"SISTEMAS DE DISTRIBUCION
Y POTENCIA ELECTRICA, S.A. DE C.V."

HUAUCHINANGO # 48 , COL. LA PAZ , C.P. 72160 PUEBLA, PUE.
TEL. (01 - 222) - 231 - 07 - 53 (FAX PEDIR TONO), e-mail: sidipel@yahoo.com

COMPONENTES BASICOS DE UNA SUBESTACION

TRANSFORMADORES

MEDIOS DE DESCONEXION

MEDIOS DE PROTECCION

RED DE TIERRA

MEDIOS DE CONTROL.

"SISTEMAS DE DISTRIBUCION
Y POTENCIA ELECTRICA, S.A. DE C.V."

HUAUCHINANGO # 48 , COL. LA PAZ , C.P. 72160 PUEBLA, PUE.
TEL. (01 - 222) - 231 - 07 - 53 (FAX PEDIR TONO), e-mail: sidipel@yahoo.com

SUBESTACIONES : OPERACION Y MANTENIMIENTO.

1.- COMPONENTES BASICOS DE UNA SUBESTACION.-

a) TRANSFORMADOR DE POTENCIA

b) BARRAS o BUSES

c) EQUIPOS DE DESCONEXION

d) EQUIPOS DE PROTECCION

e) RED DE TIERRA

f) TRANSFORMADORES DE INSTRUMENTOS.

2.- MANTENIMIENTO DE LAS SUBESTACIONES.-

a) PRUEBAS DE CAMPO A TRANSFORMADORES

b) PRUEBAS DE CAMPO A INTERRUPTORES

c) PRUEBAS DE CAMPO A APARTARRAYOS

d) PRUEBAS DE ALTO POTENCIAL A BARRAS

e) PRUEBAS A CABLES DE POTENCIA

f) PRUEBAS A CAPACITORES DE POTENCIA.

g) PRUEBA DE LA RESISTENCIA A LA RED DE TIERRA

3.- ACEITE AISLANTE DE TRANSFORMADORES.-

a) DESCRIPCION DEL ACEITE AISLANTE

b) PRUEBAS DE CAMPO AL ACEITE AISLANTE

4.- PRESENTACION DE LOS APARATOS DE PRUEBA.

"SISTEMAS DE DISTRIBUCION
Y POTENCIA ELECTRICA, S.A. DE C.V."

HUAUCHINANGO # 48 , COL. LA PAZ , C.P. 72160 PUEBLA, PUE.
TEL. (01 - 222) - 231 - 07 - 53 (FAX PEDIR TONO), e-mail: sidipel@yahoo.com

TRANSFORMADORES.

EL TRANSFORMADOR ES UNA MAQUINA ELECTRICA DE CORRIENTE ALTERNA QUE NO TIENE PARTES MOVILES, SINO DOS BOBINAS DE ALAMBRE NO MAGNETICO AISLADAS ENTRE SI Y MONTADAS ESTAS EN UN NUCLEO MAGNETICO Y TODO ESTO SUMERGIDO EN ACEITE AISLANTE CONTENIDO EN UN TANQUE. (TAMBIEN SE CONSTRUYEN TRANSFORMADORES DE TIPO SECO.

ESTE DISPOSITIVO TRANSFIERE LA ENERGIA DE UN DEVANADO AL OTRO A TRAVES DEL FLUJO MAGNETICO A LA MISMA FRECUENCIA.

EL TRANSFORMADOR PUEDE SER UTILIZA DO COMO ELEVADOR DE TENSION o REDUCTOR DE TENSION, DEPENDIENDO ESTO DE LA RELACION DE VUELTAS ENTRE EL DEVANADO PRIMARIO Y EL DEVANADO SECUNDARIO (N1/N2) ; LLAMASE PRIMARIO SIEMPRE AL EMBOBINADO QUE ESTE CONECTADO A LA FUENTE DE ENERGIA Y SECUNDARIO AL QUE SE CONECTA A LA RED DE CONSUMO.

BAJO LA TEORIA DE LA CONSERVACION, DE QUE LA ENERGIA, NI SE CREA NI SE PIERDE, SINO QUE SOLO SE TRANSFORMA, LA CAPACIDAD DE UN TRANSFORMADOR SE DISEÑA POR EL PRODUCTO DEL VOLTAJE Y CORRIENTE PRIMARIA, LO CUAL DEBE CORRESPONDER TEORICAMENTE AL PRODUCTO DEL VOLTAJE Y CORRIENTE SECUNDARIA, DE AHI QUE, LA RELACION DE TRANSFORMACION EN LOS VOLTAJES, SEA DIRECTAMENTE DEL PRIMARIO AL SECUNDARIO (E1/E2 COMO N1/N2); MIENTRAS QUE LA RELACION EN LAS CORRIENTES, SEAN INVERSAMENTE PROPORCIONALES A SUS NUMEROS DE ESPIRAS.

N1 / N2 COMO I2 / I1 . POR OTRA PARTE LOS AMPERVUELTAS PRIMARIOS SON IGUAL A LOS AMPERVUELTAS SECUNDARIOS N1I1 = N2I2 .

ESTE EQUIPO ES DE UNA ALTA EFICIENCIA YA QUE SUS PERDIDAS POR NORMA, NO REBASAN MAS DEL 2 % .

EN EL USO DE LA ENERGIA ELECTRICA, EL TRANSFORMADOR TIENE UNA FUNCION PREPONDERANTE, YA QUE SUMINISTRA LA TENSION ADECUADA PARA LA OPERACION DE LOS MOTORES, LAMPARAS, COMPUTADORAS, ETC.

PARA EL CONSUMO DE GRANDES CONTIDADES DE POTENCIA Y ENERGIA; COMO ES EL CASO DEL SECTOR INDUSTRIAL, SE REQUIERE QUE CADA EMPRESA CONSTRUYA SU PROPIA SUBESTACION ELECTRICA Y QUE LA CIA. SUMINISTRADORA LE CONECTE EN ALTA TENSION (13.2 KV, 34.5 KV o 115 KV SEGUN SEA EL CASO) .

ESTO LE DA AL CONSUMIDOR LAS SIGUIENTES VENTAJAS:

1.- LA CONTRATACION DEL SERVICIO EN LA TARIFA MAS ECONOMICA CORRESPONDIENTE
2.- MAYOR CONTINUIDAD Y CONFIABILIDAD DEL SERVICIO.
3.- MEJOR REGULACION DE VOLTAJE.
4.- OPERACION PROPIA DE SU SISTEMA ELECTRICO.

a la hoja # 2

"SISTEMAS DE DISTRIBUCION
Y POTENCIA ELECTRICA, S.A. DE C.V."

HUAUCHINANGO # 48 , COL. LA PAZ , C.P. 72160 PUEBLA, PUE.
TEL. (01 - 222) - 231 - 07 - 53 (FAX PEDIR TONO), e-mail: sidipel@yahoo.com

LAS ARMONICAS DE EXITACION.

EN UN TRANSFORMADOR ALIMENTADO POR TENSION ARMONICA SIMPLE, SE ESTA - BLECE UN FLUJO MAGNETICO QUE VARIA ARMONICAMENTE CON EL TIEMPO; PERO LA CORRIENTE QUE TIENE QUE CREAR ESE FLUJO, NO RESULTA ARMONICA SIMPLE A CAUSA DEL FENOMENO DE HITERISIS EN UN NUCLEO DE FIERRO.

EL ANALISIS DE Io, INDICA UNA ONDA FUNDAMENTAL, UNA TERCERA ARMONICA Y UN RESIDUO EN EL QUE SE ENCUENTRAN 5a, 7a Y DEMAS ARMONICAS IMPARES.

ORDINARIAMENTE LA 3a ARMONICA TIENE UNA AMPLITUD DE 40 - 60 % DE LA FUN- DAMENTAL, MIENTRAS QUE EL RESIDUO PUEDE NO SER CONSIDERABLE.

AUNQUE FISICAMENTE SOLO HAY UNA CORRIENTE DE EXITACION CUYO VALOR ES UNA FUNCION COMPLEJA DEL TIEMPO, POR VIRTUD DEL ANALISIS MATEMATICO, LA 3a ARMONICA PARECE ADQUIRIR EXISTENCIA PROPIA.

LAS CORRIENTES DE 3a ARMONICA, SE QUEDAN ATRAPADAS EN UNA CONEXION DELTA, EN CAMBIO EN UNA CONEXION ESTRELLA, CIRCULAN SUMADAS LAS TRES FASES POR EL NEUTRO DEL TRANSFORMADOR CALENTANDOLO EXESIVAMENTE, PASANDO FACILMENTE A LA CARGA DEL SECUNDARIO ATACANDO CAPACITORES Y CIRCUITOS ELECTRONICOS, CAUSANDOLES SEVEROS DAÑOS.

a la hoja # 3

"SISTEMAS DE DISTRIBUCION
Y POTENCIA ELECTRICA, S.A. DE C.V."

