOS CALCULOS FUERON REALIZADOS CONSIDERANDO CORRIENTE Y POTENCIA DE CORTO CIRCUITO MOMENTANEO EN EL 1ER.-CICLO.

OBSERVACIONES:

- 1.- LOS VALORES DE CARGA INDICADA EN BAJA TENSION - (480 VOLTS) FALLAS: F-1, F-2, F-3, F-5, F-6, F-7, F-8, F-9, F-11, F-16, F-17, F-18 Y F-19.
SON PARA COMPARARSE CON DATOS DE INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS DE CAJA MOLDEADA. PARA EL EJEMPLO, AQUI PRESENTADO, SON MARCAS SQUAR-D Y FEDERAL PACIFIC.
- 2.- LOS VALORES DE CARGA INDICADA EN ALTA TENSION - (6 KV, 20 KV) FALLAS: F-4, F-10, F-12, F-13, F-14, F-15, F-20, F-21 Y F-22.
SON PARA COMPARARSE CON DATOS DE DESCONECTADORES ELECTRICOS EN AIRE DE OPERACION CON CARGA - DE SERVICIO INTERIOR. PARA EL EJEMPLO, AQUI PRESENTADO, SON MARCAS SIEMENS Y DRIESCHER Y NITT-JOHANN Y EN ACEITE, MARCA IEM-WESTINGHOUSE. TIPO 132. F-150.
- 3.- LOS VALORES DE CAPACIDAD INTERRUPTIVA PARA LAS - FALLAS. F-10, F-14, Y F-15 EN ALTA TENSION, SON PARA COMPARARSE CON LOS DATOS DE CORTO CIRCUITOS FUSIBLES, EN ESTE EJEMPLO, MARCA S&C SELMEC. S.A. Y EN PEQUEÑO VOLUMEN DE ACEITE, TIPO 132-F-180 DE IEM.

I.C.I. CALCULO DE LA CARGA DE APERTURA, DE CONTACTOS (CAPACIDAD INTERRUPTIVA) DE LOS INTERRUPTORES, EN PEQUEÑO VOLUMEN DE ACEITE, TIPO F-100, DE IEM.
VER REF #2, RED #3.

NOTA: SI EL INTERRUPTOR F-100 CUMPLE CON LOS VALORES OBTENIDOS MEDIANTE LA SOLUCION DE LAS REDES DE LA HOJA DEL DIAGRAMA DE IMPEDANCIAS Y EL DIAGRAMA DE RESISTENCIAS, CUMPLIRA MEJOR CON LOS PARAMETROS DE LOS MOTORES DE INDUCCION, MODIFICADAS SEGUN LA TABLA #25, REF #2.

I-1. REDUCCION DE LA RED DE IMPEDANCIAS, DE ACUERDO AL DESARROLLO DE LA FALLA F-15, LA CUAL.

$$Z_{EQ} = 0.02794$$

I-2. REDUCCION DE LA RED DE RESISTENCIAS (INT.F-100 IEM)

Falla: F-15

$$RT-1 + RA-1 = 0.0048 + 0.00014 = 0.00494 \%$$

$$RT-10 + RA-3 + RA-11 = 0.0071 + 0.068 + 0.4387 = 0.5138 \%$$

$$RA-4 + RT-2 = 0.000075 + 0.0148 = 0.014875 \%$$

$$RA-6 + RT-13 + RM-6 = 0.0008 + 0.0119 + 0.1269 = 0.1396 \%$$

$$RT-3 + RA-8 + RM-3 = 0.2839 + 0.0461 + 0.0980 = 0.3780 \%$$

$$RT-5 + RA-10 + RM-9 = 0.0457 + 0.0678 + 0.1756 = 0.2891 \%$$

$$RA-12 + RM-18 = 0.0157 + 0.1038 = 0.1195 \%$$

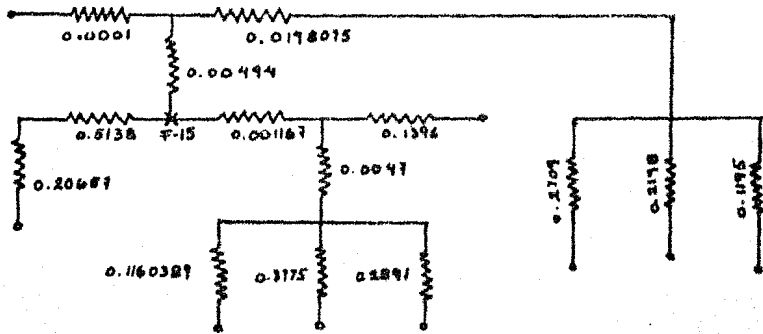
$$RA-7B + RM-1AB = 0.0411 + 0.1787 = 0.2198 \%$$

$$RA-7A + RM-1AA = 0.0291 + 0.2418 = 0.2709 \%$$

$$RM-V + RM-2 = \frac{0.5958 \times 0.3162}{0.5958 + 0.3162} = 0.20657 \%$$

$$RM-5A + RM-5B = \frac{0.1827 \times 0.5871}{0.1827 + 0.5871} = 0.1393389 \%$$

$$0.1393389 + RT-2 + RA-9 = 0.1393389 + 0.0188 + 0.0079 = 0.1661468 \%$$

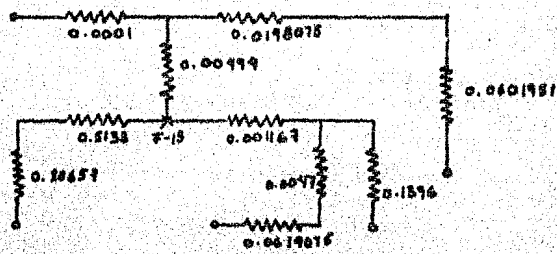


$$\frac{0.1160387 \times 0.3775}{0.1160387 + 0.3775} = 0.0887561 \%$$

$$\frac{0.0887561 \times 0.2891}{0.0887561 + 0.2891} = 0.0679075 \%$$

$$\frac{0.2709 \times 0.2198}{0.2709 + 0.2198} = 0.1212951 \%$$

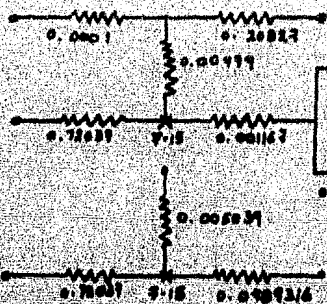
$$\frac{0.1212951 \times 0.1195}{0.1212951 + 0.1195} = 0.0601951 \%$$



$$0.20687 + 0.5138 = 0.72074$$

$$0.0679075 + 0.0047 = 0.0726075$$

$$0.198075 + 0.0601951 = 0.2582701$$



$$\frac{0.1396 \times 0.0726075}{0.1396 + 0.0726075} = 0.097769$$

$$0.097769 + 0.001167 = 0.098936$$

$$\frac{0.0001 \times 0.198075}{0.0001 + 0.198075} = 0.0000999$$

$$0.0000999 + 0.00494 = 0.0050399$$

$$\frac{0.0050399 \times 0.72074}{0.0050399 + 0.72074} = 0.005003$$



$$\frac{0.00484 \times 0.005003}{0.00484 + 0.005003} = 0.004837$$

$$R_T = 0.004837 \%$$

DEL DESARROLLO DE ECUACIONES, ANTERIORMENTE VISTO Y LA ZE_Q, EN LA FALLA F-15 DEL DIAGRAMA DE IMPEDANCIAS.

$$ZEQ. = 0.0279\% \quad REQ. = 0.00454\%$$

$$Z\% = \sqrt{R^2_{p.u} + X^2_{p.u}}$$

$$Z^2_{p.u} = R^2_{p.u} + X^2_{p.u} \Rightarrow X_{p.u} = \sqrt{R^2_{p.u} + Z^2_{p.u}}$$

PARA LA FALLA EN F-15

$$X_{p.u} \text{ F-15} = \sqrt{(0.0279)^2 - (0.00454)^2} = 0.027528\%$$

$$1-3.- X(\%) = 0.0275$$

$$1-3.- \frac{X}{R} = \frac{0.0275}{0.00454} = 6.0572687$$

1-5.- SELECCION DE FACTOR DE CORRECCION.

DATOS: INTERRUPTOR F-100 DE 8 CICLOS CAPERTURA DE CONTACTOS A CUATRO CICLOS.

COMO SE OBSERVARA ESTE SISTEMA ELECTRICO, TIENE COMPATIVAMENTE ALTA RESISTENCIA, POR LO QUE LA CURVA DE LA GRAFICA, NOS DA UN FACTOR DE CORRECCION, DE APROXIMADAMENTE 1.0

$$I.C.C \text{ INTERRUPTIVA TOTAL} = \left(\frac{1.0}{0.0275} \right) (1.0) \left(\frac{1000 \text{ KVA BASE}}{\sqrt{3} \cdot 6 \text{ KV BASE}} \right)$$

$$I.C.C. \text{ INT. TOTAL} = 3498.9931 \approx \underline{3499 \text{ AMP. TOT.}}$$

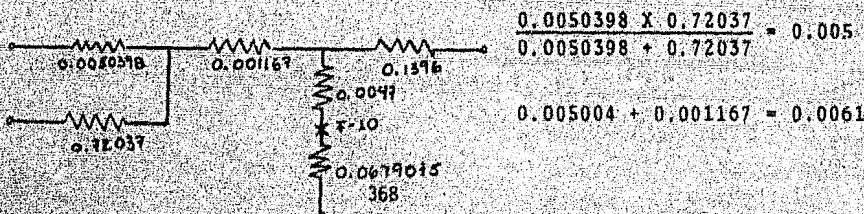
$$P.C.C \text{ INT. TOT.} = \sqrt{3} (6 \text{ KV}) (3.499 \text{ KA}) = \underline{36.3636 \text{ MVA INT. TOT.}}$$

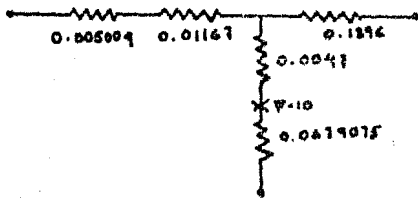
REALIZANDO EL MISMO PROCEDIMIENTO PARA LA FALLA F-10.

2-1 REDUCCION DE LA RED DE IMPEDANCIAS, DE ACUERDO AL DESARROLLO DE LA FALLA F-10, LA CUAL.

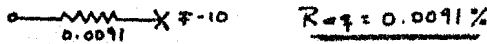
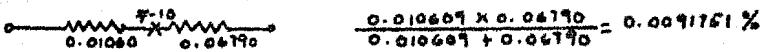
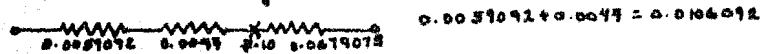
$$ZEQ. = 0.0333\%$$

2-2 REDUCCION DE LA RED DE RESISTENCIAS





$$\frac{0.0061717 \times 0.1396}{0.0061717 + 0.1396} = 0.006692$$



$$2-3-- X_{F,U} = \sqrt{(0.0233)^2 - (0.0091751)^2} = 0.022011 \%$$

$$2-4-- \frac{X}{R} = \frac{0.022011}{0.0091751} = 3.48887$$

2-5--

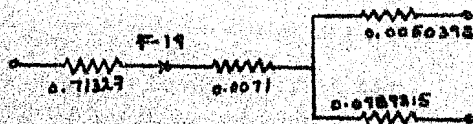
$$I_{ex \text{ int tot.}} = \left(\frac{1.0}{0.0220} \right) (1.0) \left(\frac{1000 \text{ KVA}_{base}}{\sqrt{3} \text{ 6KV}_{base}} \right) = 3,004.99 \approx \underline{3.007 \text{ Kamp.}}$$

$$P_{e.c \text{ int tot.}} = \sqrt{3} (6 \text{ KV}) (3.007 \text{ Kamp}) = \underline{31.250 \text{ MVA int tot.}}$$

Ahora, realizando el mismo procedimiento para la falla F-14

3-1-- Reducción de la red de impedancias, de acuerdo al desarrollo de la falla F-14, La cual.
 $Z_{eq.} = 0.0251 \%$

3-2-- Reducción de la red de resistencias



$$\frac{0.0050392 \times 0.0787315}{0.0050392 + 0.0787315} = 0.004569$$



$$\frac{0.71327 \times 0.0117}{0.71327 + 0.0117} = 0.0115$$



$$R_{eq} = 0.0115 \%$$

$$3-3-- X_{F,U} = \sqrt{(0.0251)^2 - (0.0115)^2} = 0.023626 \%$$

$$3.4 - \frac{X}{R} = \frac{0.0331626}{0.0113} = 2.8837$$

3.5 -

$$I_{c.c. \text{ INT. TOT.}} = \left(\frac{1.0}{0.0332} \right) (1.0) \left(\frac{1000 \text{ KVA}_{\text{base}}}{\sqrt{3} \cdot 6 \text{ KV}_{\text{base}}} \right) = 2898.26 \approx \underline{\underline{2.898 \text{ KA}}}$$

$$P_{c.c. \text{ INT. TOT.}} = \sqrt{3} (6 \text{ KV}) (2.898 \text{ KA}) = \underline{\underline{30.1168 \text{ MVA TOT. INT.}}}$$

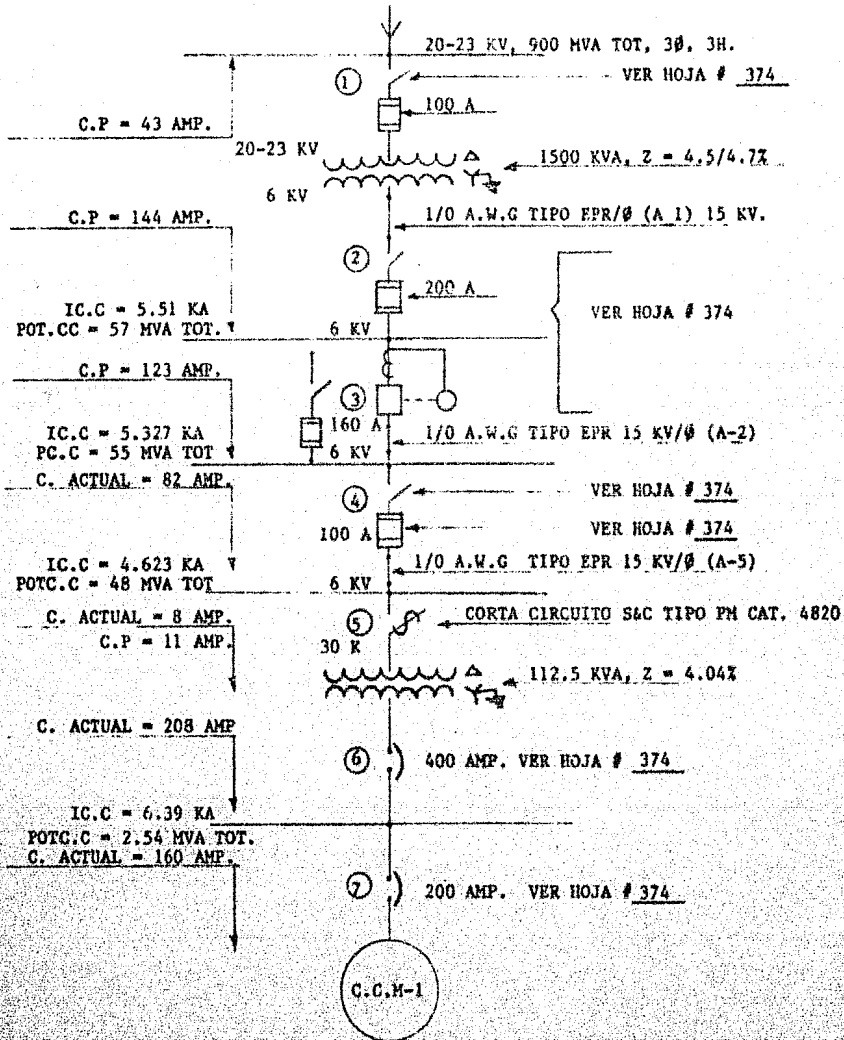
CARGA MAXIMA

Falla No	I _{sim} RMS K.Amp.	I _{Asim} RMS K.Amp.	I _{VA} sim	MVA sim	Tensión operación	Capacidad Interruptivos
F ₁	2.058		1.7110		480	Para corta circuitos posibles de Alta tensión 7.2 KV
F ₂	4.979		4.1395		"	
F ₃	11.633		9.6715		"	
F ₅	5.423		4.500		"	
F ₆	6.609		5.4996		"	
F ₇	6.395		2.5978		"	
F ₈	5.408		4.4960		"	
F ₉	7.024		5.8989		"	
F ₁₁	13.970		11.614		"	
F ₁₆	12.162		10.111		"	
F ₁₇	11.178		9.2937		"	
F ₁₈	17.178		14.2817		"	
F ₁₉	13.350		11.0988		"	
	Interruptivos [#]	Momentáneo	Interruptivos [#]	Misceláneo		KAMP/MVA TOT
F ₉	2.3664	3.788	24.6516	34.3191	6000	3.807/31.250
F ₁₀	2.8899	4.625	30.830	48.0480	6000	
F ₁₂	3.2288	5.166	33.5569	53.691	6000	
F ₁₃	3.3294	5.327	37.6019	55.343	6000	
F ₁₄	2.7413	4.386	28.3036	45.5890	6000	
F ₁₅	3.4498	5.518	33.8923	57.3477	6000	2.878/30.120 3.499/26.358
F ₂₀	25.9638	41.542	899.57	1439.1076	20000	
	14.99AMS sim	23.114AMS sim	500AMS sim	800		
F ₂₁	3.4863	5.578	36.2317	57.9710	6000	
F ₂₂	26.7106	42.257	419.7125	1463.86	20,000	
	14.49	23.184	500	800		

Fallas trifasicas
cargas del primer ciclo para interruptores de circuito

TABLA # 6.

C.C.M - 1



1.- ALIMENTADORES # (A-1), (A-2), (A-5)

VER HOJA # 354 TABLA # 5

2.- ALIMENTADOR (A-10) DE PUBLICACION CONDUMEX C-165 (1965)

CALIBRE 2-4/0 A.W.G. THW 75°C 600V/Ø CABLE COBRE
EN 1 TUBO CONDUIT ASBESTOS CEMENTO SUBTERRANEO.

TEMP. AMBT. = 30°C

FACTOR DE CORRECCION T = 0.95

FACTOR DE CORRECCION T = 1.0 100% P.C.

INOM. CONT. = 2 X 280 X 0.95 = 532 AMP.

IC.C = 7KA/Ø

IC.C. CORR. = 7KA X 1.05 = 7.35 KA

T MAX C.C = 150°C

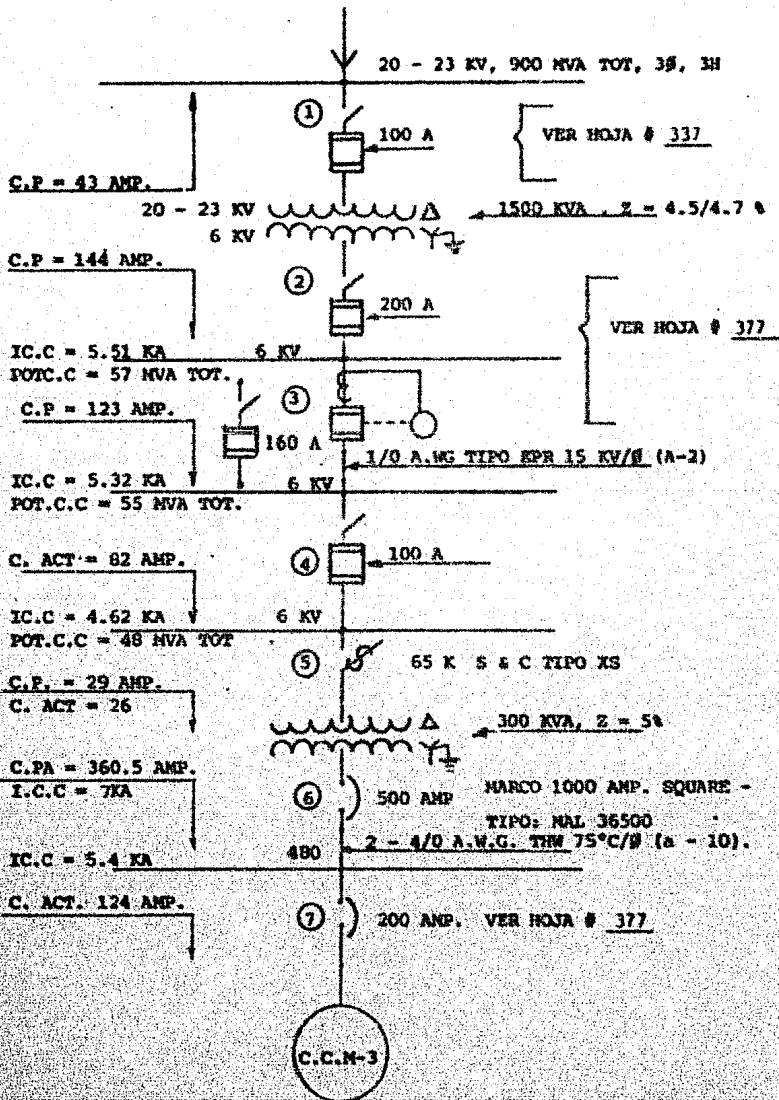
IC.C COND. = 3.6750 KA

T.C.C. MAX = 5 SEG. = 300 SEG.

VALORES DE LOS ALIMENTADORES A-1, A-2 Y A-5 CORRESPONDIENTES
AL C.C.M. # 1.

ORDEN	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL	CANTIDAD	UNIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL	CANTIDAD DE BARRAS			VALOR TOTAL
										REF. 1	REF. 2	REF. 3	
1	ALAMBRE DE CABLE	1000	M	21.40	21.40	20	EA	10.60	210.00	10.00	100.00	21.00	
	PRIMER META CAP. 200000000	100	M	22.00	2200.00				1000	1000	1000	2200	22.00
2	ALAMBRE DE CABLE	1000	M	7.30	7300.00	10	EA	100.00	1000.00	10.00	100.00	1110.00	7.30
	PRIMER META CAP. 200000000	100	M	7.30	730.00				1000	1000	1000	730.00	7.30
3	ALAMBRE DE CABLE	1000	M	7.30	7300.00	10	EA	100.00	1000.00	10.00	100.00	1110.00	7.30
	PRIMER META CAP. 200000000	100	M	7.30	730.00				1000	1000	1000	730.00	7.30
4	ALAMBRE DE CABLE	1000	M	7.30	7300.00	10	EA	100.00	1000.00	10.00	100.00	1110.00	7.30
	PRIMER META CAP. 200000000	100	M	7.30	730.00				1000	1000	1000	730.00	7.30
5	ALAMBRE DE CABLE	1000	M	7.30	7300.00	10	EA	100.00	1000.00	10.00	100.00	1110.00	7.30
	PRIMER META CAP. 200000000	100	M	7.30	730.00				1000	1000	1000	730.00	7.30
6	ALAMBRE DE CABLE	1000	M	7.30	7300.00	10	EA	100.00	1000.00	10.00	100.00	1110.00	7.30
	PRIMER META CAP. 200000000	100	M	7.30	730.00				1000	1000	1000	730.00	7.30
7	ALAMBRE DE CABLE	1000	M	7.30	7300.00	10	EA	100.00	1000.00	10.00	100.00	1110.00	7.30
	PRIMER META CAP. 200000000	100	M	7.30	730.00				1000	1000	1000	730.00	7.30
8	ALAMBRE DE CABLE	1000	M	7.30	7300.00	10	EA	100.00	1000.00	10.00	100.00	1110.00	7.30
	PRIMER META CAP. 200000000	100	M	7.30	730.00				1000	1000	1000	730.00	7.30
9	ALAMBRE DE CABLE	1000	M	7.30	7300.00	10	EA	100.00	1000.00	10.00	100.00	1110.00	7.30
	PRIMER META CAP. 200000000	100	M	7.30	730.00				1000	1000	1000	730.00	7.30
10	ALAMBRE DE CABLE	1000	M	7.30	7300.00	10	EA	100.00	1000.00	10.00	100.00	1110.00	7.30
	PRIMER META CAP. 200000000	100	M	7.30	730.00				1000	1000	1000	730.00	7.30
11	ALAMBRE DE CABLE	1000	M	7.30	7300.00	10	EA	100.00	1000.00	10.00	100.00	1110.00	7.30
	PRIMER META CAP. 200000000	100	M	7.30	730.00				1000	1000	1000	730.00	7.30
12	ALAMBRE DE CABLE	1000	M	7.30	7300.00	10	EA	100.00	1000.00	10.00	100.00	1110.00	7.30
	PRIMER META CAP. 200000000	100	M	7.30	730.00				1000	1000	1000	730.00	7.30

TABLA CORRESPONDIENTE AL DIAGRAMA UNIFILAR DEL C.C.M. # 1.