HUAUCHINANGO # 48 , COL. LA PAZ , C.P. 72160 PUEBLA, PUE.
TEL. (01 - 222) - 231 - 07 - 53 (FAX PEDIR TONO), e-mail: sidipel@yahoo.com

CONEXIONES DE LOS TRANSFORMADORES TRIFASICOS

LAS CONEXIONES TRIFASICAS REGULARES, SON AQUELLAS QUE UTILIZAN TRES TRANSFORMADORES MONOFASICOS, O TRES ARROLLAMIENTOS DE UN TRANSFORMADOR TRIFASICO A SU CAPACIDAD COMPLETA, LAS CUALES PROVIENEN DE COMBINAR LAS DOS CONEXIONES FUNDAMENTALES, **DELTA y ESTRELLA** EN AMBOS LADOS DEL TRANSFORMADOR, RESULTANDO CUATRO COMBINACIONES.

1.- DELTA / DELTA. EN ESTA CONEXION, CADA EMBOBINADO ESTA CONECTADO A TENSION PLENA DE LINEA, ES DECIR A 2 FASES TANTO EN EL PRIMARIO COMO EN EL SECUNDARIO. ADEMAS LOS 3 EMBOBINADOS DE CADA LADO FORMAN UN CIRCUITO CERRADO POR EL CUAL, PUEDE CIRCULAR UNA CORRIENTE FICTICIA QUE TIENE IGUAL SENTIDO EN LAS 3 FASES AL MISMO TIEMPO, COMO ES LA 3a ARMONICA, SIN CAUSAR PROBLEMAS DE SOBRETENSIONES o DE INTERFERENCIAS TELEFONICAS.

SU DESPLAZAMIENTO ANGULAR ES DE CERO GRADOS, LAS TENSIONES SE CONSERVAN Y LAS CORRIENTES SE AMPLIFICAN EN 73 % .

2.- ESTRELLA / ESTRELLA . EN ESTA CONEXION, CADA EMBOBINADO ESTA CONECTADO A UNA TENSION MENOR EN 73 % DE LA TENSION PLENA DE LINEA, RESULTANDO SER MAS ECONOMICA SU CONSTRUCCION; PERO TIENE LOS SIGUIENTES INCONVENIENTES :

a) LAS TENSIONES DE LAS FASES DEPENDEN MUCHO DEL BALANCE DE LAS CARGAS Y DE LAS CARACTERISTICAS MAGNETICAS DE LOS NUCLEOS (DE COLUMNAS o ACORAZADO) ; ES POSIBLE QUE UNA FASE, TENGA NULA o ESCASA TENSION Y EL RESTO TENGA EXCESO DE POTENCIAL, DEBIDO A LA FLOTACION DE LOS NEUTROS.

AL CONECTAR UNA CARGA FASE - NEUTRO EN EL SECUNDARIO, LA POTENCIA NECESARIA DEBE SUMINISTRARLA LA BOBINA PRIMARIA CORRESPONDIENTE, PERO NO PUEDE HACERLO PORQUE ESTA EN SERIE CON LOS OTROS DOS EMBOBINADOS PRIMARIOS, CUYOS SECUNDARIOS ESTAN EN CIRCUITO ABIERTO. LOS DOS PRIMARIOS EN SERIE ACTUAN EN ESTE CASO COMO IMPEDANCIAS MUY ELEVADAS, DE MODO QUE EL PRIMARIO CARGADO SOLO PUEDE ADMITIR UNA CORRIENTE MUY PEQUEÑA PROCEDENTE DE LA LINEA ALIMENTADORA Y POR TANTO NO PUEDE SUMINISTRAR UNA POTENCIA APRECIABLE EN REALIDAD. SE PUEDE PONER EN CORTO CIRCUITO EL SECUNDARIO Y SOLO CIRCULARA UNA CORRIENTE DEBIL, A MENOS QUE LOS NUCLEOS DE LAS OTRAS FASES ESTEN MUY SATURADOS. SE RECOMIENDA UN MAXIMO DESEQUILIBRIO DE CARGA ACEPTABLE DE 10% ENTRE FASES.

ESTA DIFICULTAD DEL NEUTRO FLOTANTE, PUEDE EVITARSE CONECTANDO EL NEUTRO DEL PRIMARIO CON EL NEUTRO DEL SISTEMA QUE LO ALIMENTA.

a la hoja # 4

b) LA 3a ARMONICA NO PUEDE EXISTIR EN FORMA DE INTENSIDAD, PORQUE NO HAY REGRESO PARA ELLA, SOLAMENTE CUANDO SE ATERRIZA EL NEUTRO DEL PRIMARIO CON EL NEUTRO DEL SISTEMA QUE LO ALIMENTA, DE PREFERENCIA CON HILO DE NEUTRO CORRIDO DESDE LA SUBESTACION DE POTENCIA; PERO ENTONCES LA 3a ARMONICA PUEDE PASAR A LA LINEA Y AL NEUTRO SECUNDARIO Y EL CASO SE AGRABA , PORQUE PUEDE OCURRIR RESONANCIA EN LA LINEA DEBIDO A LA CAPACITANCIA CON TIERRA.

c) LOS TRANSFORMADORES QUE TENGAN NUCLEO TRIFASICO DE TRES COLUMNO DEBEN UTILIZARSE DONDE PUEDAN ESTAR SUJETOS A CORTO CIRCUITOS PROLONGADOS ENTRE FASE Y TIERRA, CARGAS DESEQUILIBRADAS, PERDIDA DE UNA FASE DEL CIRCUITO PRIMARIO U OTRAS CONDICIONES DE DESEQUILIBRIO; ESTO ES DEBIDO A QUE LAS CARACTERISTICAS MAGNETICAS DEL TRANS FORMADOR, SON TALES QUE , BAJO CIERTAS CONDICIONES DE FUNCIONAMIEN TO o DE CORTO CIRCUITO, PERMITIRAN LA CIRCULACION DE LA CORRIENTE POR EL TANQUE PRODUCIENDO CALENTAMIENTO EXCESIVO DEL MISMO.

LA MEJOR MANERA DE EVITAR LOS PROBLEMAS DE ESA CONEXION ES LA INTRODUCCION DE UN DEVANADO TERCIARIO CONECTADO EN DELTA .

LAS CORRIENTES SE CONSEVAN Y LAS TENSIONES SE AMPLIFICAN EN 73 %.

DESPLAZAMIENTO ANGULAR EN ESTA CONEXION ES CERO GRADOS

EN LOS DOS MONTAJES DELTA / DELTA y ESTRELLA / ESTRELLA , LA RELACION ENTRE LAS TENSIONES DE LINEA DEL PRIMARIO Y DEL SECUNDARIO ES LA MISMA QUE LA RELACION INDIVIDUAL DE TRANSFORMACION.

3.- **DELTA / ESTRELLA** . ESTA CONEXION NO PRESENTA EL INCONVENIENTE DEL NEUTRO FLOTANTE NI DE LA DISTORSION DE ONDA, COMO SUCEDE EN EL MONTAJE ESTRELLA / ESTRELLA.

SE EMPLEA MUCHO, TANTO PARA ELEVAR LA TENSION EN SISTEMAS DE TRANSMISION, DE COMO PARA REDUCIRLA EN SISTEMAS DISTRIBUCION.

LA RELACION ENTRE LAS TENSIONES DE LINEA EN ESTOS DOS SISTEMAS YA NO ES IGUAL A LA INDIVIDUAL, PORQUE LA TENSION DE LINEA EN EL LA DO DE LA ESTRELLA, ES 1.73 VECES MAYOR QUE LA INDIVIDUAL CITADA. DESPLAZAMIENTO ANGULAR 30 GRADOS.

UN ACOPLAMIENTO DELTA / ESTRELLA , NO PODRA PONERSE EN PARALELO CON OTRO DELTA / DELTA o ESTRELLA / ESTRELLA, AUNQUE LAS RELACIONES DE TEN SION SEAN EXACTAMENTE LAS MISMAS, PORQUE EXISTIRA UNA DIFERENCIA DE FASE DE 30 GRADOS ELECTRICOS ENTRE LAS TENSIONES CORRESPONDIENTES AL SECUNDARIO.

PARA ACOPLAR DOS TRANSFORMADORES EN PARALELO DEBE CUMPLIRSE CON LO SIGUIENTE: MISMA CONEXION EN EL PRIMARIO Y EN EL SECUNDARIO, MISMA RELACION DE TRANSFORMACION Y MISMA IMPEDANCIA; Y POR PRECAUCION FASEAR

"SISTEMAS DE DISTRIBUCION
Y POTENCIA ELECTRICA, S.A. DE C.V."

HUAUCHINANGO # 48 , COL. LA PAZ , C.P. 72160 PUEBLA, PUE.
TEL. (01 - 222) - 231 - 07 - 53 (FAX PEDIR TONO), e-mail: sidipel@yahoo.com

LOS SECUNDARIOS ANTES DE CONECTARLOS EN PARALELO.

a la hoja # 5

HUAUCHINANGO # 48 , COL. LA PAZ , C.P. 72160 PUEBLA, PUE.
TEL. (01 - 222) - 231 - 07 - 53 (FAX PEDIR TONO), e-mail: sidipel@yahoo.com

PARA OPERAR EN PARALELO 2 TRANSFORMADORES CUANDO TIENEN DIFERENTES INPEDANCIAS Y DIFERENTES RELACIONES DE TRANSFORMACION, LA CORRIENTE CIRCULANTE ENTRE LOS 2 TRANSFORMADORES QUE FLUYE DESDE EL DE MAYOR TENSION SECUNDARIA AL DE MENOR TENSION SECUNDARIA, ES :

Ic = (Va-Vb) / (Za + Zb) vector amperes.

ESTA CORRIENTE ES POSITIVA PARA (a) y NEGATIVA PARA (b) ; y TIENE LA VIRTUD DE PRODUCIR UNA DISMINUCION DE POTENCIAL EN (a) y UN AUMENTO EN (b) , DE TAL MAGNITUD, QUE LAS DIFERENCIAS ENTRE LOS DOS TRANSFORMADORES QUEDAN NIVELADAS. DE HECHO LAS TENSIONES NO PUEDEN SER DIFERENTES ESTANDO UNIDOS A LA MISMA LINEA.

OPERACION DE TRANSFORMADORES EN LUGARES ALTOS.

CUANDO LA PRESION BAROMETRICA ES DIFERENTE A LA QUE EXISTE A NIVEL DEL MAR, SEA POR ALTITUD U OTRA CAUSA, LA DISIPACION DE CALOR POR CONVECCION, SE AFECTA CASI EN PROPORCION A LA RAIZ CUADRADA DE ESTA PRESION.

SE DICE QUE, POR CADA 100 METROS DE ELEVACION SOBRE EL NIVEL DEL MAR, LA PRESION DISMINUYE APROXIMADAMENTE 1% DEL VALOR NORMAL; EN CONSECUENCIA, LA CONVECCION DEBE DISMINUIR **0.5%** EN ESAS CONDICIONES, PERO LAS PERDIDAS NO SE REDUCEN ENCESARIAMENTE EN ESA PROPORCION, PORQUE LA RADIACION NO VARIA Y ES LA PARTE MAS IMPORTANTE DE LA DISIPACION. SI SE ADMITE QUE AMBAS TOMAN IGUAL PAPEL, RESULTA QUE POR CADA 100 METROS DE ALTURA LA DISIPACION BAJARA **0.25%,** LO CUAL EXIGE QUE LA CARGA DISMINUYA EN LA CANTIDAD NECESARIA, PARA QUE LAS PERDIDAS TOTALES, SEAN REDUCIDAS EN ESA PROPORCION.

LA PRESION BAROMETRICA INFLUYE TAMBIEN EN LA OPERACION DE LAS BOQUILLAS DE ALTA TENSION, PORQUE LA TENSION CRITICA DE “CORONA” DEL CONJUNTO Y PIEZAS QUE LO FORMAN, DEPENDE DIRECTAMENTE DEL FACTOR DE DENSIDAD DEL AIRE. EN CONSECUENCIA, SERA NECESARIO AL OPERAR A GRAN ALTITUD, QUE LAS BOQUILLAS ESTEN CONTRUIDAS PARA UNA TENSION NORMAL SUPERIOR A LA DEL SISTEMA, o QUE LA TENSION DE TRABAJO SE REDUZCA AL VALOR PRUDENTE.

LA PRIMERA SOLUCION ES LA PREFERIDA, EN LO GENERAL PORQUE NO AFECTA A LA EFICIENCIA o CAPACIDAD DEL TRANSFORMADOR, AUNQUE SI INCREMENTA SU COSTO.

EJEMPLO:

UN TRANSFORMADOR DE 1000 KVA´S , 66000 / 6600 VOLTS, CUYAS PERDIDAS SON EN EL FIERRO 6 KW, y EN EL COBRE 10 KW, TIENE REFRIGERACION ACTIVADA A BASE DE 45 % POR CONVECCION Y 55 % POR RADIACION EN CONDICIONES NORMALES; y OPERA EN UN LUGAR DONDE LA PRESION ATMOSFERICA ES DE 600 mm DE Hg. , LA DISIPASION NORMAL TOTAL ES DE 16 KW, REPARTIDA EN 7.2 KW POR CONVECCION y 8.8 KW POR RADIACION.

AL CAMBIAR LA PRESION ATMOSFERICA, EL FACTOR DE DENSIDAD SERA DE 600 / 760 = 0.79 y LA CONVECCION SERA ENTONCES (0.79)^1/2 * 7.2 = 6.4 KW

"SISTEMAS DE DISTRIBUCION
Y POTENCIA ELECTRICA, S.A. DE C.V."

HUAUCHINANGO # 48 , COL. LA PAZ , C.P. 72160 PUEBLA, PUE.
TEL. (01 - 222) - 231 - 07 - 53 (FAX PEDIR TONO), e-mail: sidipel@yahoo.com

a la hoja # 6

"SISTEMAS DE DISTRIBUCION
Y POTENCIA ELECTRICA, S.A. DE C.V."

HUAUCHINANGO # 48 , COL. LA PAZ , C.P. 72160 PUEBLA, PUE.
TEL. (01 - 222) - 231 - 07 - 53 (FAX PEDIR TONO), e-mail: sidipel@yahoo.com

EN CONSECUENCIA:

LAS PERDIDAS TOTALES NO EXCEDERAN DE 6.4 + 8.8 = 15.2 KW ; CORRESPONDIENDO 6 KW AL NUCLEO y 9.2 KW AL COBRE; LO QUE EXIGE UNA DISMINUCION D E CARGA SEGUN LA SIGUIENTE RELACION ((9.2 / 10)^1/2)*1000 = 960 KVA´S (-40 KVA)

LA DISMINUCION DE CAPACIDAD SERA 4%, POR OTRO LADO, LAS BOQUILLAS DE ALTA TENSION DEBERAN ESTAR DISEÑADAS PARA OPERAR A 66000/0.79 = 81000 V.

EN EL EJEMPLO ANTERIOR, LA ALTITUD ES DE 2000 M.S.N.M. Y SIENDO LA REDUCCION DE CAPACIDAD DEL 4%, ESTO NOS ARROJA UN FACTOR DE 0.2% POR CADA 100 MTS DE ELEVACION.

"SISTEMAS DE DISTRIBUCION
Y POTENCIA ELECTRICA, S.A. DE C.V."

HUAUCHINANGO # 48 , COL. LA PAZ , C.P. 72160 PUEBLA, PUE.
TEL. (01 - 222) - 231 - 07 - 53 (FAX PEDIR TONO), e-mail: sidipel@yahoo.com

MEDIOS DE DESCONEXION

TODA SUBESTACION DEBE TENER EN EL LADO PRIMARIO (ACOMETIDA), UN MEDIO DE DESCONEXION GENERAL DE OPERACION SIMULTANEA, QUE SEA ADECUADO A LA TENSION Y CORRIENTE NOMINAL DEL SERVICIO; EN ADICION A CUALQUIER OTRO MEDIO DE DESCONEXION.

COMO EXCEPCION A LA NORMA, SE ACEPTA QUE EN SUBESTACIONES DE 500 KVA´S OMENOS, SE PERMITE LA DESCONEXION EN FORMA UNIPOLAR, SIEMPRE Y CUANDO SE TENGA EN EL LADO DE BAJA TENSION UN DISPOSITIVO DE DESCONEXION Y PROTECCION TRIPOLAR.

INTERRUPTORES AUTOMATICOS.

EL INTERRUPTOR AUTOMATICO OPERA CON EL AUXILIO DE RELEVADORES QUE DETECTAN LA SOBRECORRIENTE PRODUCIDA POR UNA FALLA Y ENVIAN UNA SEÑAL AL INTERRUPTOR PARA QUE ESTE DISPARE Y CORTE LA CORRIENTE ABRIENDO SUS CONTACTOS.

LOS INTERRUPTORES DE POTENCIA SE CLASIFICAN POR EL MEDIO DE EXTINGUIR EL ARCO PRODUCIDO POR LA APERTURA DE UNA CORRIENTRE DE FALLA; COMO SIGUE:
1.- GRAN VOLUMEN DE ACEITE
2.- PEQUEÑO VOLUMEN DE ACEITE.
3.- AIRE COMPRIMIDO.
4.- VACIO-
5.- POR GAS DE SF6 (EXAFLORURO DE AZUFRE).