1.- ALIMENTADOR (A-4) VER HOJA # 354, TABLA # 5

2.- ALIMENTADOR (A-12)

CALIBRE 350 MCM, THW $90^{\circ}\text{C}/\beta$

TEMP. NOM = 90°C

TEMP. SOBRECARGA = 110°C

TEMP. MAX. = 150°C

INOM = 300 AMP.

(CAT. 165 COND. MONTERREY 1965)

IP.C ACTUAL = 240 AMP.

TEMP. INICIAL = 70°C .

IC.C = 13.35 KAMP. SIM RMS.

IC.C MOD. = $13.35 \times 1.2 = 16.02 \text{ KA}$

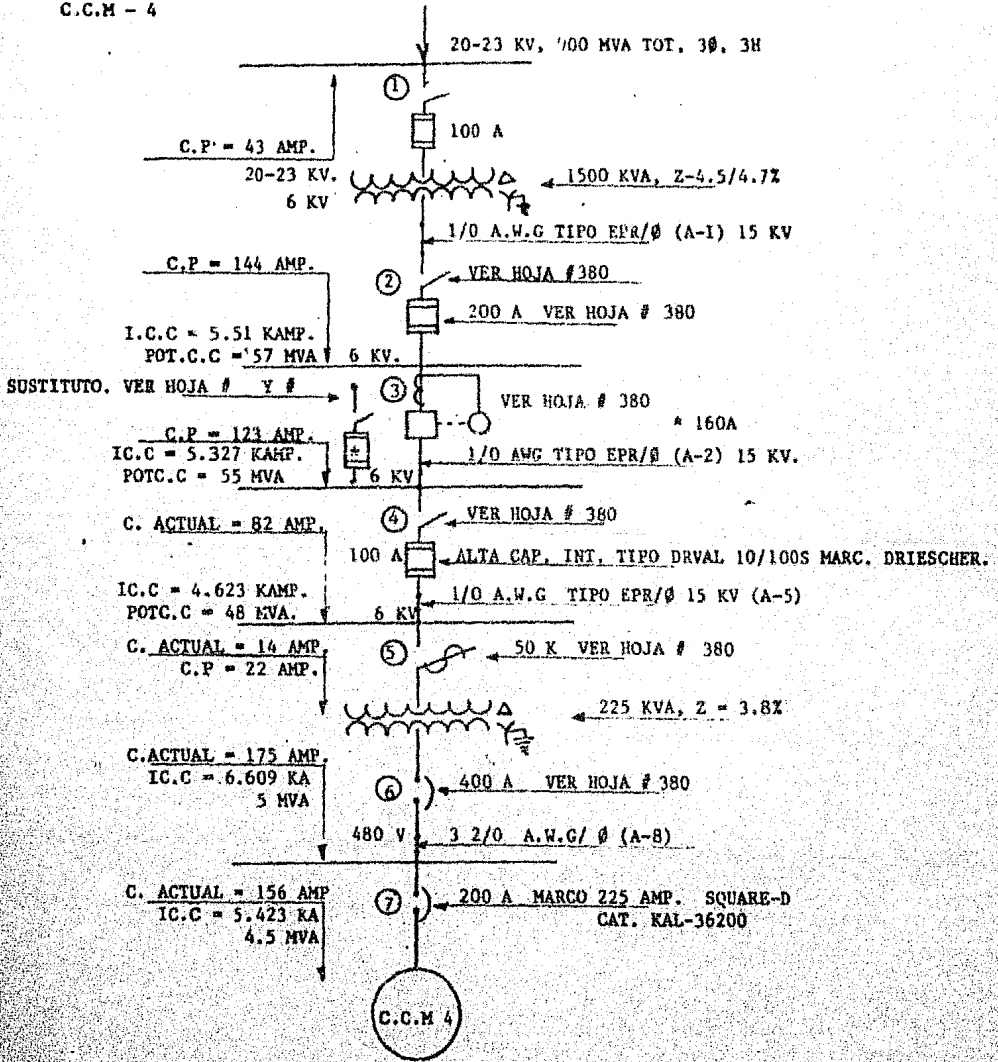
E. UTIL = $240/300 = 0.80$

TIEMPO CC = 2 SEG. = 120 CICLOS.

VALORES DE LOS ALIMENTADORES CORRESPONDIENTES AL C.C.M. #3.

CANTON	DESCRIPCION	TIPO DE FABRICACION	MATERIA PRIMAS (kg)	MATERIA COMPLEMENTARIA	LARGUEZ (m)	CAPACIDAD (unidades)	MATERIA PRIMA (kg)	MATERIA DE RESERVA			MATERIA PRIMA (kg)
								RESERVA DE MATERIA PRIMA	RESERVA DE MATERIA COMPLEMENTARIA	RESERVA DE MATERIA PRIMA	
1	RECONSTRUCCION DE CUBIERTA	RECONSTRUCCION DE CUBIERTA	430 g	11 kg	21 kg	80 kg	10 g	100 kg	10 kg	10 kg	10 kg
	PLATEADO DE CUBIERTA	PLATEADO DE CUBIERTA	100 g	11 kg	21 kg	80 kg	10 g	100 kg	10 kg	10 kg	10 kg
2	RECONSTRUCCION DE CUBIERTA	RECONSTRUCCION DE CUBIERTA	430 g	11 kg	21 kg	80 kg	10 g	100 kg	10 kg	10 kg	10 kg
	PLATEADO DE CUBIERTA	PLATEADO DE CUBIERTA	100 g	11 kg	21 kg	80 kg	10 g	100 kg	10 kg	10 kg	10 kg
3	RECONSTRUCCION DE CUBIERTA	RECONSTRUCCION DE CUBIERTA	430 g	11 kg	21 kg	80 kg	10 g	100 kg	10 kg	10 kg	10 kg
	PLATEADO DE CUBIERTA	PLATEADO DE CUBIERTA	100 g	11 kg	21 kg	80 kg	10 g	100 kg	10 kg	10 kg	10 kg
4	RECONSTRUCCION DE CUBIERTA	RECONSTRUCCION DE CUBIERTA	430 g	11 kg	21 kg	80 kg	10 g	100 kg	10 kg	10 kg	10 kg
	PLATEADO DE CUBIERTA	PLATEADO DE CUBIERTA	100 g	11 kg	21 kg	80 kg	10 g	100 kg	10 kg	10 kg	10 kg
5	RECONSTRUCCION DE CUBIERTA	RECONSTRUCCION DE CUBIERTA	430 g	11 kg	21 kg	80 kg	10 g	100 kg	10 kg	10 kg	10 kg
	PLATEADO DE CUBIERTA	PLATEADO DE CUBIERTA	100 g	11 kg	21 kg	80 kg	10 g	100 kg	10 kg	10 kg	10 kg
6	RECONSTRUCCION DE CUBIERTA	RECONSTRUCCION DE CUBIERTA	430 g	11 kg	21 kg	80 kg	10 g	100 kg	10 kg	10 kg	10 kg
	PLATEADO DE CUBIERTA	PLATEADO DE CUBIERTA	100 g	11 kg	21 kg	80 kg	10 g	100 kg	10 kg	10 kg	10 kg
7	RECONSTRUCCION DE CUBIERTA	RECONSTRUCCION DE CUBIERTA	430 g	11 kg	21 kg	80 kg	10 g	100 kg	10 kg	10 kg	10 kg
	PLATEADO DE CUBIERTA	PLATEADO DE CUBIERTA	100 g	11 kg	21 kg	80 kg	10 g	100 kg	10 kg	10 kg	10 kg

TABLA CORRESPONDIENTE AL DIAGRAMA UNIFILAR DEL C.C.M. # 3.



1.- ALIMENTADORES (A-1), (A-2), (A-5) VER HOJA # 354 Y TABLA #5.

2.- ALIMENTADOR (A-8) DE PUBLICACION CONDUMEX C-165 (1965)

CALIBRE 2-2/0 A.W.G/Ø TIPO THW 75°C 600 VOLTS
EN 3 TUBOS DE 3" Ø COBRE (AEREO)

FACTOR CORREC. TEMP. = 0.87 45°V TEMP. AMB.
FACTOR CORREC. = 0.91

IC = 190 AMP./CABLE/Ø

IT / Ø = 190 X 3 X 0.91 X 0.87 = 451.26 AMP. / Ø

IC.C = 5.423 KA/3 = 1.8077 KAMP.

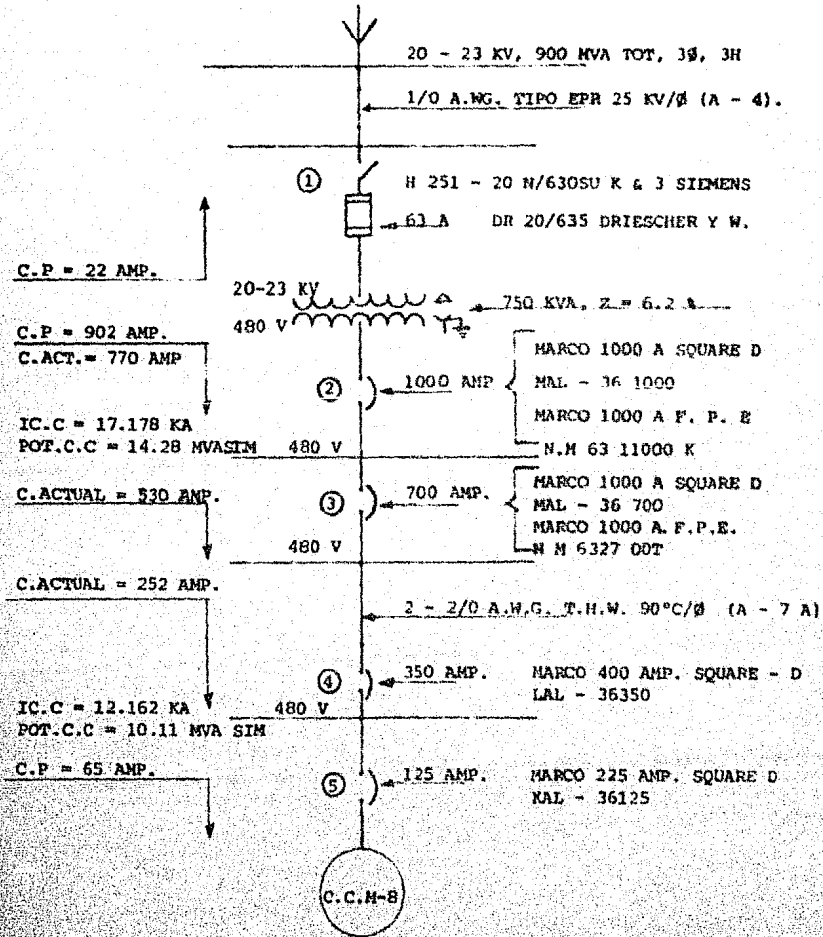
T.C.C. = APROXIMADO

T.C.C. = 20 SEG. = 1200 CICLOS A 2000 AMPERES.

VALORES DE LOS ALIMENTADORES A-1, A-2 Y A-5 CORRESPONDIENTES
AL C.C.M. #4.

NÚMERO	DESCRIPCIÓN	TIPO DE PLANTIVO	SUPERFICIE (HECTÁREAS)	TIPO DE SUELO	CAPACIDAD DE FERTILIZACIÓN	CAPACIDAD DE RIEGO	CANTIDAD DE SEMILLA (kg/ha)	CANTIDAD DE PRODUCTO			OBSERVACIONES
								INICIO DE FERTILIZACIÓN	TIPO DE PRODUCTO	TIPO DE PRODUCTO	
1	DESCRIPCIÓN DE SUELO	SEMILLA 1000 - 2000 kg/ha	100 a	10 a 20	10 kg	10 kg	10 a	100 kg/ha	10 kg/ha	10 kg/ha	10 kg/ha
	DESCRIPCIÓN DE SUELO	SEMILLA 1000 - 2000 kg/ha	100 a	10 a 20	10 kg	10 kg	10 a	100 kg/ha	10 kg/ha	10 kg/ha	10 kg/ha
2	DESCRIPCIÓN DE SUELO	SEMILLA 1000 - 2000 kg/ha	100 a	10 a 20	10 kg	10 kg	10 a	100 kg/ha	10 kg/ha	10 kg/ha	10 kg/ha
	DESCRIPCIÓN DE SUELO	SEMILLA 1000 - 2000 kg/ha	100 a	10 a 20	10 kg	10 kg	10 a	100 kg/ha	10 kg/ha	10 kg/ha	10 kg/ha
3	DESCRIPCIÓN DE SUELO	SEMILLA 1000 - 2000 kg/ha	100 a	10 a 20	10 kg	10 kg	10 a	100 kg/ha	10 kg/ha	10 kg/ha	10 kg/ha
	DESCRIPCIÓN DE SUELO	SEMILLA 1000 - 2000 kg/ha	100 a	10 a 20	10 kg	10 kg	10 a	100 kg/ha	10 kg/ha	10 kg/ha	10 kg/ha
4	DESCRIPCIÓN DE SUELO	SEMILLA 1000 - 2000 kg/ha	100 a	10 a 20	10 kg	10 kg	10 a	100 kg/ha	10 kg/ha	10 kg/ha	10 kg/ha
	DESCRIPCIÓN DE SUELO	SEMILLA 1000 - 2000 kg/ha	100 a	10 a 20	10 kg	10 kg	10 a	100 kg/ha	10 kg/ha	10 kg/ha	10 kg/ha
5	DESCRIPCIÓN DE SUELO	SEMILLA 1000 - 2000 kg/ha	100 a	10 a 20	10 kg	10 kg	10 a	100 kg/ha	10 kg/ha	10 kg/ha	10 kg/ha
	DESCRIPCIÓN DE SUELO	SEMILLA 1000 - 2000 kg/ha	100 a	10 a 20	10 kg	10 kg	10 a	100 kg/ha	10 kg/ha	10 kg/ha	10 kg/ha
6	DESCRIPCIÓN DE SUELO	SEMILLA 1000 - 2000 kg/ha	100 a	10 a 20	10 kg	10 kg	10 a	100 kg/ha	10 kg/ha	10 kg/ha	10 kg/ha
	DESCRIPCIÓN DE SUELO	SEMILLA 1000 - 2000 kg/ha	100 a	10 a 20	10 kg	10 kg	10 a	100 kg/ha	10 kg/ha	10 kg/ha	10 kg/ha
7	DESCRIPCIÓN DE SUELO	SEMILLA 1000 - 2000 kg/ha	100 a	10 a 20	10 kg	10 kg	10 a	100 kg/ha	10 kg/ha	10 kg/ha	10 kg/ha
	DESCRIPCIÓN DE SUELO	SEMILLA 1000 - 2000 kg/ha	100 a	10 a 20	10 kg	10 kg	10 a	100 kg/ha	10 kg/ha	10 kg/ha	10 kg/ha
8	DESCRIPCIÓN DE SUELO	SEMILLA 1000 - 2000 kg/ha	100 a	10 a 20	10 kg	10 kg	10 a	100 kg/ha	10 kg/ha	10 kg/ha	10 kg/ha
	DESCRIPCIÓN DE SUELO	SEMILLA 1000 - 2000 kg/ha	100 a	10 a 20	10 kg	10 kg	10 a	100 kg/ha	10 kg/ha	10 kg/ha	10 kg/ha
9	DESCRIPCIÓN DE SUELO	SEMILLA 1000 - 2000 kg/ha	100 a	10 a 20	10 kg	10 kg	10 a	100 kg/ha	10 kg/ha	10 kg/ha	10 kg/ha
	DESCRIPCIÓN DE SUELO	SEMILLA 1000 - 2000 kg/ha	100 a	10 a 20	10 kg	10 kg	10 a	100 kg/ha	10 kg/ha	10 kg/ha	10 kg/ha
10	DESCRIPCIÓN DE SUELO	SEMILLA 1000 - 2000 kg/ha	100 a	10 a 20	10 kg	10 kg	10 a	100 kg/ha	10 kg/ha	10 kg/ha	10 kg/ha
	DESCRIPCIÓN DE SUELO	SEMILLA 1000 - 2000 kg/ha	100 a	10 a 20	10 kg	10 kg	10 a	100 kg/ha	10 kg/ha	10 kg/ha	10 kg/ha

TABLA CORRESPONDIENTE AL DIAGRAMA UNIFILAR DEL C.C.M. # 4



1.- ALIMENTADOR (A-4)

CALIBRE 1/0 AWG, TIPO EPR 25 KV, CONDUCTOR COBRE / Ø

TEMP. NOM. = 90°C
TEMP. SOBRE = 130°C
TEMP. MAX. CC = 250°C

ICC SIM RMS = 14.43 KAMP.

I NOMINAL = 209 AMP. CAT. 165 COND. CONDUMEX (1965)

IF.C = 22 AMP.

FACTOR DE UTILIZACION = 22 AMP/209 AMP. = 0.1053

TEMP. INICIAL = TEMP. AMBIENTE = 20°C

TC.C = 12 CICLOS = 0.20 SEG.

2.- ALIMENTADOR (A-7A)

CALIBRE 2 - 2/0 A.W.G. THW 90°C/Ø.

TEMP. NOM. = 90°C

TEMP. SOBRECARGA = 110°C
TEMP. MAX. C.C = 150°C

INOM = 2 X 190 AMP = 380 AMP.

FACTOR DE UTILIZACION = $\frac{252}{380} = 0.66$

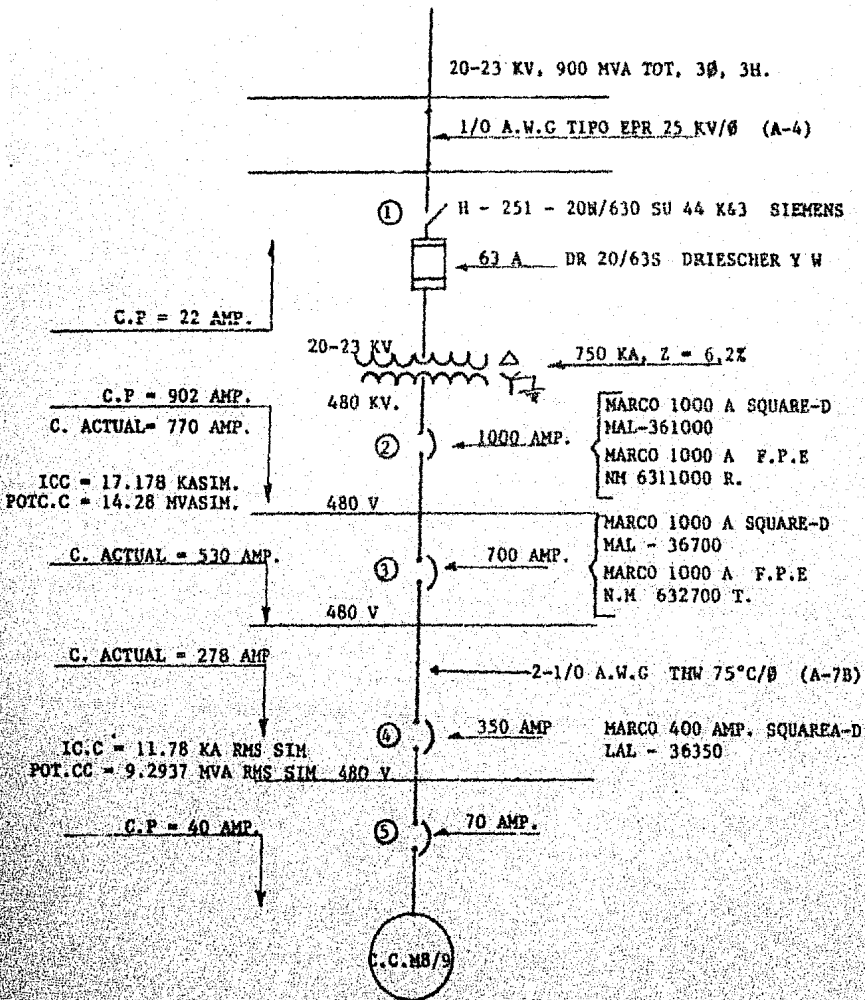
TEMP. INICIAL = 60°C. IC.C = 12.16 KA/Ø. = 6.8 KA/CONDUCTOR

T.CC = 1.75 SEG. = 105 CICLOS

VALORES DE LOS ALIMENTADORES A-4 Y A-7A, CORRESPONDIENTES AL-
C.C.M. # 8.

ORDEN	DESCRIPCION	TIPO DE EQUIPAMIENTO	CAPACIDAD EQUIPO DEL	TIPO DEL EQUIPO	INDICADOR DE EFICIENCIA	COSTO UNITARIO EQUIPAMIENTO	CANTIDAD EQUIP. EN SERVIDOR	VALORES EN MONEDAS			VALOR TOTAL EQUIP.
								UNITARIO	TOTAL	DE SERVIDOR	
1	RECURSOS DE SERVIDOR	STANDARD 386 + 800 130 DE M. S.A.	320 M	34 CT	23 M	98 M	10 M 8	300 M	25 M 200	25 000 M	
	RECURSOS DE CAP. SERVIDOR	STANDARD 386 + 800 130 DE M. S.A.	320 M	11 PV	21 M		1 M	200	200	200	20 M
2	RECURSOS DE SERVIDOR	P.C. 386 + 800 130 DE M. S.A.	320 M	300 F	30 M	20 M	200 M	200 M	20 000 M	20 000 M	20 M
3	RECURSOS DE SERVIDOR	P.C. 386 + 800 130 DE M. S.A.	320 M	300 F	30 M	20 M	200 M	200 M	20 000 M	20 000 M	20 M
4	RECURSOS DE SERVIDOR	P.C. 386 + 800 130 DE M. S.A.	320 M	300 F	30 M	20 M	200 M	200 M	20 000 M	20 000 M	20 M
5	RECURSOS DE SERVIDOR	P.C. 386 + 800 130 DE M. S.A.	320 M	300 F	30 M	20 M	200 M	200 M	20 000 M	20 000 M	20 M
6	RECURSOS DE SERVIDOR	P.C. 386 + 800 130 DE M. S.A.	320 M	300 F	30 M	20 M	200 M	200 M	20 000 M	20 000 M	20 M

TABLA CORRESPONDIENTE AL DIAGRAMA UNIFILAR DEL C.C.M. # 8.



1.- ALIMENTADOR (A-4) VER HOJA # 354. TABLA #5.

2.- ALIMENTADOR (A-7B)

CALIBRE 2 - 1/0 A.W.G. THW 75°C/Ø

TEMP. NOM = 75°C FACTOR DE UTILIZACION = $\frac{278}{304} = 0.9145$
TEMP. SOBREC. = 100°C
TEMP. MAX C.C = 150°C F.C.T = 0.95 CAT. 16S COND. MONTERREY.
INOM = 160 X 0.95 = 152 AMP. X 2 = 304 AMP.

I.P.C ACT = 278 AMP.

T INICIAL = 70°C

ICC. = 11.78 KA/Ø = 5.89 KAMP/CONO

C. = 1.2 IC.C MODIFICADA = 5.89 X 1.2 = 7.06 KA.

TIEMPO C.C = 20 CICLOS = 0.333 SEG.