EL INTERRUPTOR AUTOMATICO PUEDE SER OPERADO MANUALMENTE A VOLUNTAD LO CUAL LO HACE UN MEDIO DE PROTECCION Y DESCONEXION AL MISMO TIEMPO.

INTERRUPTOR MANUAL DE OPERACION TRIPOLAR CON CARGA.

ESTOS DISPOSITIVOS SE OPERAN MANUALMENTE POR UN MECANISMO DE PALANCA Y TUBOS ACCIONANDO LAS TRES CUCHILLAS SIMULTANEAMENTE. CADA CUCHILLA CUENTA EN SUS EXTREMOS DE CONTACTO FIJO CON UNA CAMARA DE EXTINGCION DEL ARCO ELECTRICO.

LA DIFERENCIA ENTRE ESTE TIPO DE INTERRUPTOR MANUAL Y LOS AUTOMATICOS ES DE QUE NO OPERAN COMO PROTECCION DE SOBRECORRIENTE SINO COMO SECCIONADOR.

CUCHILLAS SECAS DE OPERACION SIN CARGA

ESTOS ELEMENTOS SON DE OPERACION MONOPOLAR o TRIPOLAR EXTERIORES o INTERIORES Y SIRVEN EXCLUSIVAMENTE PARA DESCONECTAR AL EQUIPO QUE REQUI

"SISTEMAS DE DISTRIBUCION
Y POTENCIA ELECTRICA, S.A. DE C.V."

HUAUCHINANGO # 48 , COL. LA PAZ , C.P. 72160 PUEBLA, PUE.
TEL. (01 - 222) - 231 - 07 - 53 (FAX PEDIR TONO), e-mail: sidipel@yahoo.com

-ERE DE MANTENIMIENTO O REVISION. SOLO SE PUEDEN ABRIR AL HABERSE QUITA-
DO TOTAL MENTE LA CARGA AUN LA EXITACION DE LOS TRANSFORMADORES

a la hoja # 2

"SISTEMAS DE DISTRIBUCION
Y POTENCIA ELECTRICA, S.A. DE C.V."

HUAUCHINANGO # 48 , COL. LA PAZ , C.P. 72160 PUEBLA, PUE.
TEL. (01 - 222) - 231 - 07 - 53 (FAX PEDIR TONO), e-mail: sidipel@yahoo.com

MEDIOS DE PROTECCION.

SON 2 LOS FENOMENOS ELECTRICOS QUE PUEDEN CAUSAR DAÑO AL EQUIPO ELECTRICO DE LA SUBESTACION: **SOBRECORRIENTE Y SOBREVOLTAJE**.

SOBRECORRIENTE.- TODA SUBESTACION DEBE TENER EN LE LADO PRIMARIO (ACOMETIDA), UN DISPOSITIVO GENERAL DE SOBRECORRIENTE QUE SEA ADECUADO A LA TENSION Y CORRIENTE DE SERVICIO, ASI COMO DE CAPACIDAD INTERRUPTIVA QUE DEBA ESTAR DE ACUERDO CON LA POTENCIA MAXIMA DE CORTOCIRCUITO QUE PUEDA PRESENTARSE EN LA SUBESTACION, SEGUN LA INFORMACION QUE PROPORCIONE EL SUMINISTRADOR.

LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCION CONTRA SOBRECORRIENTE SON:

EN ALTA TENSION.-
INTERRUPTORES DE POTENCIA AUTOMATICOS INTERRUPTORES DE POTENCIA EN AIRE CUCHILLA-FUSIBLE Y CORTACIRCUITOS FUSIBLES.

EN BAJA TENSION.-
INTERRUPTORES ELECTROMAGNETICOS, TERMOMAGNETICOS Y FUSIBLES.

EL INTERRUPTOR AUTOMATICO COMO MEDIO DE PROTECCION.

EL INTERRUPTOR AUTOMATICO ES UN DISPOSITIVO ELECTROMECANICO QUE CONECTA E INTERRMPE UNA O REPETIDAS VECES EN CONDICIONES NORMALES O ANORMALES (FALLA), UN CIRCUITO ELECTRICO.

ESTA DISEÑADO PARA LLEVAR EN FORMA CONTINUA LA CORRIENTE NOMINAL E INTERRMPIR CON ABSOLUTA SEGURIDAD LAS CORRIENTES DE FALLA Y SOPORTAR LOS ESFUERZOS ELECTROMECANICOS DEBIDO A ESTAS.

ESTOS DISPOSITIVOS EN SU SELECCION ORIGINAL DEBEN CONSIDERARSE LA TENSION Y CORRIENTE NOMINALES, ASI COMO PREPONDERANTEMENTE SU CAPACIDAD INTERRUPTIVA DE COMUN ACUERDO CON EL SUMINISTRADOR PREVIENDOSE A FUTURO LA EXPANSION DEL SISTEMA ELECTRICO DE POTENCIA.

EL CIRCUITO DE CONTROL DEL INTERRUPTOR DE POTENCIA SE ENCARGA DE:

a) ABRIR Y CERRAR EL INTERRUPTOR A TRAVES DE UNA MANIJA CUANDO UNO LO REQUIERA. LA MANIJA DE OPERACION SE LOCALIZA EN EL PROPIO INTERRUPTOR Y EN UN LUGAR REMOTO SI SE CUENTA CON CASETA Y TABLERO DE CONTROL.
b) QUE DISPARE (ABRIR SUS CONTACTOS) INMEDIATAMENTE CUANDO SE PRESENTE UNA FALLA Y EL EQUIPO DE PROTECCION (RELEVADORES) SE LO "ORDENE"

a la hoja # 3

"SISTEMAS DE DISTRIBUCION
Y POTENCIA ELECTRICA, S.A. DE C.V."

HUAUCHINANGO # 48 , COL. LA PAZ , C.P. 72160 PUEBLA, PUE.
TEL. (01 - 222) - 231 - 07 - 53 (FAX PEDIR TONO), e-mail: sidipel@yahoo.com

c) INDIQUE A TRAVES DE LAMPARAS DE SEÑALIZACION SU ESTADO DE ABIERTO o CERRADO (LACAL Y REMOTAMENTE)
d) ENVIAR SEÑALES AL CUADRO DE ALARMAS DEL TABLERO QUE INDIQUEN ALGUNA ANOMALIA EN SU PROPIO MECANISMO, ASI COMO FALTA DE PRESION DE AIRE o GAS QUE REQUIERE PARA SU OPERACION.
e) BLOQUEARSE EN SU OPERACION SI EXISTE ALGUNA ANOMALIA.
f) EL CONTROL DEL INTERRUPTOR DEBE ESTAR ALIMENTADO POR UNA FUENTE DE ENERGIA INDEPENDIENTE. NORMALMENTE UN BANCO DE BATERIAS DE 125 o 250 VOLTIOS C.C.

INTERRUPTORES DE POTENCIA EN AIRE CUCHILLA - FUSIBLE

ESTOS NO CUENTAN CON RELEVADORES PARA SU OPERACION POR FALLA SINO QUE CUALQUIERA DE LOS 3 FUSIBLES DE POTENCIA QUE SE QUEMA POR FALLA, DEL EQUIPO QUE ESTAN PROTEGIENDO, ESTOS LIBERAN UNA LANCETA EN SU EXTREMO SUPERIOR QUE TRASPASA UNA MEMBRANA METALICA , ACCIONANDO UNA LEVA QUE LIBERA EL TRINQUETE DE DISPARO DE LAS 3 CUCHILLAS EN FORMA SIMULTANEA MEDIANTE UN RESOSRTE PREVIAMENTE CARGADO AL MOMENTO DE CIERRE MECANICO MANUAL DEL INTERRUPTOR.. CUANDO SE USA COMO MEDIO DE DESCONEXION MANUAL, ESTE SE ACCIONA CON LA PALANCA DE MANDO EXTERIOR (CERRAR o ABRIR) CARGANDO o LIBE RANDO EL DISPARO AUTOMATICO SIN INTERVENCION DE LOS FUSIBLES.

PROTECCION UNIPOLAR CON FUSIBLES.

LOS CORTACIRCUITOS FUSIBLES PUEDEN SER DEL TIPO DE EXPULSION CON FUSION DE SU ELEMENTO EN AIRE o EN ACIDO BORICO (BAJA o ALTA CAPACIDAD INTERRUP TIVA),o DEL TIPO LIMITADOR DE CORRIENTE EN ARENA DE PLATA. LOS HAY PARA OPERAR A LA INTEMPERIE o EN INTERIOR.

LA OPERACION DE UN ELEMENTO FUSIBLE HACE QUE EL SERVICIO SE INTERRUMPA EN LA FASE QUE PROTEGE HASTA QUE SEA REPUESTO MANUALMENTE DICHO ELEMENTO.

BAJO CIERTAS CONDICIONES NO ES CONVENIENTE LA FALTA DE UNA FASE EN EL SISTEMA ELECTRICO.

a la hoja # 4

"SISTEMAS DE DISTRIBUCION
Y POTENCIA ELECTRICA, S.A. DE C.V."

HUAUCHINANGO # 48 , COL. LA PAZ , C.P. 72160 PUEBLA, PUE.
TEL. (01 - 222) - 231 - 07 - 53 (FAX PEDIR TONO), e-mail: sidipel@yahoo.com

SOBREVOLTAJES.

EXISTEN 2 TIPOS DE SOBREVOLTAJES: DE ORIGEN EXTERNO Y DE ORIGEN INTERNO.

SE ENTIENDE POR SOBREVOLTAJE DE ORIGEN EXTERNO, EL PRODUCIDO POR DESCARGAS ATMOSFERICAS.

EN GENERAL LOS SOBREVOLTAJES EXTERNOS PUEDEN SER DE 3 TIPOS:
1.- POR CARGA ESTATICA.
2.- POR DESCARGA INDIRECTA.
3.- POR DESCARGA DIRECTA.

LOS SOBREVOLTAJES POR CARGA ESTATICA SE PRESENTAN EN LAS INSTALACIONES Y PRINCIPALMENTE EN LAS LINEAS DE TRANSMISION, POR EL SOLO HECHO DE QUE EXISTAN NUBES SOBRE ESTAS Y QUE LAS NUBES SEAN DESPLAZADAS POR EL VIENTO A 40 KM. / HORA. ESTE CASO ES EL MENOS PELIGROSO YA QUE SE DISMINUYE CONSIDERABLEMENTE SU EFECTO MEDIANTE EL USO DE HILO DE GUARDA EN LAS LINEAS DE TRANSMISION ASI COMO BAYONETAS E HILOS DE GUARDA EN LAS SUBESTACIONES.

LOS SOBREVOLTAJES POR DESCARGAS INDIRECTAS SE PRESENTAN EN LAS INSTALACIONES POR LA PRESENCIA DE RAYOS QUE CAEN EN PUNTOS CERCANOS A LAS MISMAS Y QUE POR EFECTO DE INDUCCION ELECTROSTATICA Y ELECTROMAGNETICA, INTRODUCEN TRANSITORIOS EN LAS INSTALACIONES.
ESTE TIPO DE SOBREVOLTAJE ES EL MAS FRECUENTE Y PUEDE SER GRAVE DEPENDIENDO DE LA INTENSIDAD DE LA DESCARGA.

LOS SOBREVOLTAJES POR DESCARGAS DIRECTAS SON LOS MENOS FRECUENTES EN LAS INSTALACIONES, PERO SON LOS QUE CAUSAN LOS DAÑOS MAS SEVEROS DEBIDO A LA ENORME CANTIDAD DE POTENCIA QUE LLEVA CONSIGO UNA DESCARGA ATMOSFERICA.

LAS CORRIENTES QUE SE PRESENTAN EN ESE TIPO DE DESCARGA PUEDEN ALCANZAR VALORES DE HASTA 100 K A. INSTANTANEOS QUE PRODUCEN ESFUERZOS ELECTRODINAMICOS Y TERMICOS EN LAS INSTALACIONES.

POR LO GENERAL UNA DESCARGA DIRECTA SOBRE UNA LINEA DE TRANSMISION PROVOCA UNA ONDA DE SOBREVOLTAJE INICIAL QUE SE DIVIDE EN DOS ONDAS VIAJERAS QUE VAN HACIA LA IZQUIERDA Y HACIA LA DERECHA DEL PUNTO DE LA DESCARGA DESPLAZANDOSE A LA VELOCIDAD DE LA LUZ.

SE ENTIENDE POR SOBREVOLTAJE DE TIPO INTERNO A LOS QUE SE PRESENTAN EN LAS INSTALACIONES ELECTRICAS POR OPERACIONES DEL EQUIPO, FALLAS U OTROS MOTIVOS PROPIOS DE LA RED.

a la hoja # 5

"SISTEMAS DE DISTRIBUCION
Y POTENCIA ELECTRICA, S.A. DE C.V."

HUAUCHINANGO # 48 , COL. LA PAZ , C.P. 72160 PUEBLA, PUE.
TEL. (01 - 222) - 231 - 07 - 53 (FAX PEDIR TONO), e-mail: sidipel@yahoo.com

COMO PUEDE VERSE, LOS RIESGOS A QUE ESTAN EXPUESTOS LOS EQUIPOS ELECTRI COS POR SOBREVOLTAJES SON MUY ALTOS. PARA PROTEGERLOS Y SOBRETODO A LOS TRANSFORMADORES, SE REQUIERE DE DISPOSITIVOS ESPECIALES.
NOS REFERIMOS A:

APARTARRAYOS.-

ESTE ES UN DISPOSITIVO PRIMARIO DE PROTECCION, USADO EN LA COORDINACION DE AISLAMIENTO.

LAS FUNCIONES ESPECIFICAS DE LOS APARTARRAYOS SON :

1.- OPERAR SIN SUFRIR DAÑO POR TENSIONES EN EL SISTEMA Y CORRIENTES QUE CIRCULEN POR ESTE.

2.- REDUCIR LAS SOBRETENSIONES PELIGROSAS A VALORES QUE NO DAÑEN EL AIS- ALMIENTO DEL EQUIPO. PARA CUMPLIR CON LO ANTERIOR SE DEBE SELECCIONAR EL AISLAMIENTO APROPIADO.

LAS CARACTERISTICAS DE PROTECCION DEL APARTARRAYOS SE PUEDEN DIVIDIR EN 2 PARTES:

a) TENSION DE ARQUEO.
b) TENSION DE DESCARGA.

LA TENSION DE ARQUEO o MAGNITUD DE LA TENSION A LA CUAL SE PRODUCE EL ARQUEO EN EL APARTARRAYOS ES UNA FUNCION DE LA FORMA DE ONDA Y TEN- SION APLICADA.

LA TENSION DE DESCARGA o TENSION CAUSADA POR EL FLUJO DE CORRIENTE A TRAVES DEL APARTARRAYOS (SE REFIERE A LA CAIDA DE IR EN EL APARTARRA- YOS), ES UNA FUNCION DE LA FORMA DE ONDA Y MAGNITUD DE LA CORRIENTE.

PARA TENER UNA IDEA DE LA MAGNITUD DE LAS CORRIENTES DE DESCARGA, VEA- MOS ESTE SIMPLE EJEMPLO:
PARA UNA LINEA DE 230 KV CON UN BIL DE 900 KV Y UNA IMPEDANCIA CARACTE- RISTICA Zo = 300 OHMS, SI SE DESPRECIA LA RESISTENCIA DEL APARTARRAYOS QUE DA EL VALOR DE Vr , EN EL PEOR DE LOS CASOS SE TENDRIA
Id = 2 BIL / Zo = 2 x 900 / 300 = 6 KA .

Y PARA SISTEMAS DE MENOR TENSION, LAS CORRIENTES SON MENORES.

DE REGISTROS TOMADOS EN EL CAMPO POR ALGUNOS PAISES, SE HA MEDIDO QUE SOLO DEL 1 AL 4 % DE LAS CORRIENTES DE DESCARGA EN APARTARRAYOS, EXCE- DEN A 10 KA; Y SOBRE UN 70 % SON MENORES A 2 KA .

a la hoja 6

"SISTEMAS DE DISTRIBUCION
Y POTENCIA ELECTRICA, S.A. DE C.V."

HUAUCHINANGO # 48 , COL. LA PAZ , C.P. 72160 PUEBLA, PUE.
TEL. (01 - 222) - 231 - 07 - 53 (FAX PEDIR TONO), e-mail: sidipel@yahoo.com

SELECCION DEL APARTARRAYOS.-
LA SELECCION DE UN APARTARRAYOS PARA PROTECCION CONTRA SOBRETENSIONES DE ORIGEN ATMOSFERICO Y POR MANIOBRAS DE INTERRUPTORES, SE DEBE HACER DE ACUERDO CON EL CRITERIO ESTABLECIDO PARA LA COORDINACION DE AISLAMIENTO QUE DEBE IMPERAR EN UNA INSTALACION EN TODO SU CONJUNTO; ES DECIR, SE DEBE VERIFICAR QUE UN TIPO DE APARTARRAYOS CUMPLA CON LOS REQUERIMIENTOS TANTO DE LA LINEA COMO DEL TRANSFORMADOR, AISLADORES ETC. EN LA SUBESTACION.