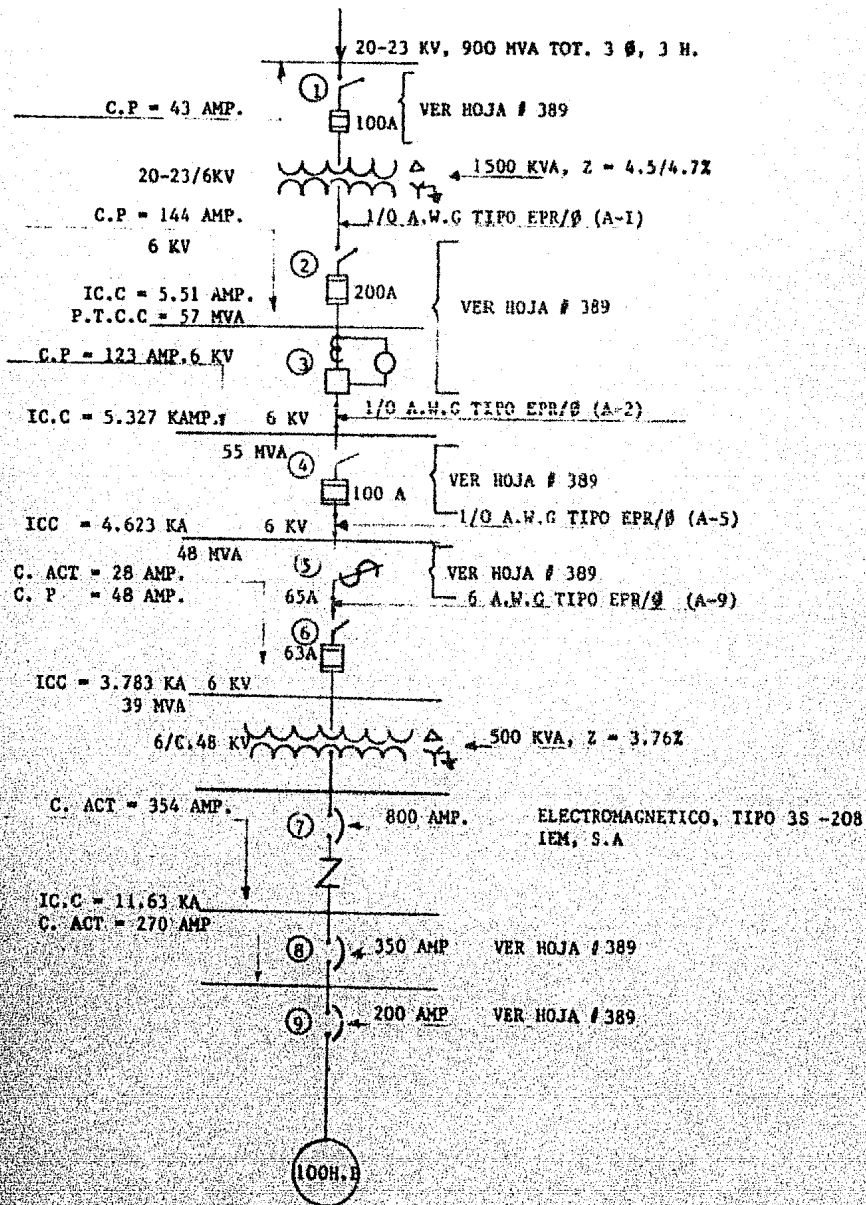
VALORES DE LOS ALIMENTADORES A-4, A-7B CORRESPONDIENTES AL C.C.M.
8/9.

ORDEN	DESCRIPCION	TIPO DE INSTALACION	ANALISIS VOLUMENES	RENDIMIENTO MAYOR	ANALISIS MAYOR	ANALISIS MAYOR	ANALISIS MAYOR	CAPACIDAD DE TRABAJO			COSTO UNITARIO
								DE TRABAJO MAYOR	DE TRABAJO MAYOR	DE TRABAJO MAYOR	
1	TRATAMIENTO DE AGUA	TRATAMIENTO DE AGUA	2.20 A	20 KA	23.2A	26 KA	18.00 A	300 000	15.00 KA	11.10 KA	
	TRATAMIENTO DE AGUA	TRATAMIENTO DE AGUA	0.5 A	25 KA	1000 000		1000	2500	1000	1000	1000
2	TRATAMIENTO DE AGUA	TRATAMIENTO DE AGUA	1000 A	1000 V	20 KA	25 KA	100 A	1000 000	1000 000	1000 000	1000
3	TRATAMIENTO DE AGUA	TRATAMIENTO DE AGUA	100 A	100 V	20 KA	25 KA	100 A	1000 000	1000 000	1000 000	1000
4	TRATAMIENTO DE AGUA	TRATAMIENTO DE AGUA	100 A	100 V	20 KA	25 KA	100 A	1000 000	1000 000	1000 000	1000
5	TRATAMIENTO DE AGUA	TRATAMIENTO DE AGUA	10 A	100 V	10 KA	10 KA	100 A	1000 000	1000 000	1000 000	1000

TABLA CORRESPONDIENTE AL DIAGRAMA UNIFILAR DEL C.C.M. # 8/9.

C.C.M - 10
 COMPRESOR 100 H.P Y REACTORES.

DIAGRAMA UNIFILAR



1.- ALIMENTADOR (A-1), (A-2), (A-5) VER HOJA # 354, TABLA #5.

2.- ALIMENTADOR (A-9)

CALIBRE 6A.W.G TIPO ERP/Ø 15 KV
INOM. CONTINUA 90 AMP.
TEMP. NOM.MAX. CONTINUA = 90°C
TEMP. MAX. EN C.C = 250°C
I.CC = 3.783 KAMP.
T SOBRECARGAS = 130°C
TIEMPO C.C = 20 CICLOS = 0.33 SEG.

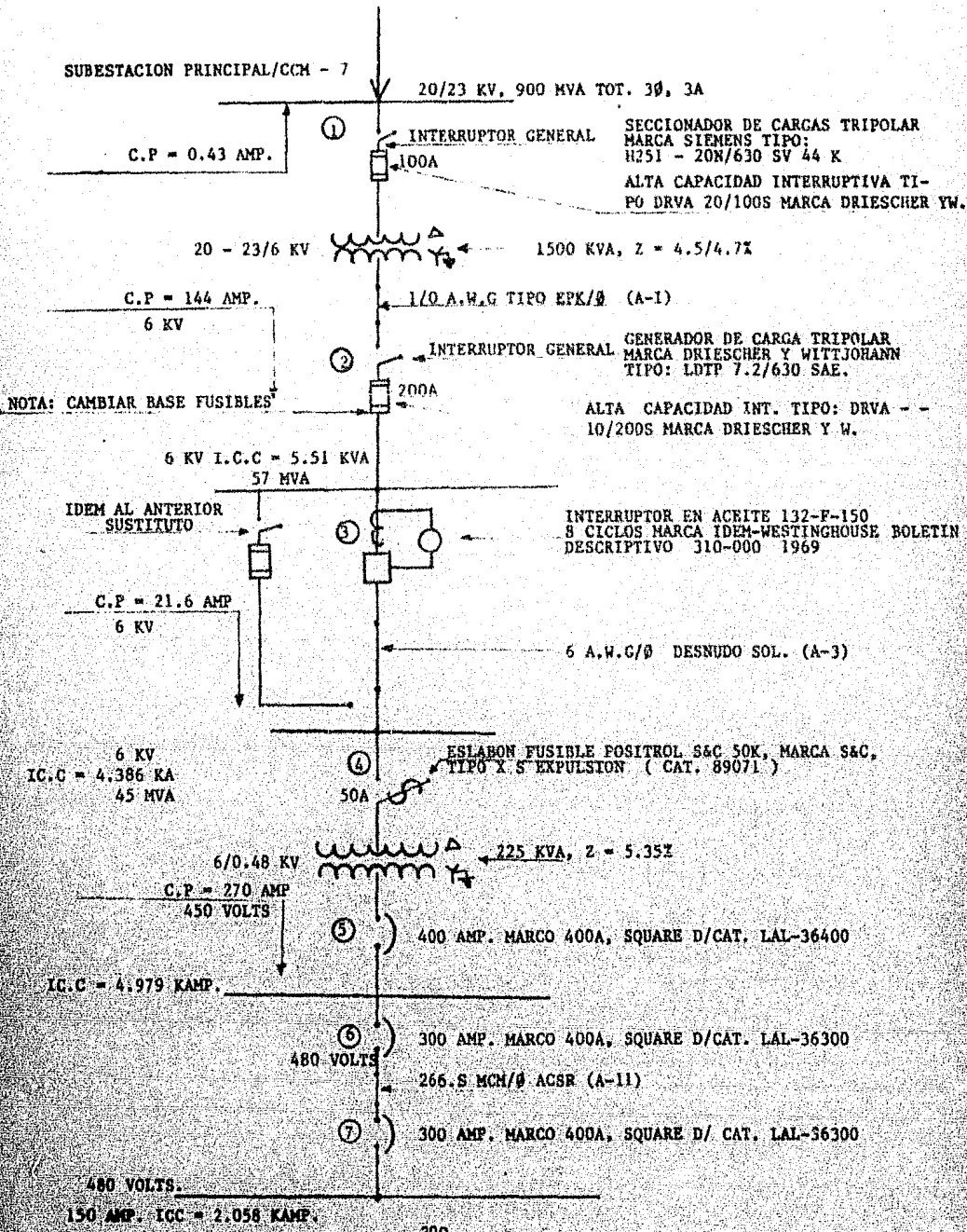
EQUIPO CCM - 10

(7) INTERRUPTOR ELECTROMAGNETICO DE BAJA TENSION
TIPO DS-208, MARC. I.E.M. S.A.
LSIG RANGO INTERRUPTOR 800 AMP.
RANGO DE SENSOR 400 AMP.

VALORES DE LOS ALIMENTADORES A-1, A-2, A-5 Y A-9 CORRESPONDIENTES AL C.C.M. # 10

CANTON	DESCRIPCION	TIPO DE LABORATORIO	CAPACIDAD ANUAL	CANTIDAD ANUAL	CANTIDAD LABORATORIO	LABORATORIO	CANTIDAD ANUAL	CANTIDAD DE PRODUCTOS			CANTIDAD ANUAL
								DE PRODUCTOS	DE PRODUCTOS	DE PRODUCTOS	
1	RECTORADO DE LABOR	RECTORADO DE LABOR	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
2	RECTORADO DE LABOR	RECTORADO DE LABOR	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
3	RECTORADO DE LABOR	RECTORADO DE LABOR	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
4	RECTORADO DE LABOR	RECTORADO DE LABOR	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
5	RECTORADO DE LABOR	RECTORADO DE LABOR	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
6	RECTORADO DE LABOR	RECTORADO DE LABOR	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
7	RECTORADO DE LABOR	RECTORADO DE LABOR	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
8	RECTORADO DE LABOR	RECTORADO DE LABOR	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
9	RECTORADO DE LABOR	RECTORADO DE LABOR	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
10	RECTORADO DE LABOR	RECTORADO DE LABOR	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000

TABLA CORRESPONDIENTE AL DIAGRAMA UNIFILAR DEL C.C.M. # 10.



REF. # 11.4 DE ESTE ESTUDIO

1.- ALIMENTADOR A-1 (VER HOJA # 354 TABLA # 5)

CALIBRE 1/0 AWG TIPO EPR/Ø 15 KV
CORRIENTE CONTINUA MAXIMA = 220 AMP. (CONDUMEX)
TEMP. MAXIMA EN C.C = 250°C
TEMP. MAXIMA CONTINUA = 90°C
FACTOR DE UTILIZACION = 0.89
K = 0.91

$$I.C.C. = 4.64 \text{ KA. RMS} = \sqrt{\frac{(5.57 \text{ KA})^2 + (3.48 \text{ KA})^2}{2}}$$

C.C CORREGIDA = 5.098 KAMP.
T. SOBRECARGA = 130°C

ESTE CONDUCTOR RESISTE LA CORRIENTE DE C.C DURANTE -
T.C.C = 2.0 SEG. = 120 CICLOS.

2.- ALIMENTADOR A-3

CALIBRE 6 A.W.G SOL. DESNUDO Y EN POSTE (COBRE)
C.C = 4.386 KA
C.C MODIF = 4.386 X
T.C.C = 45 CICLOS = 0.75 SEG.
ICONT = 100 AMP. (CONDUMEX CAT.)

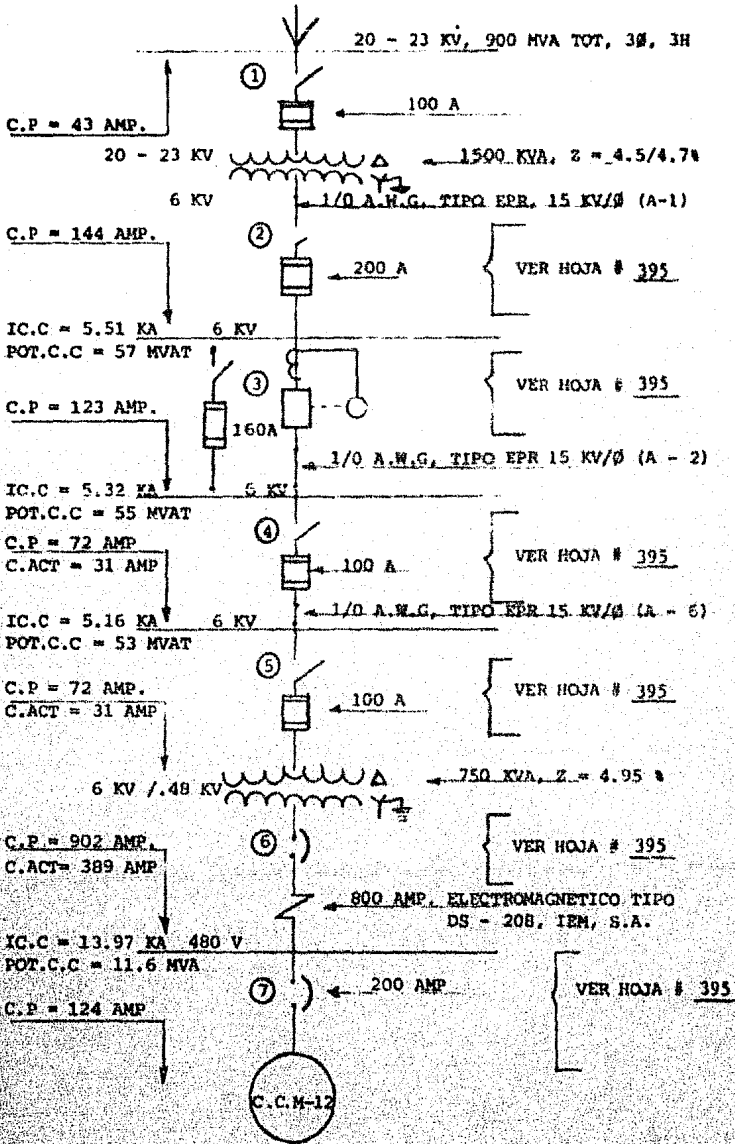
3.- ALIMENTADOR A-11

CALIBRE = 266.88 MCM TIPO ACSR/Ø
INCONT = 400 AMP. (CONDUMEX)
C.C = 2.058 KAMP.
C.C MODIF =
T.C.C = 1 MINUTO = 60 SEG = 3600 CICLOS

VALORES DE LOS ALIMENTADORES A-1, A-3 Y A-11 CORRESPONDIENTES
AL C.C.M. # 11.

ORDEN	MATERIAL	DESCRIPCION	ANCHO	ALTO	LARGO	CANTIDAD	CANTIDAD	CANTIDAD EN UNIDAD			CANTIDAD EN UNIDAD	
								UNIDAD	UNIDAD	UNIDAD		
1	ALAMBRE	ALAMBRE #14 - 20' x 20' x 20'	1/8"	1/8"	20'	20'	20'	20'	20'	20'	20'	20'
	ALAMBRE	ALAMBRE #14 - 20' x 20' x 20'	1/8"	1/8"	20'	20'	20'	20'	20'	20'	20'	20'
2	ALAMBRE	ALAMBRE #14 - 20' x 20' x 20'	1/8"	1/8"	20'	20'	20'	20'	20'	20'	20'	20'
	ALAMBRE	ALAMBRE #14 - 20' x 20' x 20'	1/8"	1/8"	20'	20'	20'	20'	20'	20'	20'	20'
3	ALAMBRE	ALAMBRE #14 - 20' x 20' x 20'	1/8"	1/8"	20'	20'	20'	20'	20'	20'	20'	20'
	ALAMBRE	ALAMBRE #14 - 20' x 20' x 20'	1/8"	1/8"	20'	20'	20'	20'	20'	20'	20'	20'
4	ALAMBRE	ALAMBRE #14 - 20' x 20' x 20'	1/8"	1/8"	20'	20'	20'	20'	20'	20'	20'	20'
	ALAMBRE	ALAMBRE #14 - 20' x 20' x 20'	1/8"	1/8"	20'	20'	20'	20'	20'	20'	20'	20'
5	ALAMBRE	ALAMBRE #14 - 20' x 20' x 20'	1/8"	1/8"	20'	20'	20'	20'	20'	20'	20'	20'
	ALAMBRE	ALAMBRE #14 - 20' x 20' x 20'	1/8"	1/8"	20'	20'	20'	20'	20'	20'	20'	20'
6	ALAMBRE	ALAMBRE #14 - 20' x 20' x 20'	1/8"	1/8"	20'	20'	20'	20'	20'	20'	20'	20'
	ALAMBRE	ALAMBRE #14 - 20' x 20' x 20'	1/8"	1/8"	20'	20'	20'	20'	20'	20'	20'	20'
7	ALAMBRE	ALAMBRE #14 - 20' x 20' x 20'	1/8"	1/8"	20'	20'	20'	20'	20'	20'	20'	20'
	ALAMBRE	ALAMBRE #14 - 20' x 20' x 20'	1/8"	1/8"	20'	20'	20'	20'	20'	20'	20'	20'
8	ALAMBRE	ALAMBRE #14 - 20' x 20' x 20'	1/8"	1/8"	20'	20'	20'	20'	20'	20'	20'	20'
	ALAMBRE	ALAMBRE #14 - 20' x 20' x 20'	1/8"	1/8"	20'	20'	20'	20'	20'	20'	20'	20'
9	ALAMBRE	ALAMBRE #14 - 20' x 20' x 20'	1/8"	1/8"	20'	20'	20'	20'	20'	20'	20'	20'
	ALAMBRE	ALAMBRE #14 - 20' x 20' x 20'	1/8"	1/8"	20'	20'	20'	20'	20'	20'	20'	20'

TABLA CORRESPONDIENTE AL DIAGRAMA UNIFILAR DEL C.C.M. # 11.



1.- ALIMENTADOR (A-1), (A-2) VER HOJA #

2.- ALIMENTADOR (A-6)

CALIBRE 1/0 A.W.G. TIPO EPR 15 KV/Ø

TEMP. NOM. = 90°C

TEMP. SOBREC = 130°C

TEMP. MAX. C.C = 250 °C

INOM. CONT. = 195 AMP. CAT. 165 CONDUCTORES MONTERREY.

FACTOR UTILIZACION = $\frac{31\text{AMP.}}{195\text{AMP.}}$ = 0.159 = 0.16

ICC = $\frac{(5.16 \text{ KA NOM})^2 + (3.22 \text{ KA RMS})^2}{2}$ = 4.3 KAMP. R.M.S.

IC.C MODIFICADA = 4.3 KA X 0.7 = 3.0119 KAMP.

TIEMPO C.C = 5.0 SEG. = 300 CICLOS

EQUIPO C.C.M - 12

6 INTERRUPTOR ELECTROMAGNETICO DE BAJA TENSION

TIPO DS -208, MARCA I.E.M, S.A.

LS 16 RANGO INTERRUPTOR 800 AMP.

RANGO DEL SENSOR 600 AMP.

VALORES DE LOS ALIMENTADORES A-1, A-2 Y A-6 CORRESPONDIENTES
AL C.C.M. # 12

ORDEN	NOMBRE	TIPO DE ESTACION	SERVICIO	POTENCIA	CANTIDAD	CANTIDAD	CANTIDAD	MATERIALES			OBSERVACIONES
								LIBRO DE PUNTO	LIBRO DE PUNTO	LIBRO DE PUNTO	
1	RECORRIDO DE CABLE	ESTACION DE 2000 W	RECORRIDO	200 W	70 m	70 m	30 m	300 m	10 m	10 m	70 m
	PISTON DE 1.5 CAP. (RECORRIDO)	RECORRIDO DE 1000 W	RECORRIDO	100 W	20 m	20 m	10 m	100 m	10 m	10 m	20 m
2	RECORRIDO DE CABLE	ESTACION DE 2000 W	RECORRIDO	200 W	70 m	70 m	30 m	300 m	10 m	10 m	70 m
	PISTON DE 1.5 CAP. (RECORRIDO)	RECORRIDO DE 1000 W	RECORRIDO	100 W	20 m	20 m	10 m	100 m	10 m	10 m	20 m
3	RECORRIDO DE CABLE	ESTACION DE 2000 W	RECORRIDO	200 W	70 m	70 m	30 m	300 m	10 m	10 m	70 m
	PISTON DE 1.5 CAP. (RECORRIDO)	RECORRIDO DE 1000 W	RECORRIDO	100 W	20 m	20 m	10 m	100 m	10 m	10 m	20 m
4	RECORRIDO DE CABLE	ESTACION DE 2000 W	RECORRIDO	200 W	70 m	70 m	30 m	300 m	10 m	10 m	70 m
	PISTON DE 1.5 CAP. (RECORRIDO)	RECORRIDO DE 1000 W	RECORRIDO	100 W	20 m	20 m	10 m	100 m	10 m	10 m	20 m
5	RECORRIDO DE CABLE	ESTACION DE 2000 W	RECORRIDO	200 W	70 m	70 m	30 m	300 m	10 m	10 m	70 m
	PISTON DE 1.5 CAP. (RECORRIDO)	RECORRIDO DE 1000 W	RECORRIDO	100 W	20 m	20 m	10 m	100 m	10 m	10 m	20 m
6	RECORRIDO DE CABLE	ESTACION DE 2000 W	RECORRIDO	200 W	70 m	70 m	30 m	300 m	10 m	10 m	70 m
	PISTON DE 1.5 CAP. (RECORRIDO)	RECORRIDO DE 1000 W	RECORRIDO	100 W	20 m	20 m	10 m	100 m	10 m	10 m	20 m
7	RECORRIDO DE CABLE	ESTACION DE 2000 W	RECORRIDO	200 W	70 m	70 m	30 m	300 m	10 m	10 m	70 m
	PISTON DE 1.5 CAP. (RECORRIDO)	RECORRIDO DE 1000 W	RECORRIDO	100 W	20 m	20 m	10 m	100 m	10 m	10 m	20 m

TABLA CORRESPONDIENTE AL DIAGRAMA UNIFILAR DEL C.C.M. # 12.

RED DE TIERRAS

NORMAS TECNICAS PARA LA INSTALACION DE SISTEMAS DE
TIERRA.

GENERALIDADES.

EN ESTA SECCION SE ESTABLECE EN QUE CASOS DEBEN CONECTARSE A TIERRA LOS CIRCUITOS, LAS CANALIZACIONES Y CUBIERTAS METALICAS DE CABLES Y PARTES METALICAS DE LOS EQUIPOS, ASI COMO LOS METODOS PARA EFECTUAR DICHA CONEXION A TIERRA.

EL OBJETIVO PRIMORDIAL, DE CONECTAR A TIERRA UN CIRCUITO ELECTRICO ES LIMITAR LAS SOBRETENSIONES DEBIDAS A DESCARGAS ATMOSFERICAS, A FENOMENOS TRANSITORIOS EN EL PROPIO CIRCUITO O A CONTACTOS ACCIDENTALES CON LINEAS DE MAYOR TENSION; ASI COMO LIMITAR LA TENSION A TIERRA DEL CIRCUITO DURANTE SU OPERACION NORMAL. UNA CONEXION SOLIDA A TIERRA FACILITA TAMBIEN LA OPERACION DE LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCION CONTRA SOBRECORRIENTE, EN CASOS DE FALLAS A TIERRA.

LAS CANALIZACIONES Y CUBIERTAS METALICAS DE CONDUCTORES O EQUIPOS (AJENAS AL CIRCUITO ELECTRICO) SON PUESTAS A TIERRA CON EL OBJETO DE EVITAR QUE ESTAS TENGAN UN POTENCIAL MAYOR QUE EL DE TIERRA EN UN MOMENTO DADO Y REPRESENTEN RIESGOS PARA LAS PERSONAS.

LAS SUBESTACIONES DEBEN CONTAR CON UN ADECUADO SISTEMA DE TIERRAS, AL CUAL DEBEN CONECTAR TODOS LOS ELEMENTOS DE LA INSTALACION QUE REQUIERAN LA CONEXION A TIERRA.