LAS CARACTERISTICAS IMPORTANTES PARA LA SELECCION DE UN APARTARRAYOS SON :
a) TENSION NOMINAL DEL CIRCUITO ALIMENTADOR. VALOR FASE- FASE.
b) CORRIENTE NOMINAL DE DESCARGA.
c) TIPO DE SISTEMA DE ATERRIZAJE DEL NEUTRO DEL CIRCUITO PRIMARIO.

EL MAXIMO SOBREVOLTAJE POR CONDICIONES DE FALLA DE LINEA A TIERRA CONSIDERANDO EL EFECTO DEL TIPO DE ATERRIZAJE DEL SISTEMA.

DE ACUERDO CON LAS NORMAS ASA, LAS RELACIONES DE Xo / X1 Y DE Ro / X1 , DAN UNA CLASIFICACION DE LOS SISTEMAS DE ACUERDO A LA FORMA EN QUE SE ENCUENTRAN ATERRIZADOS SUS NEUTROS

ATERRIZAJE TIPO "A" 3F-4H - MULTIATERRIZADO. SISTEMAS CON NEUTRO A TIERRA CUYAS RELACIONES REACTANCIA A RESISTENCIA SON MENORES QUE LAS DE LOS SISTEMAS TIPO B. ESTE REQUIERE UN 75 % DE LA TENSION NOMINAL DEL CIRCUITO

ATERRIZAJE TIPO "B" 3F-4H -EFECTIVAMENTE ATERRIZADO. CUANDO SU RELACION DE REACTANCIAS (Xo / X1) SEA POSITIVA Y MENOR DE 3 ; Y AQUELLOS CUYA RELACION DE RESISTENCIA (Ro /X1) SEA POSITIVA Y MENOR DE 1 EN CUALQUIER PUNTO DEL SISTEMA. ESTE REQUIERE UN 80 % DE LA TENSION NOMINAL DEL CIRCUITO.

ATERRIZAJE TIPO "C" 3F-3H - ATERRIZADO SOLO EN LA FUENTE. ESTE SISTEMA CON TODO Y TENER EL EL NEUTRO ATERRIZADO, NO LLENA LOS REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA TIPO B , PORQUE LA RELACION DE REACTANCIAS ES MAYOR DE 3 CON VALOR POSITIVO Y DE Ro / X1 ES MAYOR DE 1. **SISTEMAS USANDO TIERRA "FALSA" SE INCLUYEN EN ESTACLASIFICACION**.
ESTE REQUIERE UN 100 % DE LA TENSION NOMINAL DEL CIRCUITO

ATERRIZAJE TIPO "D" 3F-3H - SISTEMA CON NEUTRO AISLADO. ESTE SISTEMA TIENE EL NEUTRO AISLADO, EN EL CUAL LA REACTANCIA DE SECUENCIA CERO ES CAPACITIVA Y SU RELACION (Xo / X1) ES NEGATIVA Y QUEDA COMPRENDIDA ENTRE MENOS 40 Y MENOS INFINITO. ESTE REQUIERE UN 100% DE LA TENSION NOMINAL

ATERRIZAJE TIPO "E" 3F-3H - SISTEMA CON NEUTRO AISLADO. ESTE SISTEMA ES EL QUE NO QUEDA ENTRE LOS LIMITES DEL TIPO D . SE CARACTERIZA PORQUE LA RELACION DE LA REACTANCIA DE SECUENCIA CERO Y LA REACTANCIA POSITIVA (Xo / X1) ES NEGATIVA CON LIMITES ENTRE CERO A MENOS CUARENTA. ESTE REQUIERE UN 105 % DE LA TENSION NOMINAL DEL CIRCUITO.

a la hoja # 7

"SISTEMAS DE DISTRIBUCION
Y POTENCIA ELECTRICA, S.A. DE C.V."

HUAUCHINANGO # 48 , COL. LA PAZ , C.P. 72160 PUEBLA, PUE.
TEL. (01 - 222) - 231 - 07 - 53 (FAX PEDIR TONO), e-mail: sidipel@yahoo.com

ENTRE ESTOS LIMITES, ES POSIBLE SE TENGAN EFECTOS DE RESONANCIA PARCIAL, ASI QUE CADA CASO DEBE ANALIZARSE Y TRATARSE INDIVIDUALMENTE.

TENSION NOMINAL DEL APARTARRAYOS.-
ES EL VALOR EFECTIVO DE LA TENSION ALTERNA DE FRECUENCIA FUNDAMENTAL 60 HZ, A LA CUAL SE EFECTUA LAPRUEBA DE TRABAJO Y QUE PUEDE APARECER EN FORMA PERMANENTE EN EL APARTARRAYOS SIN DAÑARLO. A ESTA TENSION , EL APARTARRAYOS EXTINGUE LA CORRIENTE DE FRECUENCIA FUNDAMENTAL, POR LO QUE SE CONOCE TAMBIEN COMO “TENSION DE EXTINCION DEL APARTARRAYOS”

LA TENSION NOMINAL DEL APARTARRAYOS SE OBTIENE COMO Vn = Ke Vmax
donde Vmax = TENSION MAXIMA DEL SISTEMA F - F .
Vn = TENSION NOMINAL DEL APARTARRAYOS.
Ke = FACTOR DE CONEXION A TIERRA.

EL FACTOR Ke SE REFIERE A LA FORMA EN COMO ESTA CONECTADO EL NEUTRO DEL SISTEMA A TIERRA, CONSIDERANDO LA FALLA DE LINEA A TIERRA COMO LA QUE PRODUCE LA SOBRETENSION EN LAS FASES NO FALLADAS.

SE ANEXA TABLA DE SELECCION ILUSTRATIVA, GRAFICAS DE TIPOS DE ATERRIZAJE Y CURVAS DE COORDINACION DE AISLAMIENTO.

EN TODOS LOS CASOS DE INSTALACION DE APARTARRAYOS, ESTOS DEBEN CONECTARSE A TIERRA; ASI COMO AL SISTEMA DE TIERRA DEL EQUIPO CUANDO EXISTA.

ES CONVENIENTE REMARCAR QUE LOS HILOS DE GUARDA Y PARARRAYOS ASI COMO UNA BIEN DISEÑADA RED DE TIERRA SON UN COMPLEMENTO QUE HACE QUE LA PROTECCION CONTRA SOBREVOLTAJES SEA MAS EFICAZ.

a la hoja # 8

"SISTEMAS DE DISTRIBUCION
Y POTENCIA ELECTRICA, S.A. DE C.V."

HUAUCHINANGO # 48 , COL. LA PAZ , C.P. 72160 PUEBLA, PUE.
TEL. (01 - 222) - 231 - 07 - 53 (FAX PEDIR TONO), e-mail: sidipel@yahoo.com