LAS FUNCIONES PRINCIPALES DEL SISTEMA DE TIERRA SON LAS SIGUIENTES:

- A) PROPORCIONAR UN CIRCUITO DE MUY BAJA IMPEDANCIA PARA LA CIRCULACION DE LAS CORRIENTES DE TIERRA, YA SEAN DEBIDAS A UNA FALLA A TIERRA DEL SISTEMA ELECTRICO O A LA OPERACION DE UN APARTARRAYOS.
- B) EVITAR, QUE DURANTE LA CIRCULACION DE ESTAS CORRIENTES DE TIERRA, PUEDAN PRODUCIRSE DIFERENCIAS DE POTENCIAL ENTRE LOS DISTINTOS PUNTOS DE LA SUBESTACION (YA SEA SOBRE EL PISO O CON RESPECTO A PARTES METALICAS PUESTAS A TIERRA) QUE PUEDAN SER PELIGROSAS PARA EL PERSONAL.
- C) FACILITAR, MEDIANTE LA OPERACION DE RELEVADORES U OTROS ELEMENTOS ADECUADOS, LA ELIMINACION DE LAS FALLAS A TIERRA CON LOS SISTEMAS ELECTRICOS.

EN EL CASO GENERAL, LOS ELEMENTOS PRINCIPALES DEL SISTEMA DE TIERRAS SON:

- 1) RED O MALLA DE CONDUCTORES ENTERRADOS, A UNA PROFUNDIDAD QUE USUALMENTE VARIA ENTRE 0.5 METROS Y 1.0 METROS.
- 2) ELECTRODOS DE TIERRA, CONECTADOS A LA RED DE CONDUCTORES Y ENTERRADOS A LA PROFUNDIDAD NECESARIA PARA OBTENER EL MINIMO VALOR DE RESISTENCIA A TIERRA.
- 3) CONDUCTORES DE PUESTA A TIERRA, A TRAVES DE LOS CUALES, SE HACE LA CONEXION A TIERRA DE LAS PARTES DE LA INSTALACION O DEL EQUIPO QUE REQUIEREN DICHA CONEXION.

CARACTERISTICAS DEL SISTEMA DE TIERRAS

- A) **DISPOSICION FISICA.** SE RECOMIENDA QUE UN CABLE CONTINUO FORME EL PERIMETRO EXTERIOR DE LA MALLA, QUE SE MENCIONA EN EL ULTIMO PARRAFO DEL ARTICULO ANTERIOR, DE MANERA QUE ENCIERRE TODA EL AREA EN QUE SE ENCUENTRA EL EQUIPO DE LA SUBESTACION.

LA MALLA PUEDE ESTAR CONSTITUIDA POR CABLES COLOCADOS PARALELAMENTE Y PERPENDICULARMENTE, CON UN ESPACIAMIENTO RAZONABLE (POR EJEMPLO FORMANDO RECTANGULARES DE 3 X 6 METROS, EN LO QUE SEA POSIBLE LOS CABLES QUE FORMAN LA MALLA DEBEN COLOCARSE A LO LARGO DE LAS HILERAS DE ESTRUCTURAS O EQUIPO, PARA FACILITAR LA CONEXION A LOS MISMOS.

SE RECOMIENDA QUE LOS CONDUCTORES DE LA MALLA SEAN DE COBRE, CON CALIBRE MINIMO DE 4/0 AWG (107.2 mm²) Y QUE LOS CONDUCTORES DE PUESTA A TIERRA DEL EQUIPO NO SEAN DE UN CALIBRE MENOR AL No. 2 AWG (33.6 mm²)

EN CADA CAUSE DE CONDUCTORES DE LA MALLA, ESTOS DEBEN CONECTARSE RIGIDAMENTE ENTRE SI Y EN LOS PUNTOS ADECUADOS, CONECTARSE A ELECTRODOS DE TIERRA DE 2.50 METROS DE LONGITUD O MAS, CLAVADOS VERTICALMENTE, DONDE SEA POSIBLE, SE RECOMIENDA CONSTRUIR REGISTROS EN LOS NISMOS PUNTOS.

- B) **MATERIALES.** CADA ELEMENTO DEL SISTEMA DE TIERRAS --

(INCLUYENDO LA MALLA) CONECTORES Y ELECTRODOS) DEBE SER ELEGIDO DE MANERA QUE CUMPLA CON LO SIGUIENTE:

- TENER UN PUNTO DE FUSION SUFICIENTEMENTE ALTO PARA NO SUFRIR DETERIORO BAJO LAS MAS SEVERAS CONDICIONES DE LAS MAGNITUDES DE CORRIENTES DE FALLAS Y DURACION DE LAS MISMAS.
- TENER RESISTENCIAS MECANICAS SUFICIENTE Y SER A LA CORROSION RESISTENTE.
- TENER SUFICIENTE CONDUCTIVIDAD, DE MANERA QUE DICHS ELEMENTOS NO CONTRIBUYAN SUSTANCIALMENTE A ORIGINAR DIFERENCIAS DE POTENCIAL PELI GROSAS.

EL MATERIAL MAS USADO PARA LOS CONDUCTORES ES EL COBRE PARA LOS ELECTRODOS PUEDE EMPLEARSE DE PLACA, TUBO O BORRA DE FIERRO O ACERO.

D) RESISTENCIA A TIERRA DE LA MALLA. LA RESISTENCIA DE LA MALLA CON RESPECTO A TIERRA SE PUEDE DETERMINAR, EN FORMA SIMPLIFICADA, POR LA EXPRESION:

$$R_{\Sigma} = r + \frac{P}{L} ; \text{ EN OHMS}$$

QUE VIENE SIENDO LA FORMULA DE LOURENT Y NIGMONN, PUBLICADA EN LA "GUIA PARA SEGURIDAD EN LA CONEXION A TIERRA DE SUBESTACIONES", INSTITUTO DE INGENIEROS EN ELECTRICIDAD Y ELECTRONICA IEEE.

DONDE:

- r ES EL RADIO EN METROS DE UNA PLACA CIRCULAR EQUIVALENTE, CUYA AREA ES LA MISMA QUE LA OCUPADA POR LA MALLA REAL DE LA TIERRA.
- L ES LA LONGITUD TOTAL DE CONDUCTORES ENTERRADOS EN METROS
- P ES LA RESISTIVIDAD ELECTRICA DEL TERRENO, EN OHMS-METRO.

LA RESISTENCIA ELECTRICA TOTAL DEL SISTEMA DE TIERRAS DEBE CONSERVARSE EN EL VALOR MAS BAJO POSIBLE (LOS VALORES ACEPTABLES VAN DESDE 10 OHMS HASTA MENOS DE 1 OHM, INCLUYENDO TODOS LOS ELEMENTOS QUE FORMAN EL SISTEMA DE TIERRAS, ESTO ES, LOS ELECTRODOS Y LOS CONDUCTORES DE PUESTA A TIERRA). PARA REDUCIR LA RESISTENCIA TOTAL DEL SISTEMA SE PUEDE AUMENTAR EL AREA TOTAL DE LA MALLA, REDUCIENDO LOS ESPACIAMIENTOS ENTRE

LOS CONDUCTORES DE ESTA, O BIEN, USAR UN MAYOR NUMERO DE ELECTRODOS.

SE RECOMIENDA QUE LAS SUBESTACIONES QUE ALIMENTAN CIRCUITOS QUE NO ESTEN PERMANENTEMENTE CONECTADOS A TIERRA, TENGA UN DETECTOR DE TIERRA SEGURO, QUE PUEDA USARSE PARA DETERMINAR LA EXISTENCIA DE TIERRAS EN CUALQUIERA DE LOS CIRCUITOS QUE SALGAN DE ELLA.

OTROS TIPOS DE CONEXION A TIERRA SON:

- PUESTA A TIERRA DE CERCAS METALICAS
- PUESTA A TIERRA DE RIELES Y TUBERIAS DE AGUA.
- PUESTA A TIERRA DE PARTES NO CONDUCTORES DE CORRIENTE.
- CONEXION A TIERRA DURANTE REPARACIONES.

LA PUESTA A TIERRA DE CIRCUITOS Y SISTEMAS.

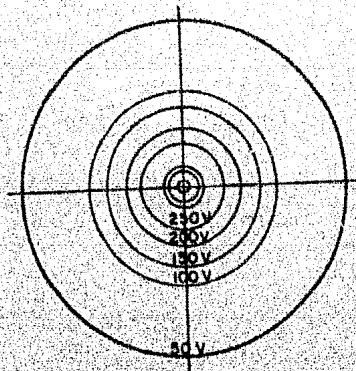
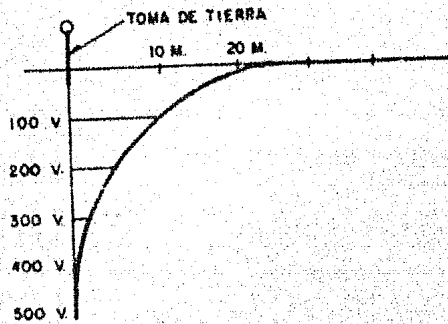
- SISTEMAS DE CORRIENTE DIRECTA.
- CIRCUITOS Y SISTEMAS DE CORRIENTE ALTERNA.

NATURALEZA DEL TERRENO

RESISTIVIDAD.

CUANTO MENOR SEA LA RESISTENCIA DEL TERRENO, TANTO MAS FACILMENTE SE PUEDEN ALCANZAR VALORES BAJOS PARA LA RESISTENCIA DE LA INSTALACION A TIERRA.

RESISTIVIDAD HOMS - METRO	TIPOS DE TERRENO
10 - 100	TERRENO ORGANICO HUMEDO
100 - 200	TERRENO ORGANICO, PERO NO HUMEDO
400 - 800	TERRENO GUIJOSO
1000 O MAS	TERRENO ROCOSO



**DISTRIBUCION DE LAS CAIDAS DE TENSION
EN LAS TOMAS DE TIERRA**

ELECTRODOS

CLASIFICACION.

CON EL TERMINO "ELECTRODO" ENTENDEMOS UN CUERPO METALICO - PUESTO EN INTIMO CONTACTO CON EL TERRENO Y DESTINADO A DISPERSAR EN EL MISMO LAS CORRIENTES ELECTRICAS. PUEDE ESTAR - CONSTITUIDO POR UN SOLO ELEMENTO O POR DIVERSOS ELEMENTOS - CONECTADOS ENTRE SI MEDIANTE CONDUCTORES Y NO AISLADOS DEL TERRENO.

SEGUN LAS CARACTERISTICAS DEL TERRENO (MAYOR O MENOR POSIBILIDAD DE HUNDIR PROFUNDAMENTE LOS CUERPOS METALICOS PUESTOS EN INTIMO CONTACTO CON EL MISMO) SE DISPONE DE LOS SIGUIENTES TIPOS DE ELECTRODOS:

PICA
PLACA
ANILLO
MALLA

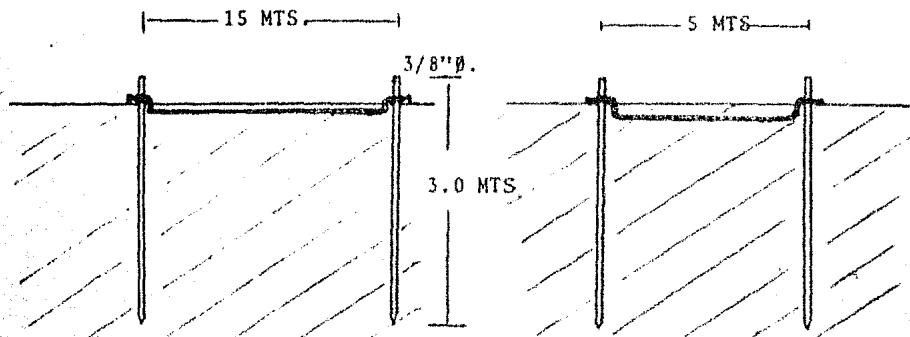
EN ALGUNOS CASOS SE COMBINAN ENTRE SI LOS TIPOS ARRIBA INDICADOS. (POR EJEMPLO: ELECTRODO EN ANILLO O MALLA COMPLEMENTADO CON ELECTRODOS EN PICA.

INFLUENCIA RECIPROCA.

1. LA RESISTENCIA DE TIERRA DE UNA PICA DEPENDE MUCHO MAS - DE SU LONGITUD (PROFUNDIDAD DE PENETRACION) QUE DE LAS - DIMENSIONES TRANSVERSALES. SE SI ALCANZA LA CAPA FREATICA (CAPA DE AGUA) LA RESISTENCIA DE TIERRA DISMINUYE CON SIDERABLEMENTE.

PARA ELECTRODOS EN FORMA DE PLACA, LA RESISTENCIA DE TIERRA DEPENDE DE SUS DIMENSIONES; EN ELECTRODOS EN ANILLO DE SU PERIMETRO; PARA LOS ELECTRODOS EN FORMA DE MALLA, DE LA LONGITUD TOTAL DE LOS CONDUCTORES QUE LA FORMAN.

2. NO ES POSIBLE OBTENER VALORES BAJOS DE RESISTENCIA DE TIERRA SOLO CON AUMENTAR EL NUMERO DE PICAS Y SIN TENER EN CUENTA SU RESPECTIVAS AREAS DE INFLUENCIA (*).



ELECTRODOS OPORTUNAMENTE
DISTANCIADOS.

ELECTRODOS DEMASIADO
PROXIMOS.

- (*) A TITULO ORIENTATIVO PODEMOS CONSIDERAR QUE DOS PICAS DE DISTANCIA LONGITUD INFLUYEN RECIPROCAMENTE CUANDO LA DISTANCIA QUE LAS SEPARA ES POR LO MENOS, IGUAL A UNAS 5 VECES LA LONGITUD DE LA PICA MAYOR. LA INDEPENDENCIA DE LOS ELECTRODOS ES CONDICION FUNDAMENTAL PARA EL CALCULO EN PARALELO DE SUS RESISTENCIAS DE TIERRA.

EL MISMO CONCEPTO ES VALIDO PARA LOS ELECTRODOS DE PLACA.
EN LOS ELECTRODOS EN ANILLO NO PROPORCIONA NINGUNA MEJORA LA COLOCACION.

COMO PRACTICA DEBE UTILIZAR CONDUCTOR A TIERRA, CABLE DE COBRE SUAVE NO MENOR DEL (AWG), HASTA 15 KV, DEBIENDO SER MAYOR VOLTAJE Y CAPACIDADES DE CORRIENTE A TIERRA GRANDES. NORMALMENTE LAS MUY GRANDES SUBESTACIONES (20,000 KVA Y MAS) CON CABLE 4/0 ES SUFICIENTE.

DENTRO DE LOS GABINETES DE UNA SUBESTACION COMPACTA DEBE HABER UNA BARRA DE TIERRA, A LA QUE DEBEN UNIRSE ELECTRICAMENTE CON CABLES TODOS LOS GABINETES Y LOS ARMAZONES DE LOS APARATOS: APARTARRAYOS, INTERRUPTORES, TRANSFORMADORES DE INSTRUMENTOS, ETC. LA BARRA DE TIERRA GENERALMENTE SE LE DA EL 50% DE LA SECCION DE LAS BARRAS PRINCIPALES. TEORICAMENTE LA SECCION DE UNA BARRA UNIDA CON TORNILLOS SI SUPONE QUE SU TEMPERATURA, EN CASO DE FALLA A TIERRA, NO DEBE EXCEDER 250°C.

EN ESTE CASO LA SECCION PUEDE CALCULARSE PRACTICAMENTE CON LA FORMULA:

$$a \text{ (mm}^2\text{)} = \frac{5.36}{10^3} \cdot I \cdot \sqrt{t}$$

I = INTENSIDAD DE CORTO CIRCUITO A TIERRA EN AMPERES.

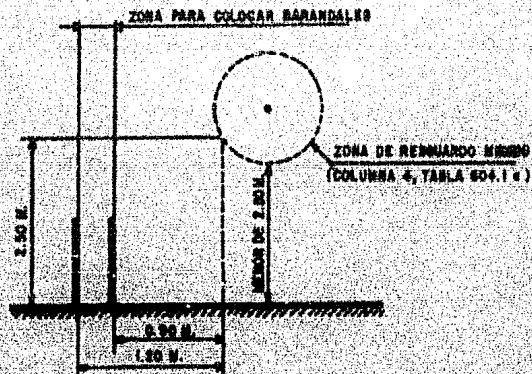
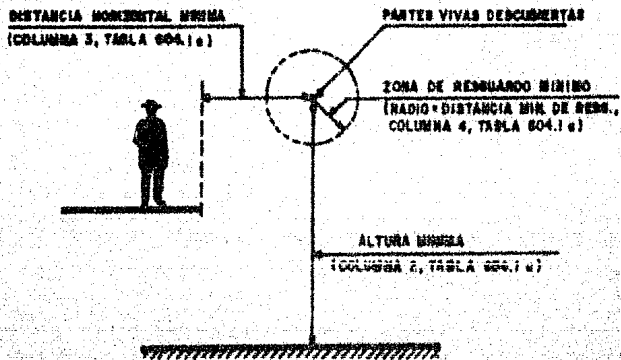
t = SEGUNDOS DE DURACION QUE PUEDE CONSIDERARSE NO EXCEDERA DE 5 A 10 SEGUNDOS CON EQUIPO DE PROTECCION ADECUADO.

SUPONIENDO $t = 10 \text{ SEG.}$

$$a = 0.017 \times I \approx 2/100 \cdot I$$

LAS CONEXIONES A TIERRA O ELECTRODOS ACTUALMENTE SE HACEN, POR SER MAS PRACTICAS Y EFECTIVAS QUE LAS PLACAS, CON TUBOS CLAVADOS VERTICALMENTE. SE USAN COMO ELECTRODOS TAMBIEN VARILLAS DE COBRE-ACERO DE 16 MM (5/8") DE DIAMETRO.

LA RESISTENCIA CON VARIOS ELECTRODOS CONECTADOS ENTRE SI, DISMINUYE INVERSAMENTE A SU NUMERO, ES DECIR SI CON UN ELECTRODO LA RESISTENCIA ES DE 20 OHMS, CON DOS SERA APROXIMADAMENTE DE 10 Y CON CUATRO DE 5 OHMS.



ES ACONSEJABLE UTILIZAR COMO ELECTRODOS DE TIERRA LOS MATERIALES INDICADOS EN LA TABLA.

- LAS DIMENSIONES ESTAN EXPRESADAS EN MILIMETROS.
- LOS NUMEROS EN CURSIVA, ENTRE PARENTESIS, INDICAN LAS SECCIONES (EXPRESADAS EN MILIMETROS CUADRADOS).
- PARA LOS CABLES ADEMAS DEL DIAMETRO CIRCUNSCRITO, SE INDICA TAMBIEN LA COMPOSICION, O SEA, EL NUMERO DE HILOS Y SU CORRESPONDIENTE DIAMETRO (EJEMPLO: 7 X 2,52 = 7 HILOS DE 2,52 MM DE DIAMETRO.

PROHIBIDO.

- UTILIZAR ALAMBRES Y CABLES DE DIAMETRO INFERIOR A 7,5 MM.
- UTILIZAR CABLES FORMADOS POR HILOS CUYO DIAMETRO SEA INFERIOR A 1,8 MM
- UTILIZAR TUBOS QUE TENGAN UN DIAMETRO EXTERIOR INFERIOR A 40 MM Y UN GRUEZO DE PARED INFERIOR A 2,5 MM.
- UTILIZAR PERFILES DE MENOS DE 5 MM DE GRUEZO Y CON DIMENSIONES TRANSVERSALES INFERIORES A 50 MM.

ADVERTENCIAS.

- SI SE RECURRE AL EMPLEO DE MATERIALES FERROS DESE PREFERENCIA A LOS TIPOS GALVANIZADOS EN BANO CALIENTE O COBREADOS. SI NO SE DISPUSIERA DE ESTE TIPO DE MATERIAL, HABRA QUE AUMENTAR EN UN 50 % LOS ESPESORES MINIMOS INDICADOS MAS ARRIBA.
- EVITASE LA COLOCACION DE ELECTRODOS EN TERRENOS SUJETOS A HUNDIMIENTOS O CORRIMIENTOS DE TIERRA, (FENOMENO DE "DESMORONAMIENTO", O SEA, ACCION DE LA LLUVIA Y DE AGUA TORRENCIALES QUE ARRASTRAN LA TIERRA.

ELECTRODO		ACERO GALVANIZADO	COBRE	ACERO COBREADO
ALAMBRE		Ø 10 (78) Ø 12 (113)	Ø 7.5 (45) Ø 9 (63)	Ø 8.42 (55) Ø 11.24 (99)
CABLE		Ø 7.5 = 7 X 2.52 (35) Ø 10.5 = 19 X 2.10 (66)	Ø 7.5 = 7 X 2.52 (35) Ø 10.5 = 19 X 2.10 (66)	Ø 8 = 7 X 2.58 (36) Ø 10 = 19 X 7.05 (63) Ø 13 = 19 X 2.58 (100)
PLETINA.		40 X 3 ÷ 4 (120-160)	40 X 3 ÷ 4 (120-160) 50 X 4 (200)	
	TUBO	Ø 48 X 5 Ø 60.8 X 5.9		
	VARILLAS	L50 X 50 X 5 L50 X 50 X 6		
	PERFIL REDONDO			Ø 9 ; 25

TABLA DE MATERIALES PARA ELECTRODOS DE TIERRA.

* RESISTIVIDAD (O RESISTENCIA ESPECIFICA): MAGNITUD CARACTERISTICA DE TODA MATERIA QUE EXPRESA SU APTITUD PARA LA CONDUCCION DE CORRIENTES ELECTRICAS.

TEMPERATURA Y HUMEDAD.

LA RESISTIVIDAD DEL TERRENO VARIA CON LA TEMPERATURA Y EL GRADO DE HUMEDAD. POR LO TANTO, NO ES ACONSEJABLE EFECTUAR MEDICIONES DE LA RESISTENCIA DE LA INSTALACION DE TIEMPO, CUANDO LA TEMPERATURA ES EXCESIVAMENTE ALTA O CUANDO EL TERRENO ESTA IMPREGNADO DE AGUA DEBIDO A LLUVIAS RECIENTES.

TRATAMIENTO DEL TERRENO.

LOS TERRENOS DE ALUVION (FORMADOS POR DEPOSITOS DE MATERIAS TRANSPORTADAS POR RIOS DESBORDADOS) OFRECEN LAS MEJORES CONDICIONES PARA LA REALIZACION DE INSTALACIONES DE TIERRA DE MUY BAJA RESISTENCIA SU "HUMUS" (PARTE DEL TERRENO QUE CONTIENE DIVERSAS SUBSTANCIAS ORGANICAS EN DESCOMPOSICION) ES, GENERALMENTE POCO PROFUNDO.

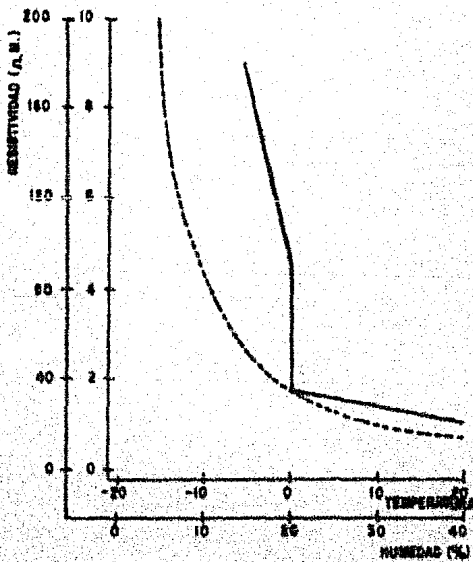
LAS ZONAS RICAS EN VEGETACION O QUE ACARREAN AGUAS O RESIDUALES SON ASIMISMO APROPIADAS DADA LA ELEVADA HUMEDAD DEL TERRENO.

EXISTEN METODOS PARA REDUCIR LA RESISTIVIDAD DEL TERRENO. POR EJEM., SE PUEDE RECURRIR A LAS SALES MINERALES (CLORURO DE SODIO, SULFATO DE MAGNESIO, Y SULFATO DE COBRE), DISUELTAS EN AGUA Y VERTIDAS SOBRE EL TERRENO O EN EL ELECTRODO SI ESTE ES TUBULAR. SIN EMBARGO LOS RESULTADOS NO SIEMPRE CORRESPONDEN CON LO PREVISTO Y EN ALGUNOS CASOS SE PRODUCEN FENOMENOS DE CORROSION. ES MUCHO MEJOR, SIEMPRE QUE ELLO SEA POSIBLE, HACER USO DE UN TERRENO QUE TENGA UN CONTENIDO ORGANICO.