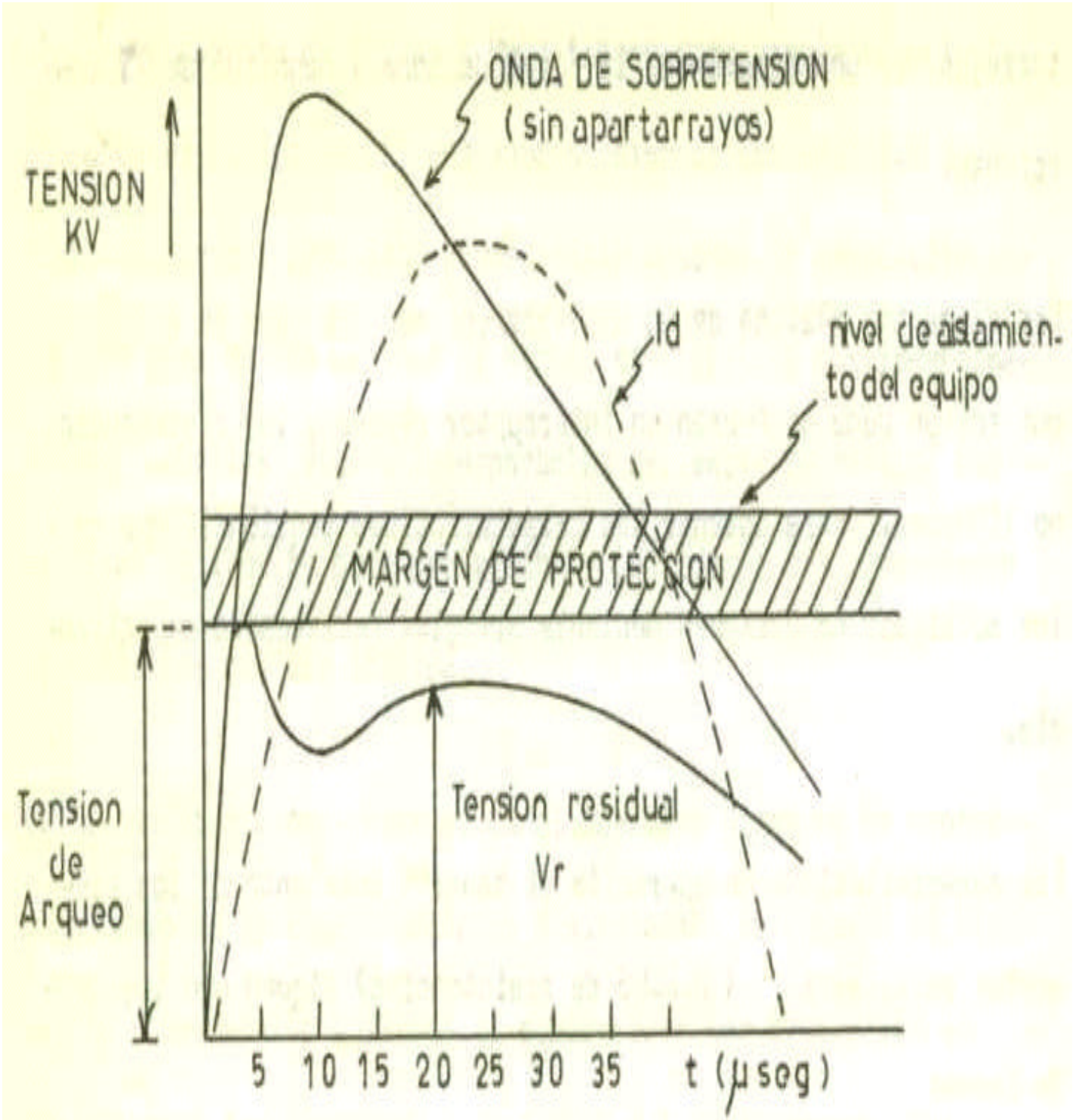
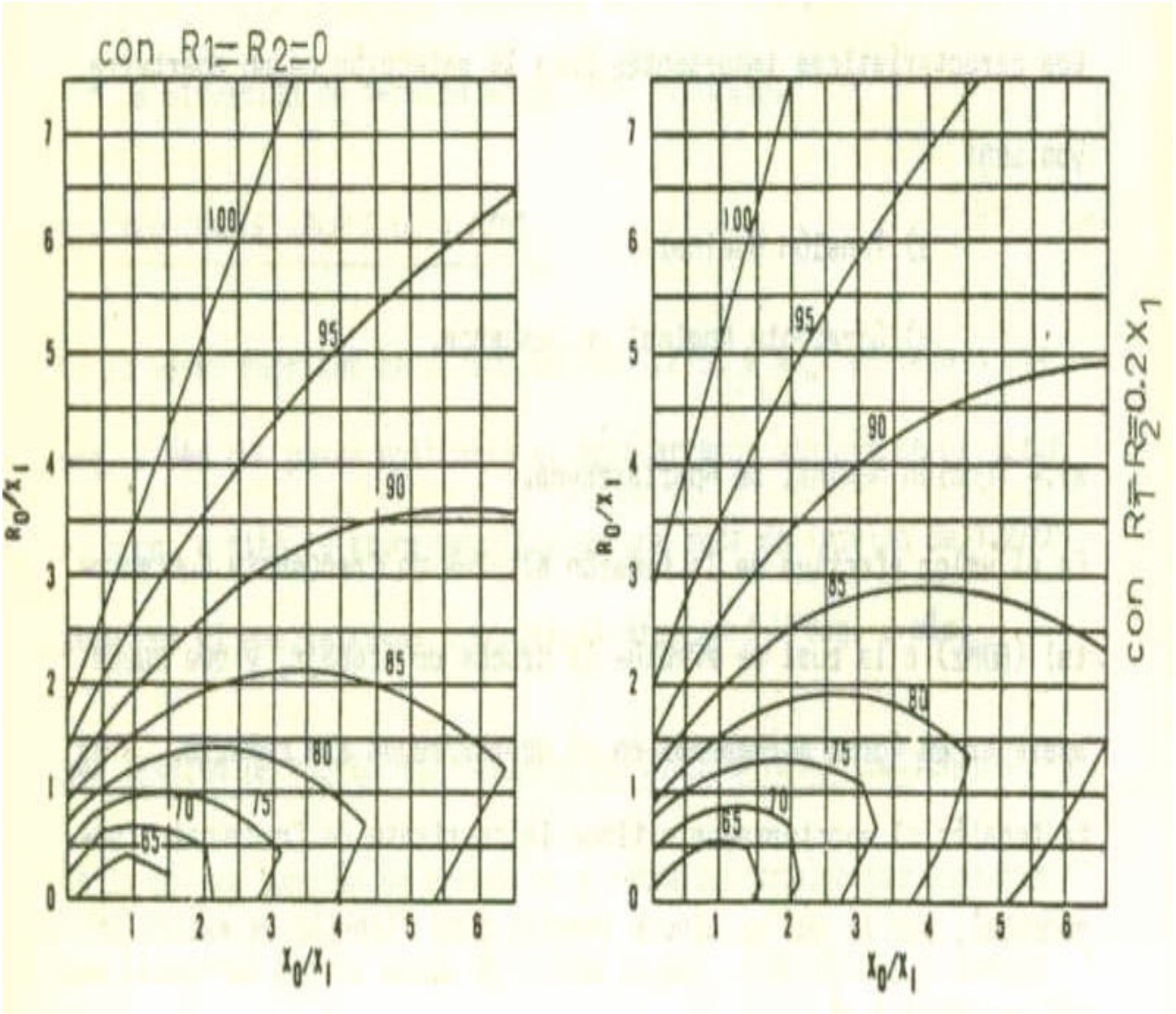


FIG. 5.19

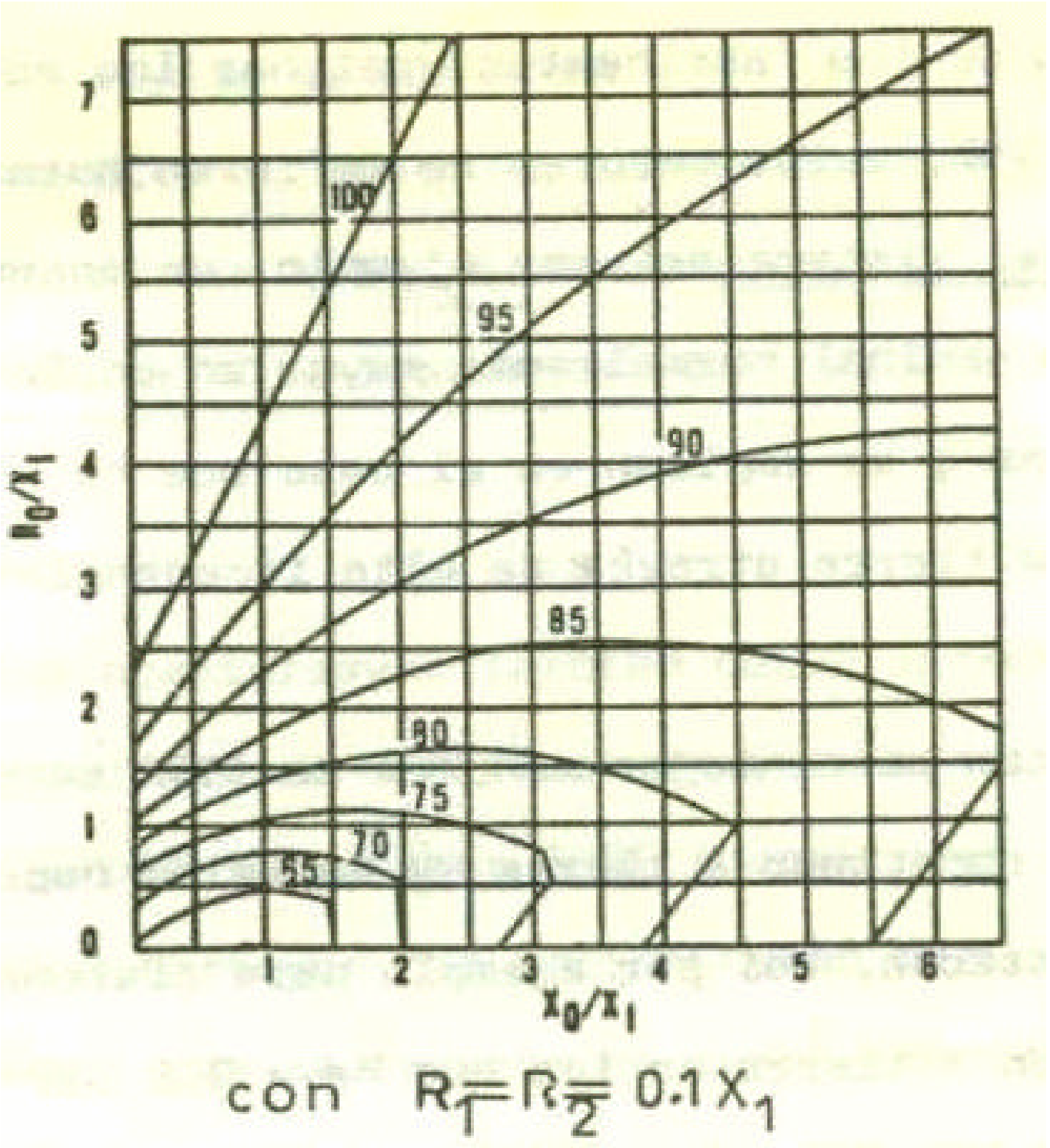
"SISTEMAS DE DISTRIBUCION
Y POTENCIA ELECTRICA, S.A. DE C.V."