SIGUIENDO CON LA IDEA DE MODIFICAR LA NATURALEZA QUIMICA DEL TERRENO, SE PUEDE RECURRIR A LA COLOCACION DE CAPAS DE CARBON (O GRAFITO EN POLVO) SITUADAS DIRECTAMENTE EN CONTACTO CON LOS ELECTRODOS. ESTE PROCEDIMIENTO DE DIFICIL APLICACION CUANDO LOS ELECTRODOS TIENEN FORMA DE PICO, PUEDE SER UTILIZADO SIEMPRE QUE SE RECURRA A ELECTRODOS EN FORMA DE PLACA, ANILLO O MALLA.

EN LOS COMERCIOS SE PUEDEN ADQUIRIR PRODUCTOS ESPECIALES PARA ROCIAR EL TERRENO INMEDIATO AL ELECTRODO. SE TRATAN DE SOLUCIONES QUE ORIGINAN PRECIPITADOS INATACABLES POR LOS ACIDOS DEL TERRENO, Y QUE DAN LUGAR A LA FORMACION DE MASAS GELATINOSAS QUE SE DESPARRAMAN PRODUCIENDO NUMEROSAS RAMIFICACIONES DE AGUA. DE ESTA FORMA, NO SOLO AUMENTADA LA CONDUCTIVIDAD DEL TERRENO SINO TAMBIEN LA SUPERFICIE DE CONTACTO

ENTRE EL ELECTRODO Y EL TERRENO. SIN EMBARGO, NO ESTA GARANTIZADA SU DURACION EN EL TIEMPO; POR OTRA PARTE, ALGUNA DE ESTAS SOLUCIONES CONTIENEN PRODUCTOS TOXICOS, CUYA MANIPULACION EXIGE CAUTELA.



— VARIACION DE LA RESISTIVIDAD DEL TERRENO EN FUNCION DE LA TEMPERATURA.
 - - - VARIACION DE LA RESISTIVIDAD DEL TERRENO EN FUNCION DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD.

NORMAS. SISTEMAS DE TIERRAS Y PARARRAYOS

CODIGOS Y REGLAMENTOS

SE DEBERAN EMPLEAR TANTO PARA EL DISEÑO COMO PARA LA CONSTRUCCION, ADEMÁS DE LOS CODIGOS Y REGLAMENTOS ENUNCIADOS EN EL 2.0 DEL CRITERIO DE DISEÑO EL LIGHTING PROTECCION CODE.

EL SISTEMA DE TIERRAS DEBERA FORMARSE POR ANILLOS PARCIALES QUE CUBRAN TODAS LAS AREAS DE LA PLANTA, SUBESTACION Y EDIFICIOS, DEBIENDO ESTAR INTERCONECTADAS ENTRE SI, FORMANDO UN ANILLO PRINCIPAL QUE DEBERA SER DE CLASE DE COBRE DESNUDO No. 2/0 AWG, PARA LA SUBESTACION DEL No. 4/0 AWG Y VARILLAS TIPO COOPERWELD DE 3.05 M. DE LONGITUD Y 16 MM. DE DIAMETRO. EL CABLE DEBERA IR ENTERRADO A 60 CM. DEL NIVEL DEL PISO TERMINADO.

AL INSTALARSE EL SISTEMA DE TIERRAS, SE DEBE TENER CUIDADO QUE LOS CABLES ESTEN LIBRES CONTRA DAÑO MECANICO Y CORROSION Y QUE CUANDO PASEN BAJO CIMENTACIONES O TRABES DE CONCRETO, PROVEERLOS DE UNA LONGITUD ADICIONAL DE CABLE PARA PROTECCION CONTRA ASENTAMIENTO DEL EDIFICIO.

DEBERAN CONECTARSE AL SISTEMA DE TIERRAS TODOS LOS EQUIPOS ELECTRICOS TANQUES, ESTRUCTURAS METALICAS TRANSMISIONES DE MAQUINARIA --- DONDE PUEDA GENERARSE ELECTRICIDAD ESTATICA, ETC., Y ESTE INTERCONECTARSE AL SIST. GENERAL DE TIERRAS EXISTENTES!

EN TANQUES ESTACIONARIOS O RECIPIENTES QUE CONTENGAN LIQUIDOS -- INFLAMABLES, DEBERAN TENER COMO MINIMO, UNA CONEXION A TIERRA Y DEBERAN SER HECHAS EN EL CASCARON.

LOS REGISTROS DE VARILLAS DE TIERRAS, SE HARAN DE TUBO DE CONCRETO DE 25 CM. DE DIAMETRO Y 80 CM. DE LONGITUD CON UNA VARILLA DE COBRE COOPERWELD EN SU INTERIOR, DE 3.05 M. DE LONGITUD Y 16 MM. DE DIAMETRO.

CONECTORES A EMPLEAR:

PARARRAYOS A CABLE:

CABLE A CABLE:

CALBE A ESTRUCTURA: •

VARILLA A CABLE:

BASE PARA PUNTA CAT. 77 DE
HOUBAR Y BOURLON.

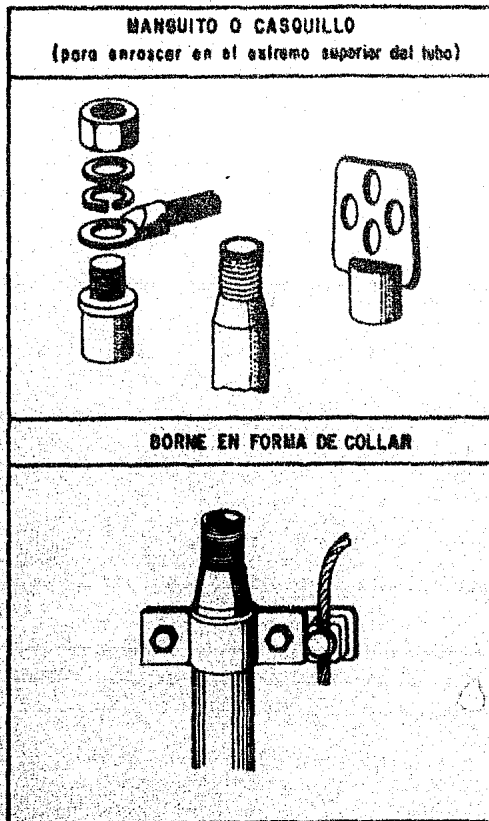
TIPO AT DE BURNDY.

TIPO YA DE BURNDY.

TIPO GAR DE BURNDY.

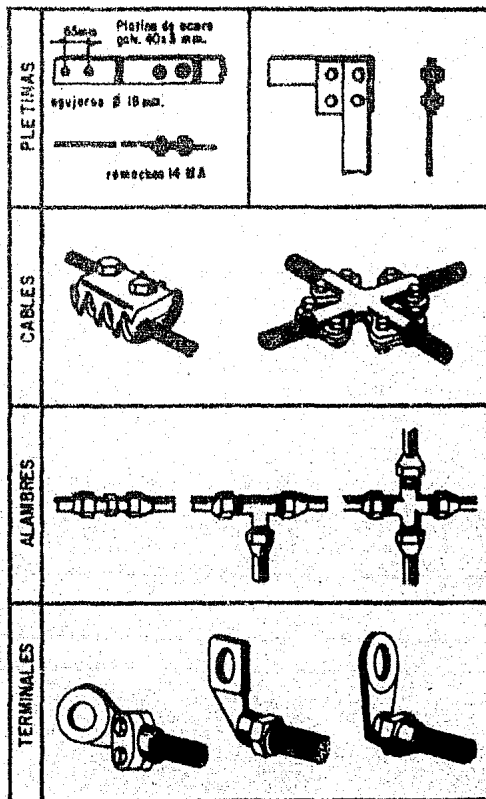
EL CABLE DE SISTEMA DE PARARRAYOS, NO DEBERA TENER EN NINGUN -
PUNTO, DOBLECES O CURVAS CON ANGULOS MENORES O IGUALES A 90°.

ACCESORIOS



414

EJEMPLOS DE EMPALMES



ELECTRODOS EN ANGULO (PICAS)

ACCESORIOS

ACCESORIOS

PERFILES DE ACERO GALVANIZADO EN BAÑO CALIENTE			BORNES TERMINALES ENTRE ELECTRODO Y LINEA DE ENLACE-TIERRA		FORMA DE APLICACION EN EL ELECTRODO		BORNE SIMPLE		BORNE DOBLE																			
LONGITUDES APROXIMADAS (EN METROS) QUE SE ENCUENTRAN EN EL MERCADO			BORNE TRIPLE PARA DERIVACIONES		MANGUITO DE EMPALME (DE LATON)		PUNTERA (acero templado para enroscar en extremo)																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th>+</th> <th>L</th> <th>T</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.00</td> <td>1.00</td> <td>1.00</td> </tr> <tr> <td>1.50</td> <td>1.50</td> <td>1.50</td> </tr> <tr> <td>2.00</td> <td>2.00</td> <td>2.00</td> </tr> <tr> <td>3.00</td> <td>3.00</td> <td>3.00</td> </tr> <tr> <td>4.00</td> <td>4.00</td> <td>4.00</td> </tr> </tbody> </table>			+	L	T	1.00	1.00	1.00	1.50	1.50	1.50	2.00	2.00	2.00	3.00	3.00	3.00	4.00	4.00	4.00								
+	L	T																										
1.00	1.00	1.00																										
1.50	1.50	1.50																										
2.00	2.00	2.00																										
3.00	3.00	3.00																										
4.00	4.00	4.00																										

Los bornes que se ilustran más arriba se muestran a título de ejemplo. Desde luego existen en el mercado otros muchos tipos aptos para desempeñar las mismas funciones.

Aparte de los accesorios indicados más arriba, se encuentran en el comercio otros muchos tipos aptos para desempeñar las mismas funciones.



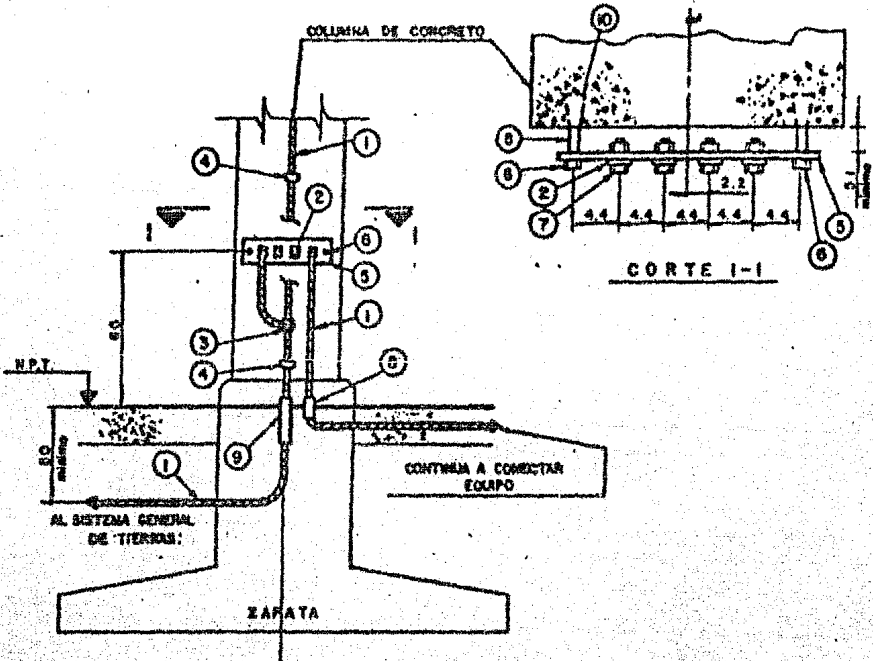
BUFETE INDUSTRIAL

PLACA EN COLUMNA DE CONCRETO
PARA DERIVACIONES DEL SISTEMA
DE TIERRAS.
PROYECTO 5619.

NORMA

ETP-102

FECHA. SEPTIEMBRE 11 1981.



SIN ESCALA.

ACOTACIONES EN cm.

PART.	CANTIDAD	DESCRIPCION	OBSERVACIONES
1	kg.	CABLE DE COBRE SEMI DURO DESBIDO CALIBRE N° 2/0 AWG.	
2	4	P.Z.A. CONECTOR DE COBRE MECANICO TIPO TERMINAL, CON UN BARRENO.	
3	1	P.Z.A. CONECTOR DE COBRE MECANICO TIPO "Y" DE CABLE A CABLE.	
4	1	P.Z.A. ABRAZADERA PARA CABLE A SUPERFICIE PLANA.	
5	1	P.Z.A. SOLERA DE COBRE DE 51 X 6.3 mm (2" X 1/4").	LONGITUD SEGUN ANCHO DE COLUMNA.
6	2	P.Z.A. TORNILLO DE CABEZA HEXAGONAL DE 16 X 6.6 mm (5/8" X 3/4") CON ROSCAMA DE PRESION.	
7	4	P.Z.A. TORNILLO DE CABEZA HEXAGONAL DE 20 X 6.8 mm (3/4" X 1/2") CON TUERCA Y ROSCAMA DE PRESION.	
8	2	P.Z.A. CAMBA DE TUBO CONST. DE F ₂ GALVANIZADO DE 51 X 19 mm (2" X 3/4").	ADAPTAR EN CAMPO.
9	1	P.Z.A. CAMBA DE TUBO CONST. DE F ₂ GALVANIZADO DE 101 X 19 mm (4" X 3/4").	ADAPTAR EN CAMPO.
10	2	P.Z.A. BARRERANCLA DE 9.5 mm (3/8").	



BUFETE INDUSTRIAL

CONEXION A TIERRA DE TANQUES ESTACIONARIOS
PROYECTO 5619

NORMA

ETP-104

FECHA. FEBRERO 15 1983.

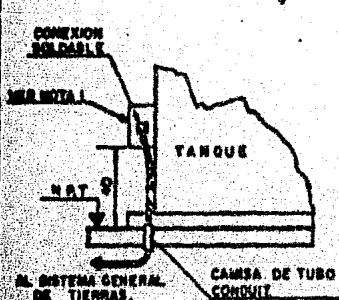
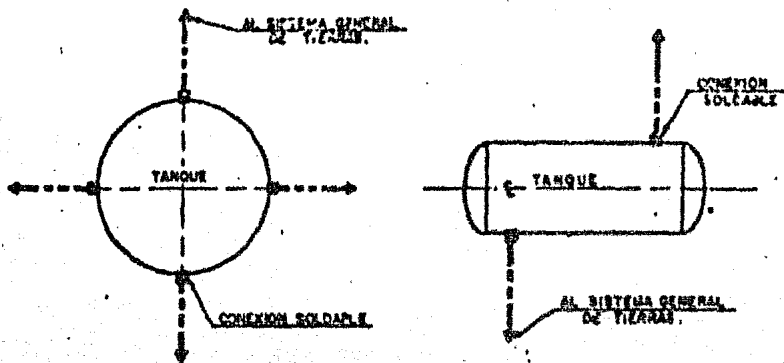


FIGURA "a"

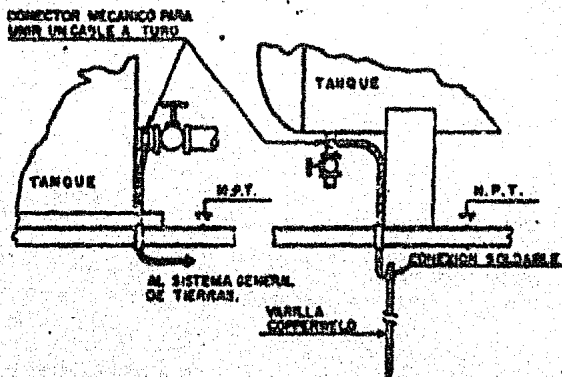


FIGURA "b"

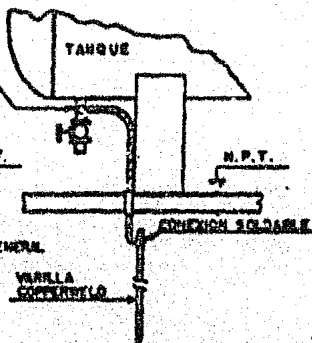


FIGURA "c"

LOS TANQUES DEBERAN SER EQUIPADOS CON UNA SOLERA DE 6.8 X 38 X 150 mm (1/4" X 1 1/2" X 6") SOLDADA AL TANQUE Y DEBERA MENCIONARSE QUE ES PARA CONEXION A TIERRA (VER FIGURA "a"), SI NO ES PERMITIDO SOLDAR USESE CONECTOR MECANICO, CONECTADO A LA BASE DEL TANQUE.

NÚMERO DE CONEXIONES A TIERRA REQUERIDAS PARA TANQUES ESTACIONARIOS

VERTICALES		HORIZONTALES	
DIAMETRO DEL TANQUE	NÚMERO DE CONEXIONES	LONGITUD DEL TANQUE	NÚMERO DE CONEXIONES
DE 6m (20')	2	HASTA 4m (13')	1
DE 6m (20') A 9m (30')	4	DE 4m (13') A 7m (23')	2
DE 9m (30') A 12m (40')	6	DE 7m (23') A 15m (50')	3
		MAYORES DE 15m (50')	4

APARTARRAYOS.

APARTARRAYOS.

SECCION DE LOS CONDUCTORES DE TIERRA.

COMO ES CONOCIDO LOS APARTARRAYOS SON DISPOSITIVOS, DESTINADOS A SER COLOCADOS ENTRE LOS CONDUCTORES DE UNA LINEA Y TIERRA, PRINCIPALMENTE PARA LIMITAR LAS SOBRETENSIONES DE ORIGEN ATMOSFERICOS PROVOCADOS POR FULMINACION DIRECTA O POR CARGAS ELECTROSTATICAS. QUE SE PRODUCEN EN TIEMPO DE LLUVIAS. DICHAS DESCARGAS PODRIAN COMPROMETER SERIAMENTE LOS TRANSFORMADORES.

LOS APARTARRAYOS NO SOLO SE INSTALAN EN LINEAS DE ALTA TENSION, TAMBIEN EN BAJA TENSION.

POR LA FUNCION CITADA, LA CONEXION A TIERRA SE CONVIERTE EN UN ELEMENTO DE CAPITAL IMPORTANCIA PARA EL FUNCIONAMIENTO DEL APARTARRAYO O DESCARGADOR, COMO TAMBIEN SE LE CONOCE.

LA SECCION DE LOS CONDUCTORES QUE CONECTEN EL APARTARRAYO CON EL ELECTRODO DE TIERRA (DEL TIPO EN PICA) NO DEBE SER SUPERIOR A:

$24 + 0.4 V$ PARA LOS CONDUCTORES DE COBRE.

$40 + 0.6 V$ PARA LOS CONDUCTORES DE ALUMINIO.

CUALQUIERA QUE SEA LA SECCION DE LOS CONDUCTORES DE LINEA, SIENDO V, LA TENSION NOMINAL DE LA RED DE DISTRIBUCION (EXPRESADO EN KILOVOLTIOS), NO SE ADMITEN EL EMPLEO DE NINGUNA CLASE DE CONDUCTORES DE ACERO.

EJEMPLO:

LA SECCION DEL CONDUCTOR DE TIERRA, DE COBRE DE LOS APARTARRAYOS, ACOPLADOS A UNA LINEA DE 16,000 VOLTIOS (15 KV) DEBE SER INFERIOR A:

$$24 + 0.4 \times 15 = 30 \text{ MM}^2$$

SI SE TRATA DE BAJA TENSION, POR EJEMPLO 220 VOLTS, TENDREMOS,

$$24 + 0.4 \times 0.22 = 24.08 \text{ MM}^2 \text{ REDONDEANDO A } 25 \text{ MM}^2$$

EN CUALQUIER CASO, EL REGLAMENTO MARCA QUE PARA LA PREVENCIÓN DE ACCIDENTES LABORABLES, PRESCRIBE QUE LA SECCION DE LOS CONDUCTORES DE COBRE EMPLEADOS PARA LA PUESTA A TIERRA DE LOS APARTARRAYOS NO DEBE SER INFERIOR A 25 MM².

ACERCA DE LA INSTALACION DE LOS CONDUCTORES, TENGASE EN CUENTA LO SIGUIENTE:

- SE ESCOGERAN LOS RECORRIDOS QUE TENGAN LA MENOR LONGITUD POSIBLE.
- EL RECORRIDO DEBE DESARROLLARSE SIN GIROS BRUSCOS (EN LOS CAMBIOS DE DIRECCION EVITENSE LAS ARISTAS VIVAS.
- EVITESE QUE LOS CONDUCTORES SEAN ACCESIBLES: UN CONTACTO FORTUITO, PUEDE RESULTAR PELIGROSO.

SECCIONES MINIMAS DE LOS CONDUCTORES PARA LA PUESTA A TIERRA DE PARTES DE UNA INSTALACION DE TENSION NOMINAL 1000 VOLTS, EN LA INDUSTRIA.

SECCION DEL CONDUCTOR DE FASE QUE ALIMENTA LA MAQUINA O EL APARATO (MM2)	SECCION MINIMA DEL CONDUCTOR DE TIERRA.	
	FORMANDO PARTE DEL MISMO CABLE O ALOJADO EN EL MISMO TUBO QUE EL CONDUCTOR DE FASE. (MM2)	NO FORMANDO PARTE DEL MISMO Y SIN ESTAR ALOJADO EN EL MISMO TUBO QUE EL CONDUCTOR DE FASE. (MM2)
MENOR O IGUAL A 5	SECCION DEL CONDUCTOR DE FASE	5
MAYOR QUE 5 Y MENOR O IGUAL A 16	SECCION DEL CONDUCTOR DE FASE. 1/160 CON UN MINIMO DE 16 PARA CONDUCTORES DE COBRE (*) 1/100 CON UN MINIMO DE 35 PARA CONDUCTORES DE ALUMINIO (*) 1/60 CON UN MINIMO DE 50 PARA CONDUCTORES DE ACERO (*)	
I = MAXIMA CORRIENTE DE TIERRA, PREVISTA PARA EL CONDUCTOR DE TIERRA, EXPRESADA EN AMPERIOS (**)		

* DICHOS VALORES SON APLICABLES TAMBIEN A LAS INSTALACIONES DE TENSION SUPERIOR A 1000 V, CUALQUIERA QUE SEA LA SECCION DEL CONDUCTOR DE FASE.

** RESPECTO AL VALOR DE MAXIMA CORRIENTE DE TIEMPO PREVISTA PARA EL CONDUCTOR DE TIERRA, SE REQUIERE CONSULTAR A LA CIA. DE LUZ Y FUERZA O BIEN A LA C.F.E.

I N T E R R U P T O R E S

1.5 INTERRUPTORES

UN INTERRUPTOR ES UN DISPOSITIVO CUYA FUNCION ES INTERRUPTIR Y RESTABLECER LA CONTINUIDAD EN UN CIRCUITO ELECTRICO. SI LA OPERACION SE EFECTUA SIN CARGA (CORRIENTE), EL INTERRUPTOR RECIBE EL NOMBRE DE DES CONECTADOR O CUCHILLA DESCONECTADORA. SI EN CAMBIO LA OPERACION DE APER TURA O CIERRE LA EFECTUA CON CARGA (CORRIENTE NOMINAL) O CON CORRIENTE DE CORTO CIRCUITO (EN CASO DE ALGUNA PERTURBACION), EL INTERRUPTOR RECIBE EL NOMBRE DE DISYUNTOR O INTERRUPTOR DE POTENCIA. POR LO CUAL SI LOS CLASIFICAMOS POR SU CICLO DE TRABAJO TENDREMOS.

- DESCONEXION NORMAL
- INTERRUPCION DE CORRIENTE DE FALLA
- CIERRES CON CORRIENTES DE FALLA
- INTERRUPCION DE CORRIENTES CAPACITIVAS
- INTERRUPCION DE PEQUEÑAS CORRIENTES INDUCTI VAS
- FALLAS DE LINEA CORTA (FALLA KILOMETRICA)
- OPOSICION DE FASE DURANTE LAS SALIDAS DEL SISTEMA
- RECIERRES AUTOMATICOS RAPIDOS
- CAMBIOS SUBITOS DE CORRIENTE DURANTE LAS OPERACIONES DE MANTOBRA

LOS INTERRUPTORES SON LA PARTE PRINCIPAL DE UN TABLERO. DE LA CALIDAD Y DE SU CORRECTA APLICACION DEPENDE LA BONDAD DEL TABLERO. EN MEXICO HAY TRES TIPOS DE INTERRUPTORES, QUE HAN GANADO LA ACEPTACION DE LOS USUARIOS: EL TERMOMAGNETICO EN CAJA DE PLASTICO; EL ELECTRO MAGNETICO Y EL DE NAVAJAS CON FUSIBLE DE ALTA CAPACIDAD INTERRUPTIVA. LOS INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS SON LOS QUE MAS SE EMPLEAN Y LOS MAS PRACTICOS, POR EL PEQUERO ESPACIO QUE OCUPAN, POR PODERSE ACOMODAR Y CONECTAR UNO AL LADO DEL OTRO Y POR SER ECONOMICOS DENTRO DE SU FUNCIONAMIENTO SEGURO Y EFICIENTE. SE FABRICAN DE 1 A 3 POLOS HASTA 100 A. Y DE 2 Y 3 POLOS HASTA 2500 A. UNIVERSALMENTE SE EMPLEAN COMO INTERRUPTORES DERIVADOS Y EN MUCHOS CASOS, CUANDO LA SELECTIVIDAD DE DISPARO DEL INTERRUPTOR, NO ES FACTOR MUY IMPORTANTE, SE USAN COMO INTERRUPTORES PRINCIPALES O GENERALES.

LOS INTERRUPTORES ELECTROMAGNETICOS SON MAS ROBUSTOS, CAPACES DE UN NUMERO MAYOR DE OPERACIONES SIN REPARACIONES Y SUSCEPTIBLES DE -- AJUSTES DEL TIEMPO DE APERTURA PARA PERMITIR QUE EN SOBRECARGAS SEVERAS O CORTOS CIRCUITOS SE ABRAN PRIMERO LOS INTERRUPTORES DERIVADOS QUE ALIMENTAN EL CIRCUITO DONDE EXISTA LA FALLA, ESTOS INTERRUPTORES SON MUCHO MAS CAROS QUE LOS TERMOMAGNETICOS.

LOS INTERRUPTORES CON FUSIBLE DE ALTA CAPACIDAD INTERRUPTIVA SON ECONOMICOS, PUEDEN ABRIR CORTO CIRCUITOS DE 100,000 A., PERO TIENEN LA DESVENTAJA DE NO PODER DESCRIMINAR EL CIRCUITO DE FALLA, SIN EMBARGO, RESUELVEN ALGUNOS CASOS, CUANDO LOS INTERRUPTORES SE COLOCAN O DERIVAN DE FUENTES O BLOQUES DE GRAN CAPACIDAD.

INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS:

ESTOS INTERRUPTORES SON FABRICADOS PRINCIPALMENTE POR TRES -- COMPAÑIAS NORTEAMERICANAS: GENERAL ELECTRIC, WESTINGHOUSE E I.T.E. CIR-- CUIT BREAKER CO. HAY OTRAS FABRICAS QUE LOS PRODUCEN, CON LICENCIA DE -- LAS YA CITADAS, EN JAPON, ITALIA, Y LIMITADAS A CAPACIDADES PEQUEÑAS, EN MEXICO. TODAS LAS PRINCIPALES FABRICAS ANTES DICHAS TIENEN, CON MAS O -- MENOS VARIACIONES, LOS MISMOS PRODUCTOS. LA TABLA 1 MUESTRA: LOS TIPOS, LAS TENSIONES DE APLICACION, NUMERO DE POLÓS, CORRIENTES NORMALES Y DE - CORTO CIRCUITO SIMETRICO.

INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS

DESIGNACION			N° DE POLOS	TENSION VOLTS	CORRIENTE AMPERES	
G.E.	W	I.T.E.			*NORMAL	INTERRUPTIVA
TE	EA	E	1, 2, 3	240	15 - 100	7,500
TEF	FA	EF	2, 3	240	15 - 100	18,000
				480	15 - 100	14,000
TFJ	JA	FJ	2, 3	240	70 - 225	22,000
				480	70 - 225	18,000
TJJ	LA	JJ	2, 3	240	250 - 400	35,000
				480	250 - 400	22,000
				KM	2, 3	240
480	250 - 800	30,000				
TKM	MA	KP	2, 3	240	125 - 1200	42,000
				480	125 - 1200	30,000
				PA	HR	2, 3
480	600 - 2000	50,000				
S-2500			2, 3	240	600 - 2500	150,000
				480	600 - 2500	100,000

*.- CALIBRACIONES NORMALES: 15, 20, 30, 40, 50, 70, 100, 125, 150, 175, 200, 225, 250, 300, 350, 400, 500, 600, 700, 800, 1000, 1200, 1600, - 2000, 2500 AMPERES.

CAPACIDAD INTERRUPTIVA SIMETRICA.

LOS INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS SON AFECTADOS EN SU CALIBRACION POR VARIOS FACTORES QUE HAY QUE TOMAR EN CONSIDERACION CUANDO SE -

REQUIERA MUCHA PRECISION. EN LA PRACTICA NO ES MUY NECESARIO, PUES GENERALMENTE SE TOMAN CALIBRACIONES SUPERIORES A LAS CARGAS NORMALES. SIN EMBARGO, ENSEGUIDA SE DAN LOS FACTORES QUE AFECTAN LA CALIBRACION DEL INTERRUPTOR: POR TEMPERATURA AMBIENTE, POR CICLO DE OPERACION, POR FRECUENCIA Y ALTITUD BAROMETRICA DEL LUGAR. LA CALIBRACION DEL INTERRUPTOR DEBE SER, EN ESTAS CONDICIONES DE EXACTITUD, COMO SIGUE.

ICORREGIDA = I NORMAL X A X B X C X D.

LOS FACTORES A,B,C,Y D APARECEN EN LA TABLA 2

FACTORES DE CORRECCION

A. POR TEMPERATURA AMBIENTE

TEMP. AMB. °C	CAPACIDADES			
	15-100 A	70 - 400 A	250 - 800 A	450 - 1200 A
0	1.00	0.88	0.88	0.89
10	1.05	0.94	0.92	0.94
15	1.07	0.96	1.00	1.01
25	1.12	1.05	1.04	1.05
35	1.20	1.18	1.18	1.16
40	1.25	1.25	1.25	1.21

B. POR CARGA.

CARGA CONSTANTE	1.00
CAPACITORES	1.35
SOLDADORAS POR RESIS TENCIA	3.00

C. POR FRECUENCIA.

50 Hz	0.99
60 Hz	1.00
120 Hz	1.02

D. POR ALTITUD BAROMETRICA.

NIVEL DEL MAR A 2000 M.	1.00
2000 A 3000 A	1.04

EJEMPLO: I NORMAL = 118 AMP,
 CORRESPONDERIA A UN INTERRUPTOR DE 125 A,
 TEMP. = 35°C (A = 1.18)
 CARGA CONSTANTE (B = 1.00)
 FRECUENCIA 60 Hz (C = 1.00)
 ALTURA = 3000 M. (D = 1.04)

I CORREGIDA = 118 X 1.18 X 1.0 X 1.0 X 1.04 = 144.80 AMP
 CORRESPONDERIA A UN INTERRUPTOR DE 150 AMP.

LA APLICACION DE INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS A MOTORES ES BASTANTE SATISFACTORIA, PARA MOTORES NORMALES CON TEMPERATURAS NO MAYORES DE 40°C Y COLOCADOS LOS INTERRUPTORES EN GABINETES EN COMBINACION CON ARRANCADORES.

LA TABLA N°3, DA LA CALIBRACION APROXIMADA PARA DIFERENTES MOTORES TRIFASICOS. SE SUPONE PARA UN MOTOR AL QUE SE LE APLICA DIRECTAMENTE LA TENSION DE LA LINEA, QUE ESTE TOMA UN 250% DE LA CORRIENTE NORMAL. CON UN ARRANCADOR A TENSION REDUCIDA TOMA 200% DE LA TENSION NORMAL. POR ULTIMO PARA UN MOTOR CON ROTOR DEVANADO, CON ARRANCADOR DE RESISTENCIAS EN EL, SE TENDRA SOLO UNA CORRIENTE AL 150% DE LA NORMAL. LA SELECCION DE LOS INTERRUPTORES O UNIDADES DE DISPARO SE HA HECHO AJUSTAN DOSE A LOS TAMAÑOS MAS USUALES EN MEXICO.

APLICACION DE INTERRUPTORES EN MOTORES

- A.- TIPO JAULA DE ARDILLA, ARRANQUE A TENSION PLENA
 B.- TIPO JAULA DE ARDILLA, ARRANQUE A TENSION REDUCIDA
 C.- TIPO DEVANADO, ARRANQUE A TENSION PLENA

			CALIBRACION DEL INTERRUPTOR EN AMPERES		
H.P.	VOLTS	AMPERES	A	B	C
1 1/2	220	5.0	15	15	15
	440	2.5	15	15	15
2	220	6.5	15	15	15
	440	3.3	15	15	15
3	220	9.0	20	20	15
	440	4.5	15	15	15
5	220	15.0	40	30	20
	440	7.5	20	15	15
7 1/2	220	22.0	50	40	30
	440	11.0	30	20	15
10	220	27.0	70	50	40
	440	14.0	40	30	20
15	220	40.0	100	100	70
	440	20.0	50	50	30
20	220	52.0	125	100	100
	440	26.0	70	50	50
25	220	64.0	200	125	100
	440	32.0	100	70	50
30	220	78.0	200	150	125
	440	39.0	100	100	70
40	220	104.0	225	200	150
	440	52.0	125	100	70
50	220	125.0	300	225	200
	440	63.0	150	125	100
60	220	150.0	400	300	225
	440	75.0	200	150	125
75	220	185.0	500	400	300
	440	93.0	250	200	150
100	220	246.0	600	500	400
	440	123.0	300	225	200
125	220	310.0	800	600	500
	440	155.0	400	300	225

150	220	360.0	1000	800	500
	440	180.0	500	400	225
200	220	480.0	1200	1000	800
	440	240.0	600	500	400

TABLA #3

INTERRUPTORES ELECTROMAGNETICOS:

COMO LOS INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS, EN MEXICO SON MAS CONOCIDOS LOS DE FABRICACION NORTEAMERICANA: GENERAL ELECTRIC, WESTINGHOUSE, TAMBIEN LOS DE FABRICACION SUIZA BROWN BOVERE, FABRICACION INGLESA, ENGLISH ELECTRIC Y ALEMAN SIEMENS. SON ESTOS INTERRUPTORES MAS FUERTES -- MECANICAMENTE, NO SON AFECTADOS TANTO POR LA TEMPERATURA COMO LOS TERMOMAGNETICOS Y TIENEN ELEMENTOS DE AJUSTE, EN AMPERES Y TIEMPO, QUE PERMITE SELECCIONAR EL INTERRUPTOR QUE DEBE ABRIRSE EN UN SISTEMA CUANDO SE PRESENTE UNA FALLA. UN INCONVENIENTE DE ESTOS INTERRUPTORES, ESPECIALMENTE PARA MEXICO, ES SU PRECIO ELEVADO, CASI EL DOBLE DEL TERMOMAGNETICO.

LAS ESPECIFICACIONES DE LOS INTERRUPTORES ELECTROMAGNETICOS QUE AQUI DAMOS SE AJUSTAN, CON LIGERAS VARIACIONES, A TODAS LAS MARCAS ARRIBAS MENCIONADAS.

EL ELEMENTO DE DISPARO DE ESTOS INTERRUPTORES TIENEN CUALESQUIERA DE LOS SIGUIENTES ELEMENTOS BASICOS. (VER TABLA #4)

- 1.- UN ELEMENTO DE RETARDO A TIEMPO LARGO, SUSCEPTIBLE DE AJUSTARSE EN SEGUNDOS, MINUTOS O EN HORAS.
- 2.- UN ELEMENTO DE RETARDO A TIEMPO CORTO, SUSCEPTIBLE DE AJUSTARSE EN CICLOS O SEA DE 2 EN 2 CENTIMOS DE SEGUNDO,
- 3.- UN ELEMENTO DE DISPARO INSTANTANEO QUE OPERA EN FRACCIONES DE SEGUNDO SIN AJUSTE PREVIO.

INTERRUPTORES			TRIPOLARES ELECTROMAGNETICO		
DESIGNACION			TENSION	CORRIENTE NORMAL	CAPACIDAD INTERRUPTIVA MAXIMA SIME--
G.E.	W.	E.E.	VOLTS	MAXIMA AMPERES	TRICA AMPERES
AK-15	DB-15		240	225	25,000
			480	225	22,000
AK-25	BB-25	OB-23	240	600	42,000
			480	600	30,000
AK-50	DB-50	OB-23	240	1600	65,000
			480	1600	50,000
AK-75	DB-75	OB-24	240	3000	85,000
			480	3000	65,000
AK-100	DB-100		240	4000	130,000
			480	4000	85,000

CALIBRACIONES NORMALES EN AMPERES:

AK - 15 : 15, 20, 30, 40, 50, 70, 90, 100, 125, 150, 175, 200, 225

AK - 25 : 40, 70, 90, 100, 125, 150, 175, 200, 225, 250, 300, 400, 500, 600

AK - 50 : 200, 225, 250, 300, 350, 400, 500, 600, 800, 1000, -- 1200

AK - 75 : 2000, 2500, 3000

AK - 100 : 4000

SELECCION DE INTERRUPTORES:

PARA PODER SELECCIONAR ADECUADAMENTE UN INTERRUPTOR, DESTINADO A UN SISTEMA ELECTRICO, ES NECESARIO TENER EN CUENTA LAS SIGUIENTES CARACTERISTICAS QUE SON LAS MAS IMPORTANTES: VOLTAJE, CORRIENTE NORMAL Y CAPACIDAD INTERRUPTIVA. LAS DOS PRIMERAS SON DE DETERMINACION MAS SENCILLA QUE LA TERCERA, SIENDO ESTA ULTIMA DE LA QUE AHORA EXPLICAREMOS.

LA CAPACIDAD INTERRUPTIVA ES LA QUE TIENE UN INTERRUPTOR PARA -- ABRIR UN CIRCUITO ELECTRICO EN CONDICIONES ANORMALES DE SOBRECORRIENTES MUY ELEVADAS. LAS CONDICIONES ANORMALES MAS DESFAVORABLES PARA UN INTERRUPTOR SON LAS DE CORTOCIRCUITO.

SI UN INTERRUPTOR NO ESTA FABRICADO PARA RESISTIR LAS ENORMES -- FUERZAS MECANICAS EXPANSIVAS Y EL GRAN CALOR GENERADO EN SUS CONTACTOS - PRODUCIDOS POR LA ACCION DE VARIOS MILES DE AMPERES QUE UN CORTOCIRCUITO OCACIONA, SE DESTRUIRA IRREMEDIABLEMENTE AL ENCONTRARSE CON ESTE FENOMENO.

SE COMPRENDE FACILMENTE QUE PARA UN MISMO VOLTAJE Y UNA MISMA -- CORRIENTE NORMAL, EL INTERRUPTOR DE MAYOR CAPACIDAD INTERRUPTIVA ES EL - MAS CARO, PUES EN SU FABRICACION SE INCORPORARON ELEMENTOS MECANICOS MAS RESISTENTES Y OTROS DISPOSITIVOS AUXILIARES PARA AMORTIGUAR LOS EFECTOS ELECTRICOS DE UN CORTOCIRCUITO. DE AQUI DERIVA LA IMPORTANCIA DE CONO - CER PRIMERAMENTE, CUAL SERA LA CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO EN UN SISTEMA, PARA ASI PODER DESPUES, ELEGIR EL INTERRUPTOR MAS ADECUADO.

CORTOCIRCUITO. SUPONGAMOS UN CORTOCIRCUITO SIMPLE, MONOFASICO, PARA HACER MAS FACIL COMPRENDER LA TEORIA.

NORMALMENTE UN GENERADOR DA ENERGIA A DIVERSOS APARATOS, QUE SE - TRANSFORMA EN FUERZA, EN CALOR Y EN LUZ. EN UN MOMENTO DADO POR ACCIDEN - TE O ERROR DE CONEXIONES, PUEDE SUCEDER UN CORTOCIRCUITO Y ENTONCES LA - ENERGIA SE REVIERTE SOBRE EL MISMO GENERADOR PROVOCANDO MUY ALTAS CORRIEN - TES DESTRUCTIVAS EN EL PROPIO GENERADOR, LINEAS Y OTROS APARATOS.

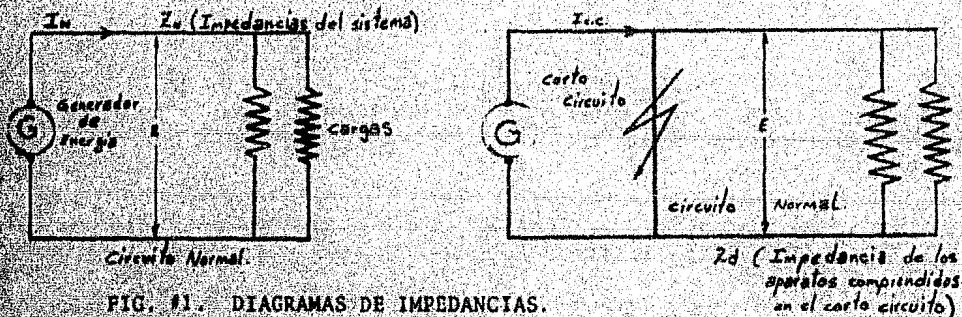


FIG. #1. DIAGRAMAS DE IMPEDANCIAS.

EN AMBOS CASOS ES VALIDA LA LEY DE OHM. EN EL CASO DE CORTOCIRCUITO SE TENDRA:

$$I_{cc} = \frac{E}{Z_d} = \frac{E}{\sqrt{R_d^2 + X_d^2}}$$

COMO LA RESISTENCIA R ES MUY PEQUEÑA EN COMPARACION CON LA REACTANCIA X, SE ACEPTA POR CONVECCION:

$$I_{cc} = \frac{E}{X_d} \text{ ----- (1)}$$

DEBE TOMARSE EN CUENTA EL VALOR DE R, CUANDO SU RELACION X/R SEA MENOR DEL 50%.

X_d ES LO QUE SE LLAMA REACTANCIA DE DISPERSION DEL GENERADOR Y POR EXTENSION TAMBIEN SE APLICA ESE NOMBRE A LA REACTANCIA DE LOS DEMAS ELEMENTOS DEL CIRCUITO INVOLUCRADOS CON EL CORTOCIRCUITO.

SI EL CORTOCIRCUITO OCURRE EN EL PRECISO MOMENTO EN QUE LA F.E.M. NO ES MAXIMA, LA CORRIENTE SE HACE ASIMETRICA. SE SUPONE, AL ESTUDIAR LOS OSCILOGRAMAS, QUE SE HA SUPERPUESTO UNA CORRIENTE UNIDIRECCIONAL DE CORRIENTE DIRECTA. (FIG. 3).

EL VALOR MAXIMO INSTANTANEO QUE ADQUIERE LA CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO SE LE LLAMA DE CHOQUE; A LA QUE ADQUIERE EL CIRCUITO DESPUES DE UNOS PERIODOS (DE 2 A 5 O SEA DE UNOS 0.05 A 0.10 SEGUNDOS SE LE LLAMA PERMANENTE O SINCRONA), QUE SON LOS VALORES INTERESANTES PARA LA APLICACION DE INTERRUPTORES AUTOMATICOS. EN ALTERNADORES MODERNOS, DEBIDO A SUS ARROLLAMIENTOS AMORTIGUADORES, LA CORRIENTE DE CHOQUE NO EXCEDE DE 15 VECES LA CORRIENTE NORMAL Y LA PERMANENTE NO MAS DE 2 VECES.

A LOS INTERRUPTORES SE LES ASIGNA, ADEMAS DE LA CORRIENTE NORMAL QUE SON CAPACES DE INTERRUMPIR, UNA CAPACIDAD DE RUPTURA QUE ES EL VALOR EFICAZ DE LA CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO QUE COMO MAXIMO PUEDE INTERRUMPIR CON SOLO UN LIGERO DETERIODO DE SUS CONTACTOS. COMO SE SABE, EL VALOR EFICAZ HS LA RAIZ CUADRADA DE LA SUMA DE LOS CUADRADOS DE LOS VALORES EFICACES DE LAS COMPONENTES ALTERNA Y UNIDIRECCIONAL.

CALCULO: LOS DOS TERMINOS DE LA ECUACION (1) LOS DIVIDIMOS ENTRE /N, CORRIENTE NORMAL Y SE TIENE:

$$\frac{I_{cc}}{I_N} = \frac{E}{X_d I_N} = \frac{1}{X_d \cdot \frac{I_N}{E}}$$

MULTIPLICADO POR 100

$$\frac{I_{cc}}{I_N} = \frac{100}{X_d \cdot I_N \times 100} \text{ ----- (2)}$$

E

EL DIVISOR $X_d \cdot I_n / 100$, ES UNA CAIDA DE TENSION EN % DE E, TERMINO QUE SE HA ADOPTADO POR LOS FABRICANTES DE MAQUINARIA COMO UN VALOR NORMALIZADO Y SE LE LLAMA REACTANCIA PORCENTUAL.

$$X \% = \frac{X_d \cdot I_n}{E} 100 \text{ ----- (3)}$$

CON ESTE VALOR PROPORCIONADO POR LOS FABRICANTES (v.g. UN TRANSFORMADOR CON 5%, UN ALTERNADOR CON 20% DE REACTANCIA PORCENTUAL) SE OBTIENE LA RELACION PRACTICA.

$$\frac{I_{cc}}{I_n} = \frac{100}{X \%} \text{ ----- (4)}$$

TAMBIEN PUEDE IDENTIFICARSE EN UNIDADES INDUSTRIALES, SABIENDO QUE E = 100 (KV).

$$Y \text{ QUE } KVA = \sqrt{3} (KV) \cdot I$$

$$\text{SE TIENE } I_n = \frac{(KVA)_n}{\sqrt{3} \cdot (KV)}$$

$$I_{cc} = \frac{KV_{acc}}{\sqrt{3} (KV)}$$

SUSTITUYENDO EN LA ECUACION (3) SE TIENE.

$$X \% = \frac{X_d \cdot (KVA)_n}{\sqrt{3} (KV) \cdot 1000 (KV)} 100$$

$$X \% = \frac{X_d \cdot (KVA)_n}{10 \sqrt{3} \cdot (KV)^2} \text{ ----- (5)}$$

Y SUSTITUYENDO EN LA (4)

$$X \% = \frac{(KVA)_n}{(KVA)_{cc}} 100 \text{ ----- (6)}$$

CON LAS ECUACIONES ANTERIORES ESTAREMOS EN POSIBILIDAD DE CONOCER I_{cc} O $(KVA)_{cc}$, SIEMPRE QUE TENGAMOS LOS DATOS FISICOS DEL SISTEMA ELECTRICO, CON RELACION A SUS REACTANCIAS EN OHMS X_d O SUS REACTANCIAS PORCENTUALES $X\%$.

AL CALCULAR LA REACTANCIA DE UNA RED DONDE HAYA VARIAS POTENCIAS, SE TENDRA CUIDADO DE MANTENER UNA MISMA BASE A SEMEJANZA DE LO QUE SE HACE EN UN DIBUJO, MANTENIENDO VALORES COMPARABLES A LA MISMA ESCALA. DICHO EN OTRAS PALABRAS, SI SE TOMA COMO POTENCIA BASE LA SUMA DE TODAS LAS POTENCIAS QUE DEN ENERGIA AL CORTOCIRCUITO Y LAS REACTANCIAS REDUCIDAS A UNA SOLA, PUEDE SUPONERSE, ENTONCES, COMO SI SE TRATARA DE UN ALTERNADOR UNICO CON UNA SOLA REACTANCIA.

DE LA ECUACION (6), PARA UNA MISMA POTENCIA DE CORTOCIRCUITO:

$$(KVA)_{cc} = \frac{100}{X''_1} (KVA)'_n = \frac{100}{X''_1} (KVA)_n$$

Y DE AQUI QUE $X''_1 = \frac{X'_1}{(KVA)'_n} X'_1$

QUE ES LA FORMULA PARA PONER A UNA MISMA BASE LAS REACTANCIAS, COMO SIGUE:

$$X \text{ BASE } 1 = X'_1 (KVA) \text{ BASE } \text{-----} (7)$$

(KVA) DE PASO.

PARA CALCULAR LA REACTANCIA UNICA SE SUMAN LAS REACTANCIA A LA MANERA USUAL QUE SE HACE CON LAS RESISTENCIAS.

EN SERIE $X_{s1} = X'_1 + X''_1 + \text{-----} \text{ ETC.}$

EN PARALELO $\frac{1}{X_{s1}} = \frac{1}{X'_1} + \frac{1}{X''_1} + \text{-----} \text{ ETC.}$

EN ESTE ULTIMO CASO, CUANDO SOLO HAYA DOS TERMINOS

$$X_{s1} = \frac{X'_1 \cdot X''_1}{X'_1 + X''_1}$$

EN ALGUNAS OCACIONES SE ENCUENTRAN REACTANCIAS FORMANDO MALLA.

ENTONCES ES UTIL CONVERTIR UNA CONEXION DELTA EN OTRA EQUIVALENTE---ESTRELLA.

HECHA ESTA EQUIVALENCIA X'_c Y X'_b SE SUMAN EN PARALELO Y EL RESULTADO SE SUMA EN SERIE CON X'_a Y SE OBTIENE UNA SOLA REACTANCIA.

POR ULTIMO PARA OBTENER LA POTENCIA DE CORTOCIRCUITO EN UN PUNTO DETERMINADO:

$$(KVA)_{cc} = \frac{100}{(X_{s1} \text{ BASE})'_1} (KVA) \text{ BASE } \text{----} (8)$$

PARA OBTENER LA CAPACIDAD DE RUPTURA DE UN INTERRUPTOR, AUTOMATICO COMO ELEMENTOS DE APERTURA RETARDADA O RELES, SE TOMARA EN CONSIDERACION TANTO ESTE TIEMPO DE RETARDO, QUE GENERALMENTE ES DE 0.10 A 0.20 SEGUNDOS, COMO LA REACTANCIA PORCENTUAL TOTAL, OBTENIENDOSE ASI UN FACTOR QUE ES MENOS QUE EL FACTOR.

$$\frac{100}{(X_{s1} \text{ BASE})'_1}$$

EN ESTO ESTriba LA VENTAJA DE USAR INTERRUPTORES CON ELEMENTOS DE RETARDO.

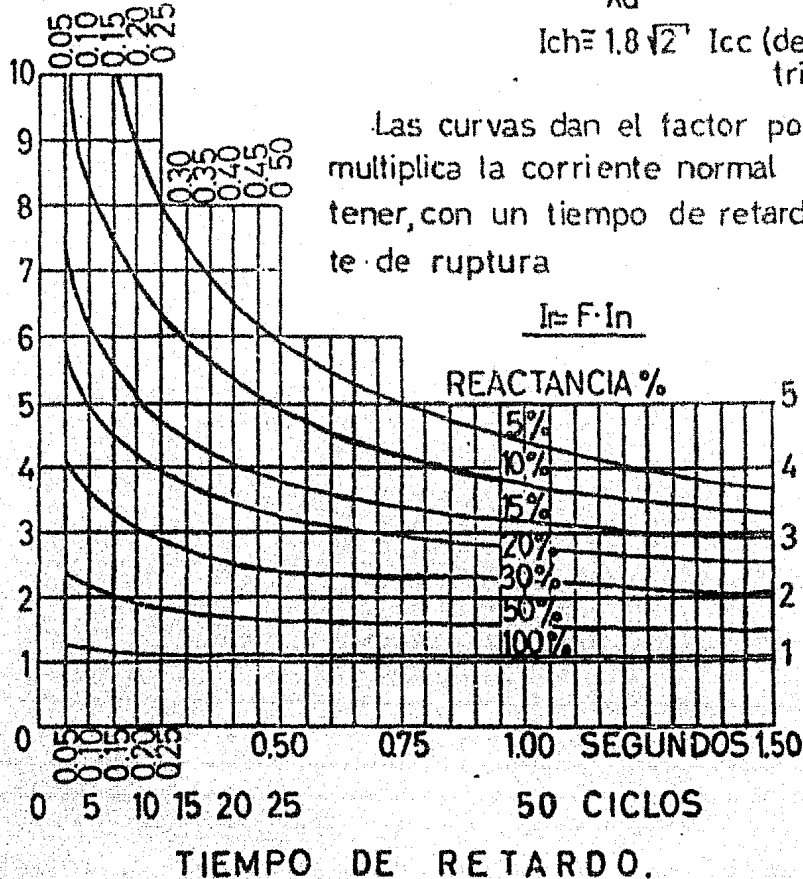
EL FACTOR DE RETARDO DEL TIEMPO EN LAS CURVAS DE LA FIG. (3) Y LA CAPACIDAD DE RUPTURA ES:

$$(KVA)_r = F \times (KVA) \text{ BASE} \text{-----} (9)$$

O BIEN
$$I_r = F \times \frac{(KVA) \text{ BASE}}{3 (KV)} \text{-----} (10)$$

(KV) ES EL VOLTAJE DONDE SE VERIFICA EL CORTOCIRCUITO.

$$\text{FACTOR} = \frac{I_r}{I_n} = \frac{\text{KVAR}}{\text{KVA}_n}$$



$$I_{cc} \cong \frac{E}{X_d} \quad (\text{efectivos ó simétricos})$$

$$I_{ch} \cong 1.8 \sqrt{2} I_{cc} \quad (\text{de choque ó asimétricos})$$

Las curvas dan el factor por el que se multiplica la corriente normal I_n para obtener, con un tiempo de retardo, la corriente de ruptura

SISTEMAS DE PROTECCION

SISTEMAS DE PROTECCION

INTRODUCCION

LA PROTECCION DE EQUIPOS ELECTRICOS CONTRA FALLAS ELECTRICAS, UNA PARTE COMPONENTE DE TODOS LOS EQUIPOS ELECTRICOS, Y CON-- ELLO, UNA PARTE FUNDAMENTAL DE TODA LA ELECTROTECNICA.

EN ATENCION A LOS VALORES QUE SE MANTIENEN POR MEDIO DE LA -- PROTECCION, ESTA TAMBIEN ES UNA DE LAS PARTES MAS IMPORTANTES DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS.

DEBIDO A QUE EL TEMA DE PROTECCION OCUPA UN ESPACIO MUY AM-- PLIO EN LA ELECTROTECNICA, NOS ENFOCAREMOS ESPECIFICAMENTE A LA NECESIDADES EN LAS REDES DE LA PLANTA DE PINTURAS DUPONT, -- YA QUE GENERALMENTE, BAJO ESTOS RANGOS TRABAJA LA MEDIANA IN-- DUSTRIA.

EL REQUERIMIENTO FUNDAMENTAL EN LA PROTECCION ES DE LIMITAR -- EL EFECTO DE UNA FALLA SOBRE EL SERVICIO DE LA RED, POR EJEM-- PLO, EL ABATIMIENTO DE TENSION Y CON ELLO LA SALIDA DEL SERVI-- CIO DE MOTORES, ETC. Y REDUCIR A SU EXPRESION MINIMA LA PER-- TURBACION EN LAS PARTES DE LA RED NO DIRECTAMENTE AFECTADAS, -- ASI COMO REDUCIR LA DESTRUCCION EN LA PARTE AFECTADA. ESTE -- REQUERIMIENTO SIGNIFICA, POR UN LADO, SELECTIVIDAD, O SEA, -- UNA DETERMINACION PERFECTAMENTE CLARA DE LA PARTE DE LA RED -- AFECTADA POR LA FALLA Y LA DESCONEXION DE ESTA SOLAMENTE, Y -- POR OTRO, EL REQUERIMIENTO DE LIMITACION DE LOS EFECTOS DE LA FALLA A UNA MAGNITUD MINIMA SIGNIFICA QUE EL SISTEMA DE PROTE-- CCION TRABAJE A LA MAYOR VELOCIDAD POSIBLE.

LA PROTECCION DE LA RED ESTA CONSTRUIDA CON EL PENSAMIENTO DE RECONOCER LA EXISTENTE DE UNA FALLA POR MEDIO DE LAS CONDICIO-- NES ELECTRICAS ANORMALES Y EXISTENTES Y CON BASE EN LAS MIS-- MAS Y CON CRITERIOS ADICIONALES, DETERMINAR DONDE DEBE DESCO-- NECTARSE.

CASO DE LA PROTECCION DIFERENCIAL DE UN TRANSFORMADOR TRIFASICO CONECTADO EN Δ -Y.

EN LOS TRANSFORMADORES TRIFASICOS LA CONEXION DIFERENCIAL DE LOS T.C. A LOS RELEVADORES DEBEN CUMPLIR CON UN CORRECTO FASEADO Y RELACION DE TRANSFORMACION.

EL FASEADO DE UNA PROTECCION DIFERENCIAL ES MUY IMPORTANTE PUESTO QUE DE NO EFECTUARSE CORRECTAMENTE PROVOCARA FALSAS OPERACIONES.

PARA LLEVAR A CABO UN FASEADO DEBE ESTABLECERSE EL SIGUIENTE CONCEPTO:

POLARIDAD. - LA POLARIDAD DE UN TRANSFORMADOR NO PUEDE SER MAS QUE ADITIVA O SUSTRACTIVA, REPRESENTADA EN LOS DIAGRAMAS POR MEDIO DE UNAS MARCAS QUE PUEDEN SER, CIRCULOS, LLENOS O CUADROS PEQUEÑOS O LAS LETRAS H EN ALTA TENSION Y X EN BAJA TENSION. ESTAS MARCAS DE POLARIDAD SIRVEN, COMO PUNTO DE REFERENCIA PARA DETERMINAR EL SENTIDO DE LAS CORRIENTES INSTANTANEAS Y OBSERVAN LA SIGUIENTE REGLA GENERAL:

LAS MARCAS DE POLARIDAD CORRESPONDIENTES INDICAN QUE POR UNA DE ELLAS ENTRA LA CORRIENTE Y POR LA OTRA SALE EN EL MISMO INSTANTE, ES DECIR SI INMAGINAMOS QUE, EN UN MOMENTO ENTRA A UN TRANSFORMADOR POR LA MARCA DE POLARIDAD DE SU PRIMARIO LA CORRIENTE EN EL SECUNDARIO ESTARA SALIENDO POR SU MARCA DE POLARIDAD. SI EL SENTIDO A LA ENTRADA CAMBIA (SALE) EN LA MARCA DE POLARIDAD DE SU PRIMARIO, LA CORRIENTE EN EL SECUNDARIO ENTRARA ENTRANDO POR SU MARCA DE POLARIDAD. SI POR H, ENTRA LA CORRIENTE, POR X₁ DEBE INDICARSE COMO SALIENDO DEL APARATO.

EL PROCEDIMIENTO PARA FASEAR SE DESARROLLA TOMANDO EN CUENTA LAS SIGUIENTES REGLAS:

- 1) CONSIDERAR QUE LAS CORRIENTES PRINCIPALES ESTEN ENTRANDO AL EQUIPO POR PROTEGER Y SALIENDO POR EL OTRO LADO.
- 2) FIJAR LA CONEXION DIFERENCIAL DE UN LADO ARBITRARIAMENTE ESTANDO LA OTRA SUPEDITADA A LA PRIMERA.

PARA ENTENDER MEJOR EL METODO SE EXPONE EL SIGUIENTE EJEMPLO:

TRANSFORMADOR 3 ϕ , 10 MVA, 66/13.8 KV

PROTECCION DE SUBESTACIONES CON RELEVADORES

EN EL PRESENTE CAPITULO, SE EXPONDRÁ BÁSICAMENTE LA PROTECCION DEL TRANSFORMADOR DE POTENCIA UBICADO EN LAS SUBESTACIONES.

LOS TRANSFORMADORES DE POTENCIA SOLO PUEDEN SUFRIR CORTOCIRCUITOS, CIRCUITOS ABIERTOS Y SOBRECALENTAMIENTOS EN LOS ARROLLAMIENTOS. EN LA PRACTICA NO ESTA PREVISTO EL RELEVADOR DE PROTECCION CONTRA CIRCUITOS ABIERTOS, DEBIDO A QUE ESTOS EN SI NO SON PERJUDICIALES. AUN PARA TRANSFORMADORES NO ATENDIDOS TAMPOCO ESTA PREVISTA LA PROTECCION CONTRA SOBRECALENTAMIENTO O SOBRECARGA; PUEDE HABER ACCESORIOS TERMICOS PARA HACER SONAR UNA ALARMA O PARA CONTROLAR BANCOS DE VENTILADORES PERO POR LO GENERAL NO SE PRACTICA EL DISPARO AUTOMATICO DE LOS INTERRUPTORES DE LOS TRANSFORMADORES. RESTA, ENTONCES, SOLO LA PROTECCION CONTRA CORTOCIRCUITOS EN LOS TRANSFORMADORES O EN SUS CONEXIONES Y LA PROTECCION DE RESPALDO CONTRA FALLA EXTERNA.

EN LA PRACTICA, SE ACOSTUMBRA RECOMENDAR PROTECCION DIFERENCIAL DE PORCENTAJE PARA LA PROTECCION CONTRA CORTOCIRCUITOS EN LOS BANCOS DE TRANSFORMADORES DE POTENCIA CUYA CAPACIDAD TRIFASICA ES DE 10,000 KVA O MAYOR.

LOS RELEVADORES UTILIZADOS PARA LA PROTECCION DIFERENCIAL TIENEN DOS BOBINAS: UNA BOBINA RESTRICTORA Y UNA BOBINA DE OPERACION COMO SE MUESTRA EN LA FIG: (2).

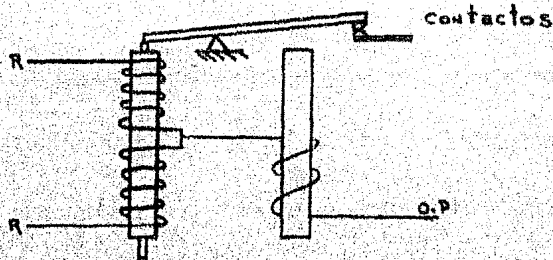
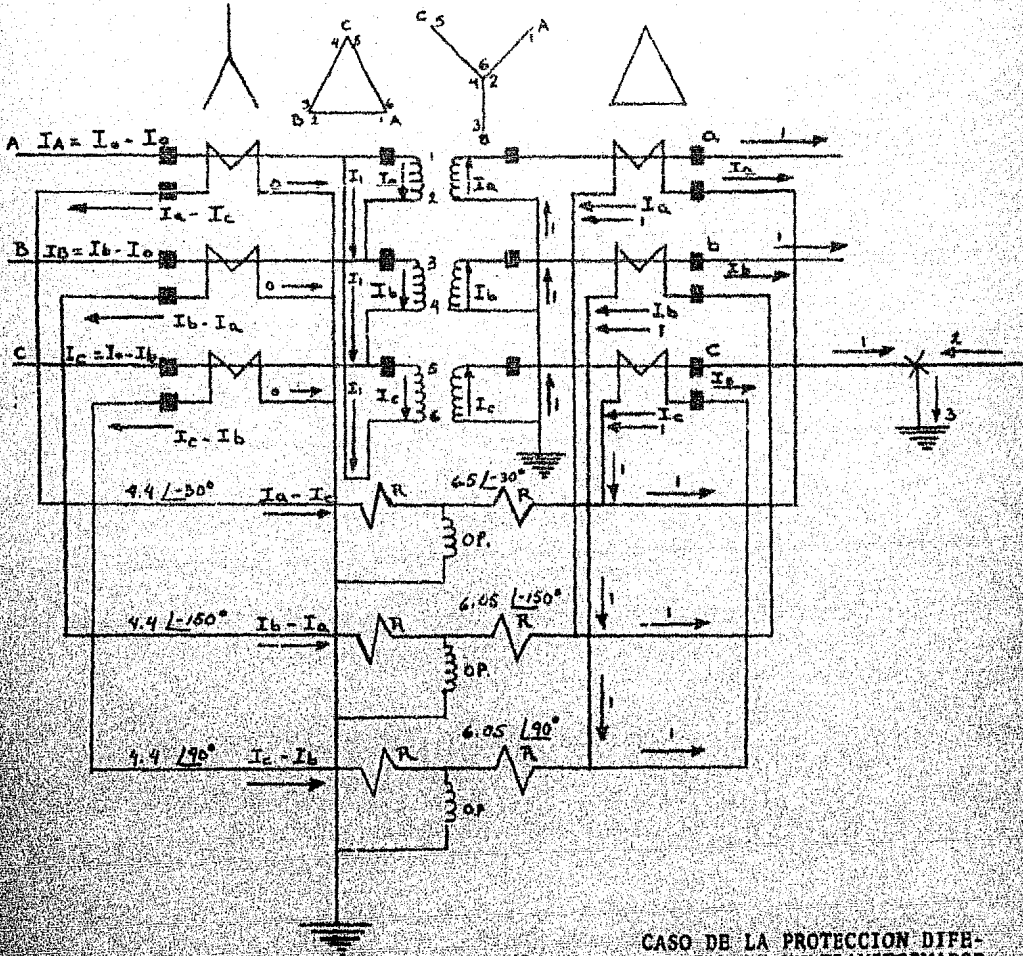


FIG. (2) TIPO DE ESTRUCTURA DEL RELEVADOR DIFERENCIAL CON BOBINAS DE RESTRICCIÓN Y DE OPERACION.

A CONTINUACION SE MUESTRA LA CARACTERISTICA DE OPERACION DEL RELEVADOR DIFERENCIAL CON BOBINAS DE RETENCION.

CON ESTOS DATOS SE HACE LA SIGUIENTE TABLA:

LADO	H	X
Vn	66 KV	13.8 KV
In	88 A	420 A
Tc	100/5A	600/5A
Isec. TC	4.4 A	3.5 A
Isec. relev	4.4 A	6.05 A



COMPROBACION VECTORIAL DONDE SE OBSERVA QUE LOS SECUNDARIOS DE LOS TC TIENEN EL MISMO ANGULO DE FASE.

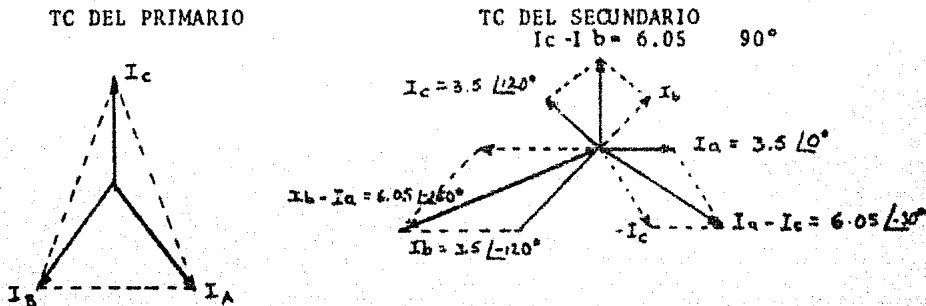


FIG: (3) COMPROBACION VECTORIAL DEL ANGULO DE FASE DE LOS T.C. CONECTADOS EN

DEL EJEMPLO ANTERIOR SE PUEDE VER QUE PARA UN TRANSFORMADOR TRIFASICO CONECTADO EN LOS T.C SE DEBEN CONECTAR EN PARA COMPENSAR LOS 30° DE DIFERENCIA YA QUE EN EL CASO DE UNA FALLA EXTERNA CUANDO LOS TC DEL LADO DE LA DEL TRANSFORMADOR SE CONECTAN EN SE PUEDE DECIR QUE EL RELEVADOR OPERA.

COMPROBACION DE LA RELACION DE LOS T.C. EN EL LADO DE 66 KV

$$I_{prim} = \frac{10000}{\sqrt{3} \times 66} = 88A$$

$$I_{sec} = \frac{88}{20} = 4.4 A$$

EN EL LADO DE 13.8 KV

$$I_{prim} = \frac{10000}{\sqrt{3} \times 13.8} = 420 A$$

$$I_{sec} = \frac{420}{120} = 3.5 A$$

LA CORRIENTE FUERA DE LA CONEXION QUE VE EL RELEVADOR ES:

$$I_{rel} = I_a - I_c = I_b - I_a = I_c - I_b = 3.5 \times \sqrt{3} = 6.05 A$$

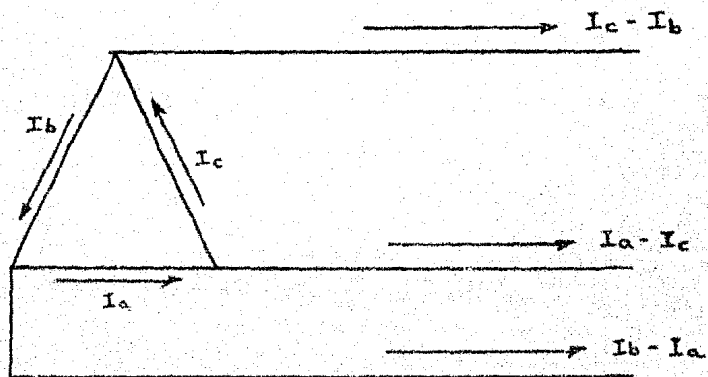


FIG. # 4: LOS TAPS QUE VIENEN NORMALMENTE EN UN RELEVADOR TIPICO SON:
 2.9, 3.2, 3.5, 3.8, 4.2, 4.6, 5.0, 8.7 .

PROTECCION CON RELEVADOR BUCHHOLTZ.

UN ARCO ELECTRICO DENTRO DEL ACEITE DE UN TRANSFORMADOR PROVOCA UN DESPRENDIMIENTO GASEOSO PROVENIENTE DE LA DESCOMPOSICION DEL LIQUIDO; EL GAS FORMADO ASCIENDE A LA PARTE SUPERIOR DEL LIQUIDO.

COMO TODA FALLA EN EL INTERIOR DE UN TRANSFORMADOR VA ACOMPAÑADO DE UN ARCO, LA DETECCION DE LAS BURBUJAS DE GAS EN UN TRANSFORMADOR ES EL INDICE DE UNA FALLA INTERNA DEL APARATO.

EL RELEVADOR BUCHHOLTZ VE ESTA FALLA. ESTA COMPUESTO DE UN RECIPIENTE INCERTADO EN LA TUBERIA QUE COMUNICA EL TANQUE DEL TRANSFORMADOR CON SU TANQUE CONSERVADOR. ESTE RECIPIENTE NORMALMENTE ESTA LLENO DE ACEITE Y CONTIENE DOS FLOTADORES SITUADOS A DIFERENTES NIVELES.

CUANDO UNA FALLA POCO IMPORTANTE SE PRODUCE, EL DESPRENDIMIENTO DE GAS ES LENTO; LAS BURBUJAS DE GAS TIENEN UNA TENDENCIA NATURAL A SUBIR, AL PUNTO MAS ALTO DEL TRANSFORMADOR Y SE VAN ACUMULANDO EN LA PARTE SUPERIOR DEL RELEVADOR BUCHHOLTZ; EL NIVEL DE ACEITE BAJA EN EL RELEVADOR Y EL FLOTADOR SUPERIOR SIGUE LAS VARIACIONES DEL NIVEL DE ACEITE Y SE INCLINA HASTA CERRAR UNOS CONTACTOS QUE ACCIONAN UNA ALARMA.

SI LA FALLA ES GRAVE, SE PRODUCE UN VIOLENTO DESPRENDIMIENTO DE GAS QUE PROVOCA IGUALMENTE UN VIOLENTO MOVIMIENTO DEL ACEITE QUE SE ENCUENTRA EN LA TUBERIA QUE COMUNICA EL TRANSFORMADOR CON EL RECIPIENTE DE EXPANSION.

BAJO LA ACCION COMBINADA DE MOVIMIENTO DEL ACEITE Y DEL GAS EL SEGUNDO FLOTADOR OSCILA Y CIERRA LOS CONTACTOS QUE PROVOCAN LA SEPARACION TOTAL DEL TRANSFORMADOR.

UNA VALVULA COLOCADA EN LA PARTE SUPERIOR PERMITE PURGAR EL RECIPIENTE DE LOS GASES QUE SE HAN ACUMULADO; EL ANALISIS DE ESTOS GASES REVELA LA NATURALEZA DE LA FALLA YA SEA QUE HAYA EXISTIDO FORMACION DE ARCO O QUE UNICAMENTE HAYA ENTRADO AIRE AL TRANSFORMADOR.

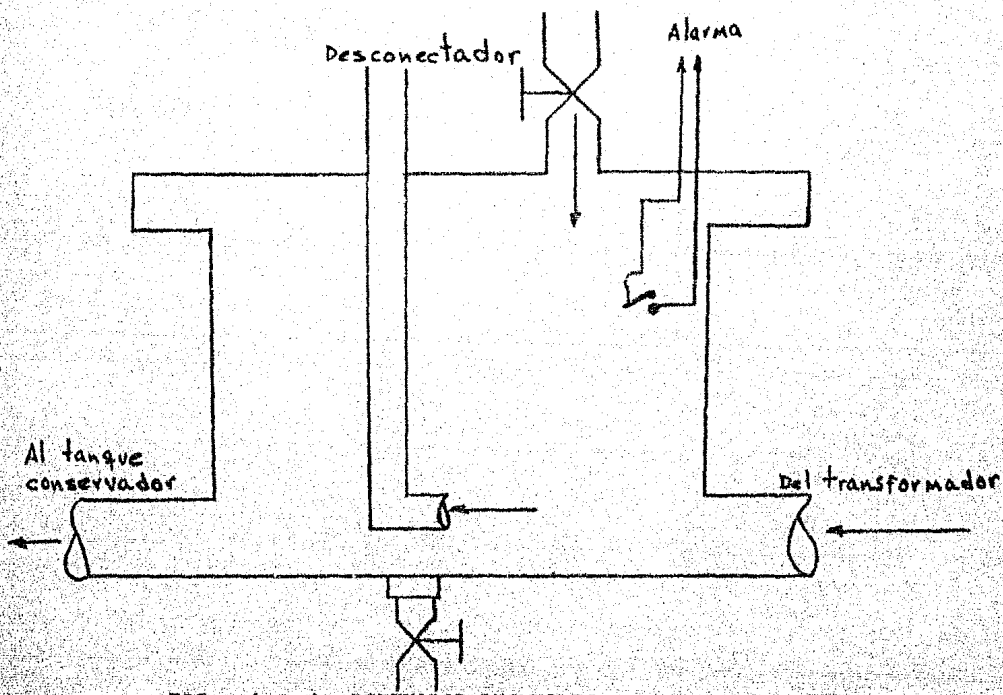


FIG. (5) RELEVADOR BUCHHOLTZ.

PROTECCION PARA MOTORES 3 Ø DE INDUCCION.

INTRODUCCION.

LOS MOTORES DE INDUCCION PUEDEN SER DAÑADOS O REDUCIDA SU VIDA EFECTIVA, CUANDO SE ENCUENTRAN SOMETIDOS A UNA CORRIENTE CONSTANTE, LIGERAMENTE MAS ALTA QUE SU CORRIENTE DE CARGA PLENA O SU FACTOR DE SERVICIO.

NOYA: LOS MOTORES ESTAN DISEÑADOS PARA SOPORTAR CORRIENTES TRANSITORIAS DE ARRANQUE O ROTOR BLOQUEADO, SIN ELEVACION EXCESIVA DE TEMPERATURA, TOMANDO EN CUENTA QUE EL TIEMPO DE ACELERACION NO SEA DEMASIADO LARGO, NI EL CICLO DE TRABAJO DEMASIADO FRECUENTE.

DAÑO AL MATERIAL AISLANTE Y DEVANADO DEL MOTOR, PUEDEN TAMBIEN OCURRIR CON CORRIENTES EXTREMADAMENTE ELEVADAS PERO DE CORTA DURACION, COMO SE ENCUENTRA EN "TIERRA" Y EN "CORTOS CIRCUITOS". TODA CORRIENTE EN EXCESO DE LA CORRIENTE DE CARGA PLENA, PUEDE SER CLASIFICADA COMO SOBRECORRIENTE. SIN EMBARGO EN GENERAL, DEBE HACERSE UNA DISTINCION BASADA EN LA MAGNITUD DE LA SOBRECORRIENTE Y EN EL EQUIPO QUE VA A PROTEGERSE.

UNA SOBRECORRIENTE NO MAYOR QUE LA CORRIENTE DE ROTOR BLOQUEADO GENERALMENTE ES EL RESULTADO DE UNA SOBRECARGA MECANICA EN EL MOTOR.

LA SOBRECORRIENTE OCACIONADA POR CORTO CIRCUITO O TIERRA, ES MUCHO MAS ELEVADA QUE LAS CORRIENTES DE ROTOR BLOQUEADO. EN EL EQUIPO UTILIZADO PARA PROTEGER CONTRA CUALQUIER DAÑO DEBIDO A ESTE TIPO DE SOBRECORRIENTE, DEBE PROTEGERSE NO SOLO EL MOTOR SINO TAMBIEN LOS CONDUCTORES DEL CIRCUITO Y EL CONTROLADOR DEL MOTOR.

PROTECCION DEL MOTOR POR SOBRECORRIENTE.

LA FUNCION DEL DISPOSITIVO PROTECTOR DE LA SOBRECORRIENTE, ES LA DE PROTEGER A LOS CONDUCTORES Y CIRCUITOS DERIVADOS DEL MOTOR, LOS APARATOS DE CONTROL Y AL MOTOR MISMO, DE LOS CORTOS CIRCUITOS Y TIERRAS. LOS DISPOSITIVOS PROTECTORES COMUNMENTE USADOS PARA SENSAR Y LIBRAR LAS SOBRECORRIENTES, SON LOS INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS Y LOS FUSIBLES. EL DISPOSITIVO PARA PROTECCION DE CORTO CIRCUITO PODRA LLEVAR LA CORRIENTE INICIAL DEL MOTOR, PERO ESTE DISPOSITIVO NO LLEVARA CALIBRACION QUE EXCEDA DEL 250 % DE LA CORRIENTE DE PLENA CARGA, DEPENDIENDO DE LA CLAVE QUE LLEVA EL MOTOR. CUANDO NO TENGA CAPACIDAD SUFICIENTE PARA LLEVAR LA CORRIENTE DE ARRANQUE DEL MOTOR, PUEDE AUMENTARSE SU CALIBRACION, PERO EN NINGUN CASO EXCEDERA DEL 400 % DE LA CORRIENTE DE CARGA PLENA DEL MOTOR.

LA REGLAMENTACION ELECTRICA REQUIERE (CON POCAS EXCEPCIONES) UN MEDIO PARA DESCONECTAR EL MOTOR Y EL CONTROLADOR DE LA LINEA EN ADICION DE UN DISPOSITIVO PROTECTOR DE LA SOBRECORRIENTE. EL INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO ILUSTRADO EN LA FIG. (6) INCORPORA PROTECCION POR FALLA Y TAMBIEN PUEDE DESCONECTAR UNA SOLA UNIDAD. CUANDO LA SOBRECORRIENTE TIENE COMO PROTECCION LOS FUSIBLES, SE REQUIERE UN DESCONECTADOR, ESTE Y LOS FUSIBLES SE COMBINAN GENERALMENTE.

PROTECCION DEL MOTOR PARA SOBRECARGAS.

UN MOTOR COMO MAQUINA SIEMPRE LLEVARA CUALQUIER CARGA, AUN SI ESTA ES EXCESIVA EXCLUYENDO LA CORRIENTE DE ARRANQUE A LA DE ROTOR BLOQUEADO, UN MOTOR DEMANDA UNA CORRIENTE CUANDO ESTA EN OPERACION, Y QUE ES PROPORCIONAL A LA CARGA, LA CUAL VA DESDE LA CORRIENTE SIN CARGA, HASTA LA CORRIENTE A PLENA CARGA CUYO VALOR SE ENCUENTRA ESTAMPADO EN LA PLACA DEL MOTOR. CUANDO LA CARGA EXCEDE EL PAR NORMAL DEL MOTOR, ESTE DEMANDA UNA CORRIENTE MAS ELEVADA QUE LA CORRIENTE A PLENA CARGA. LA SOBRECARGA MAXIMA EXISTE BAJO LAS CONDICIONES DEL "ROTOR BLOQUEADO", EN LAS CUALES LA CARGA ES TAN EXCESIVA QUE EL MOTOR SE PARA O NO SE PUEDE ARRANCAR Y COMO CONSECUENCIA, DEMANDA LA CORRIENTE DE ROTOR BLOQUEADO.

LAS SOBRECARGAS PUEDEN SER MECANICAS O ELECTRICAS EN SU ORIGEN. TRABAJAR UN MOTOR POLIFASICO CON UNA FASE O LINEA CON BAJA VOLTAJE, PUEDE SER EJEMPLO DE SOBRECARGAS ELECTRICAS.

EL EFECTO DE UNA SOBRECARGA ES UNA ELEVACION DE TEMPERATURA EN EL DEVANADO DEL MOTOR. MIENTRAS MAYOR SEA LA SOBRECARGA MAS RAPIDAMENTE SE INCREMENTARA LA TEMPERATURA AUN PUNTO TAL QUE DAÑA LOS AISLANTES Y LA LUBRICACION DEL MOTOR. UNA RELACION INVERSA POR LO TANTO, EXISTE ENTRE CORRIENTE Y TIEMPO. MIENTRAS MAYOR SEA LA CORRIENTE, MAS CORTO SERA EL TIEMPO EN EL QUE EL MOTOR SE DANE O SE QUEME.

TODAS LAS SOBRECARGAS ACORTAN LA VIDA DEL MOTOR POR DETERIORO DEL MATERIAL AISLANTE. RELATIVAMENTE, LAS PEQUEÑAS SOBRECARGAS DE CORTA DURACION CAUSAN DAÑO EN PEQUEÑO GRADO, PERO SI SE SOSTIENE, HARIAN TANTO DAÑO COMO LAS SOBRECARGAS DE MAGNITUD MAS GRANDE. LA RELACION ENTRE SOBRECARGA Y TIEMPO SE ILUSTRASEGUN LA CURVA DE CALENTAMIENTO DEL MOTOR QUE SE MUESTRA EN LA FIG. (6).

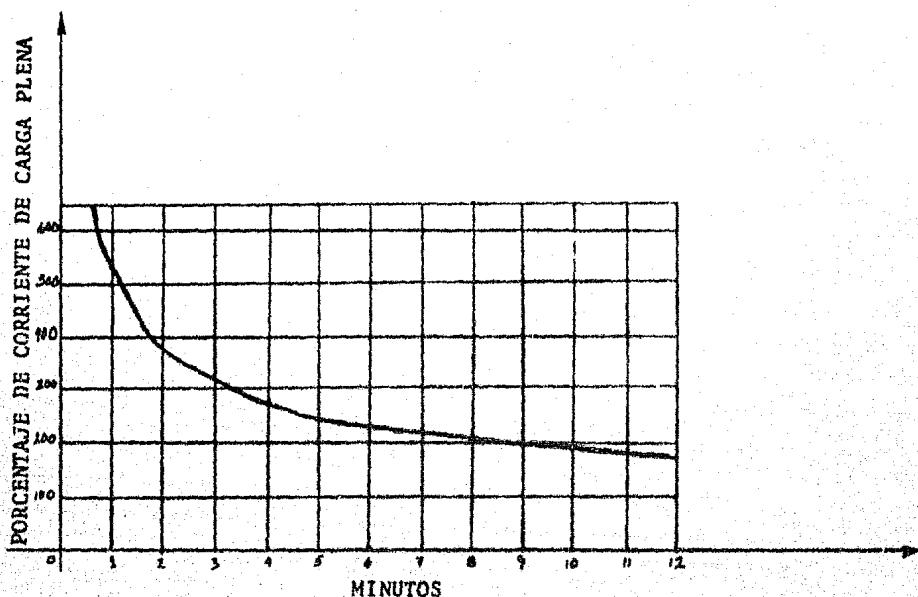


FIG. (6)

EN 300 % DE SOBRECARGA, EL MOTOR EN PARTICULAR PARA EL CUAL CORRESPONDE ESTA CURVA CARACTERISTICA PODRIA LLEGAR A SU TEMPERATURA LIMITE, EN 3 MINUTOS. EL SOBRECALENTAMIENTO O DAÑO EN EL MOTOR OCURRIRIA SI LA SOBRECARGA PERSISTIERA MAS ALLA DE ESE TIEMPO.

LA PROTECCION IDEAL DE SOBRECARGA PARA UN MOTOR SERIA UN ELEMENTO CON PROPIEDADES SENSITIVAS DE LA CORRIENTE; MUY SIMILAR A LA CURVA DE CALENTAMIENTO DEL MOTOR, QUE ACTUARIA PARA ABRIR EL CIRCUITO DEL MOTOR CUANDO LA CORRIENTE DE CARGA PLENA SE EXCEDIERA. LA OPERACION DEL DISPOSITIVO PROTECTOR SERA TAL QUE AL MOTOR SE LE PERMITE LLEVAR SOBRECARGAS SIN DAÑO, PERO QUE RAPIDAMENTE LO DESCONECTARA DE LA LINEA CUANDO LA SOBRECARGA PERSISTE POR MAS TIEMPO.

PROTECCION DE SOBRECARGA FUSIBLES.

LOS FUSIBLES NO ESTAN DISEÑADOS PARA PROPORCIONAR PROTECCION DE SOBRECARGAS. SU FUNCION BASICA ES PROTEGER LOS CORTOS CIRCUITOS (SOBRECORRIENTES). LOS MOTORES DEMANDAN UNA CORRIENTE ALTA DE ARRANQUE (GENERALMENTE 6 VECES LA CORRIENTE DE CARGA PLENA) AL ARRANCAR.

ASI, UN FUSIBLE SELECCIONADO SOBRE LA BASE DE MOTOR CON CORRIENTE DE CARGA PLENA, SE FUNDIRIA CADA VEZ QUE EL MOTOR SE PUSIERA EN MARCHA.

POR OTRA PARTE, SI UN FUSIBLE FUESE ESCOGIDO LO SUFICIENTEMENTE GRANDE PARA PODER CONducIR LA CORRIENTE DE ARRANQUE NO PROTEGERIA AL MOTOR CONTRA LAS PEQUEÑAS SOBRECARGAS PERJUDICIALES QUE PODRIAN OCURRIR POSTERIORMENTE. LOS FUSIBLES DE DOBLE ELEMENTO O RETARDADORES DE TIEMPO, PUEDEN DAR UNA PROTECCION DE MOTOR POR SOBRECARGA, PERO TIENEN LA DESVENTAJA DE QUE AL FUNDIRSE, ES NECESARIO REEMPLAZARLOS.

RELEVADORES DE SOBRECARGA.

EL RELEVADOR DE SOBRECARGA ES EL CORAZON DE LA PROTECCION DEL MOTOR. COMO EL FUSIBLE DE DOBLE ELEMENTO, UN RELEVADOR DE SOBRECARGA TIENE CARACTERISTICAS DE TIEMPO INVERSO EN EL DISPARO O APERTURA, PERMITIENDO MANTENER LA CONDUCCION DURANTE EL PERIODO DE ACELERACION (CUANDO SE DEMANDA LA CORRIENTE DE ARRANQUE), PERO DANDO PROTECCION EN LAS PEQUEÑAS SOBRECARGAS, CUANDO EL MOTOR ESTA OPERANDO.

CONTRARIAMENTE AL FUSIBLE, EL RELEVADOR DE SOBRECARGA PUEDE REPETIR LA OPERACION SIN NECESIDAD DE SER REEMPLAZADO. DEBE ENFATIZARSE QUE EL RELEVADOR DE SOBRECARGA NO PROVEE PROTECCION DE CORTO CIRCUITO. ESTA ES UNA FUNCION DE UN EQUIPO PROTECTOR DE SOBRECORRIENTES, COMO SON LOS FUSIBLES E INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS.

EL RELEVADOR DE SOBRECARGA CONSISTE EN UNA UNIDAD SENSIBLE A LA CORRIENTE, CONECTADA EN LA LINEA DEL MOTOR, MAS UN MECANISMO QUE ACTUA POR MEDIO DE LA UNIDAD, QUE SIRVE PARA DIRECTA O INDIRECTAMENTE INTERRUPTIR EL CIRCUITO.

EN UN ARRANCADOR MANUAL UNA SOBRECARGA DISFARAZA A UNA ESPECIE DE ALDABA MECANICA QUE CAUSA QUE EL ARRANCADOR ABRA SUS CONTACTOS Y DESCONECTE EL MOTOR DE LA LINEA. EN LOS ARRANCADORES MAGNETICOS UNA SOBRECARGA ABRE A UN JUEGO DE CONTACTOS QUE SE ENCUENTRAN EN EL MISMO RELEVADOR DE SOBRECARGA.

CONCLUSIONES : EN EL DESARROLLO DE ESTE TRABAJO NOS HEMOS DA
DO CUENTA QUE ES MUY NECESARIA LA INFORMACION
QUE, PROPORCIONAN LOS FABRICANTES DE PRODUC--
TOS ELECTRICOS, EN DONDE ESPECIFICAN LAS DI--
MENSIONES, CAPACIDADES, VENTAJAS, DESVENTAJAS,
LIMITANTES, SISTEMAS DE INSTALACION, SELECCI--
ON Y MANTENIMIENTO DE LOS MISMOS.

POR LO QUE NOSOTROS HEMOS CONSIDERADO ESTOS -
MANUALES Y CATALOGOS DEL FABRICANTE COMO UNA-
DE LAS HERRAMIENTAS MAS NECESARIAS PARA TODO-
INGENIERO O SUPERVISOR QUE SEA RESPONSABLE DE
UN DEPARTAMENTO ELECTRICO.

ADEMAS ESTOS CATALOGOS NOS PROPORCIONAN INFOR-
MACION SOBRE APLICACION DE NUEVOS, PRODUCTOS;
EL CONOCIMIENTO DEL MERCADO NACIONAL Y TAMBI-
EN EL EXTRANJERO.

CABE MENCIONAR QUE ESTOS MANUALES ADEMAS DE--
SER UNA GUIA DE SELECCION, NOS DA TAMBIEN UNA
VISION PARA EL DISEÑO Y DESARROLLO DE AQUELLAS
NUEVAS INSTALACIONES QUE SERAN DESARROLLADAS A
FUTURO EN DONDE NOSOTROS PODREMOS APLICAR NUES-
TRO CRITERIO DE INGENIEROS, APOYANDONOS EN ---
NUESTRAS BASES ACADEMICAS.

TODOS LOS TRABAJOS, DESARROLLADOS CON UN CRITE-
RIO DE INGENIERIA PARA UNA SELECCION INSTALA--
CION Y MANTENIMIENTO DE UN SISTEMA ELECTRICO -
DEBERAN DE CUBRIR LOS SIGUIENTES PUNTOS:

1. - VISUALIZAR LA MAGNITUD DE LA OBRA, ASI CO-
MO EL AREA Y EL FUNCIONAMIENTO DE LA NISMA
PARA ASI PODER PLANEAR Y ELABORAR UN SISTE-
MA DE TRABAJO EN EL CUAL NOSOTROS PODREMOS
PROGRAMAR, CONTROLAR Y ADMINISTRAR LA OBRA.
2. - REALIZAR CALCULOS ELECTRICOS EXACTOS Y ---
PORCENTUALES CON TOLERANCIA A FUTURO REALI-
ZANDO LEVANTAMIENTOS DE CARGAS ELECTRICAS,
DISTANCIAS, ANALISIS DE CORTOS CIRCUITOS--



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

SISTEMAS DE PROTECCION, OBRA MECANICA, CIVIL, DE INSTRUMENTACION, ETC.

- 3.- SELECCION DEL EQUIPO ADECUADO EN CAPACIDAD CONDICIONES DE OPERACION, COSTO, CONFIABILIDAD, MARCAS Y ESTANDARIZACION DEL SISTEMA CUMPLIENDO CON LAS NORMAS Y CODIGOS DE INGENIERIA ESTABLECIDOS POR EL REGLAMENTO GENERAL DE ELECTRICIDAD.
- 4.- OPTIMIZAR LOS SISTEMAS PARA EL FACIL ACCESO A LOS TRABAJOS DE MANTENIMIENTO, EN LOS QUE HABRA QUE PROGRAMAR TRABAJOS PERIODICOS DE MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS Y PREDICTIVOS ASI COMO LOS CORRECTIVOS, PARA MANTENER LOS SISTEMAS SIEMPRE TRABAJANDO EN LAS MEJORES CONDICIONES.

POR FINALIZAR CONSIDERAMOS NUESTRO TRABAJO COMO UNA GUIA Y MANUAL DE INGENIERIA ENFOCADO EN EL AREA ELECTRICA PARA TODOS AQUELLOS INGENIEROS Y SUPERVISORES QUE TENGAN NECESIDAD DE CONSULTA SOBRE LOS TEMAS PRESENTADOS EN ESTA TESIS. Y QUE DE ELLA PUEDAN OBTENER UN CRITERIO ANALITICO DE INGENIERIA EN LA TOMA DE DECISIONES CON RESPECTO A CUALQUIER PROBLEMA O TRABAJO A DESARROLLAR EN EL CAMPO ELECTRICO.

BIBLIOGRAFIA.



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.

BIBLIOGRAFIA.

1. INDUSTRIAL POWER SYSTEM HAND BOOK.
DONALD BEEMAN, EDITOR.
MC GRAW-HIL BOOK. COMPANY (1955)
2. IEEE STD 141-1976, RECOMMENDED PRACTICE FOR ELECTRIC
POWER DISTRIBUTION FOR INDUSTRIAL PLANTS. (BOOK)
3. IEEE STD 241-1974, RECOMMENDED PRACTICE FOR ELECTRIC
SYSTEMS IN COMERCIAL BUILDINGS (BOOK).
4. NATIONAL ELECTRIC CODE (1980)
COPYRIGHT BY NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION.
5. IEEE STD 242-1975. RECOMMENDED PRACTICE FOR PROTEC--
TION AND COORDINATION OF INDUSTRIAL AND COMERCIAL -
POWER SYSTEMS (BOOK).
6. ELECTRIC UTILITY ENGINEERING REFERENCE BOOK VOLUME 3
DISTRIBUTION SYSTEMS
WESTINGHOUSE ELECTRIC CORPORATION (1965).
7. ELEMENTOS DE DISEÑO DE SUBESTACIONES ELECTRICAS
GILBERTO ENRIQUEZ HARPER.
EDIT. LIMUSA (PREEDICION) 1982.
8. REGLAMENTOS DE OBRAS E INSTALACIONES ELECTRICAS (ME-
XICO)
EDICIONES ANDRADE (4a. EDICION) 1973.
9. REDES ELECTRICAS
JACINTO VIQUEIRA LANDA.
EDITORIAL REPRESENTACIONES Y SERVICIOS DE INGENIERIA,
S.A. (1970)
10. EL ARTE Y LA CIENCIA DE LA PROTECCION POR RELEVADORES.
C. RUSSELL MASON.
EDITORIAL C.E.C.S.A. (1972).
11. PARAMETROS ELECTRICOS EN CABLES DE ENERGIA AISLADOS.
ING. SERGIO M. SALAZAR THOMPSON.
DEPTO. DE ASESORIA TECNICA A CLIENTES. DIVISION POTEN-
CIA.
CONDUMEX, S.A.
12. ELECTRICAL TRANSMISION AND DISTRIBUTION.
REFERENCE BOOK.
WESTINGHOUSE ELECTRIC CORPORATION (1953)

13. ANALISIS DE SISTEMAS ELECTRICOS DE POTENCIA (TRADUCCION)
WILLIOM D. STEVENSON, JR.
LIBROS MC. GRAW-HILL (1976)
14. PROTECCION DE LAS INSTALACIONES CONTRA DESCARGAS ATMOSFERICAS Y SISTEMAS DE TIERRAS.
ESCUELA MILITAR DE INGENIEROS.
TTE. II. RUBEN BAUTISTA NAVARRO.
15. INSTALACIONES DE PUESTO A TIERRA
VITTORIO RE.
EDITORIAL MARCOMBO, BOIXAREO EDITORES
16. LINEAS E INSTALACIONES ELECTRICAS.
CARLOS LUCA MARIN.
REPRESENTACIONES Y SERVICIOS DE INGENIERIA, S.A.
17. ESTACIONES DE TRANSFORMACION Y DISTRIBUCION. PROTECCION DE SISTEMAS ELECTRICOS.
ENCICLOPEDIA CBAC DE ELECTRICIDAD.
18. MANUAL DE INSTALACIONES ELECTRICAS RESIDENCIALES E INDUSTRIALES.
ENRIQUEZ HARDER.
LIMUSA.
19. MAQUINAS ELECTROMAGNETICAS Y ELECTROMECHANICAS.
LEANDER W. MATSCH.
REPRESENTACIONES Y SERVICIOS DE INGENIERIA, S.A.
20. ANDLAST MODERNO DE SISTEMAS DE POTENCIA
ENRIQUEZ HARPER.
LIMUSA.
21. FUNDAMENTOS DE INSTALACIONES ELECTRICAS DE MEDIANA Y ALTA TENSION.
GILBERTO ENRIQUEZ HARPER.
22. EQUIPOS ELECTRICOS MODERNOS
ING. JESUS GARDUÑO FERNANDEZ.
C.E.C.S.A.