HUAUCHINANGO # 48 , COL. LA PAZ , C.P. 72160 PUEBLA, PUE.
TEL. (01 - 222) - 231 - 07 - 53 (FAX PEDIR TONO), e-mail: sidipel@yahoo.com



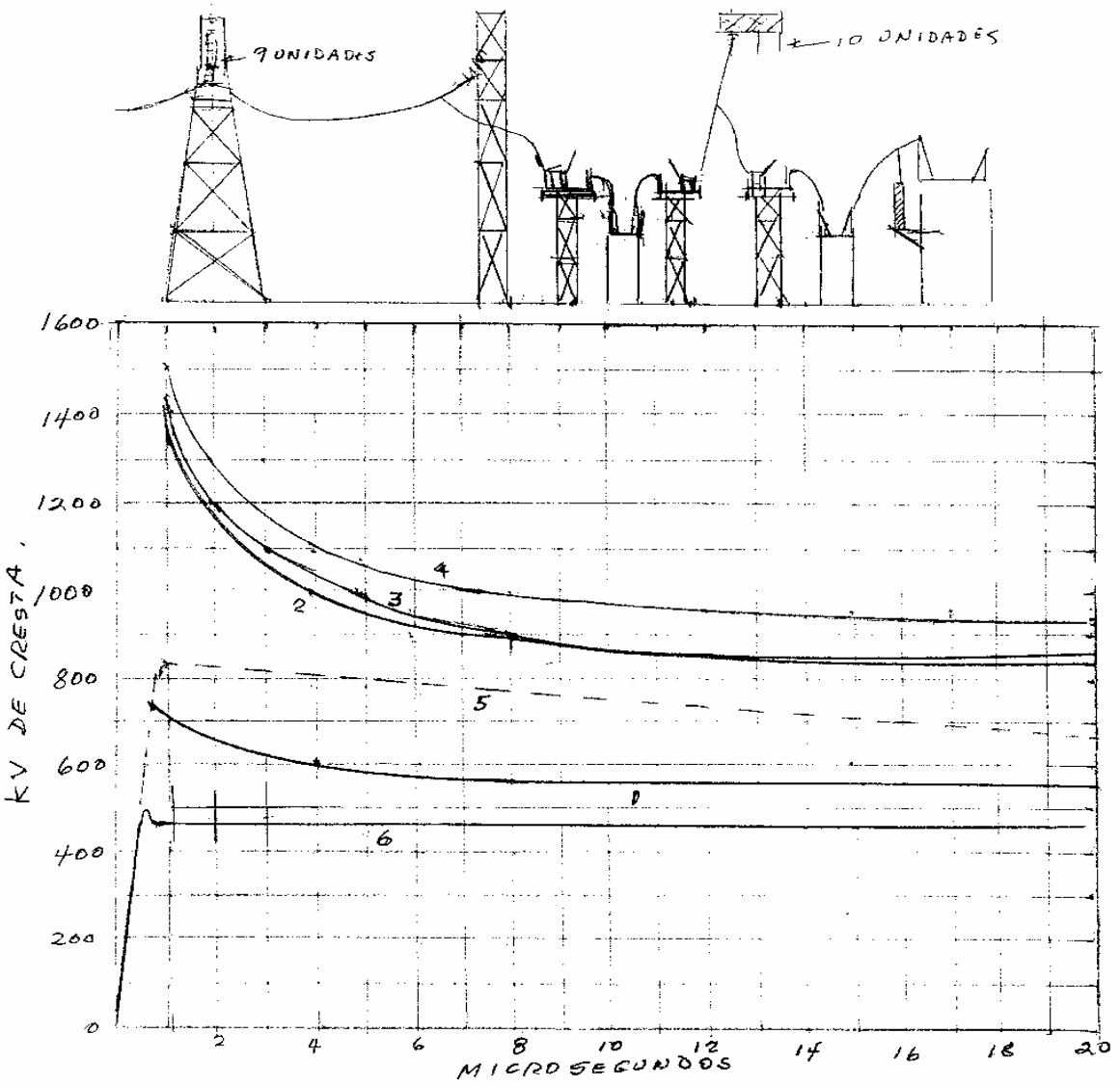
"SISTEMAS DE DISTRIBUCION
Y POTENCIA ELECTRICA, S.A. DE C.V."

HUAUCHINANGO # 48 , COL. LA PAZ , C.P. 72160 PUEBLA, PUE.
TEL. (01 - 222) - 231 - 07 - 53 (FAX PEDIR TONO), e-mail: sidipel@yahoo.com



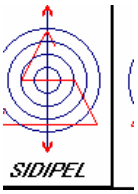
"SISTEMAS DE DISTRIBUCION
Y POTENCIA ELECTRICA, S.A. DE C.V."

HUAUCHINANGO # 48 , COL. LA PAZ , C.P. 72160 PUEBLA, PUE.
TEL. (01 - 222) - 231 - 07 - 53 (FAX PEDIR TONO), e-mail: sidipel@yahoo.com



COORDINACION DE AISLAMIENTO EN UNA SUBESTACION DE 138 KV PARA UNA ONDA DE 1.5 x 40 MS

1- TRANSFORMADOR CON UN NBI 650 KV
2- AISLAMIENTO DE LINEA (9 UNIDADES SUSPENSION)
3- CUCHILLAS DESCONECTADORAS
4- AISLAMIENTO EN BARRAS (10 AISLADORES SUSPENSION)
5- ONDA MAXIMA 1½ x 40 μS.
6- DESCARGA DE UN APARTARRAYOS DE 121 KV PARA UNA ONDA PLENA DE 1½ x 40 MS.

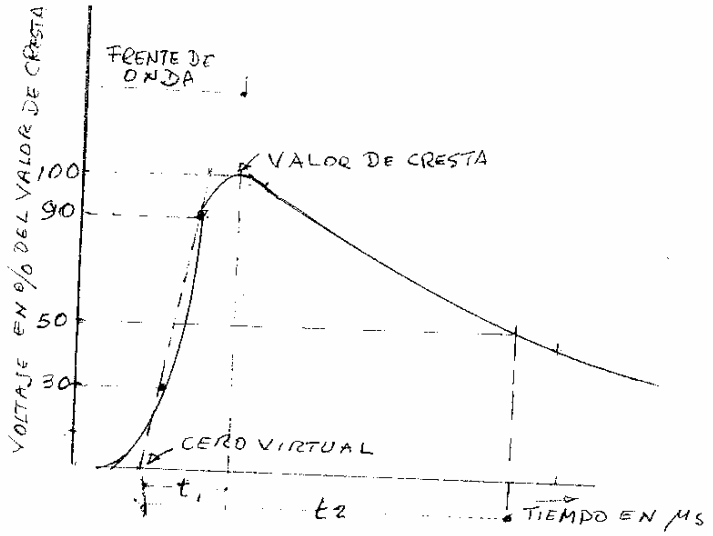


"SISTEMAS DE DISTRIBUCION Y POTENCIA ELECTRICA, S.A. DE C.V."

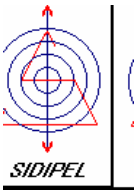
HUAUCHINANGO # 48 , COL. LA PAZ , C.P. 72160 PUEBLA, PUE.
TEL. (01 - 222) - 231 - 07 - 53 (FAX PEDIR TONO), e-mail: sidipel@yahoo.com

"SISTEMAS DE DISTRIBUCION
Y POTENCIA ELECTRICA, S.A. DE C.V."

HUAUCHINANGO # 48 , COL. LA PAZ , C.P. 72160 PUEBLA, PUE.
TEL. (01 - 222) - 231 - 07 - 53 (FAX PEDIR TONO), e-mail: sidipel@yahoo.com



ONDA DE VOLTAJE EN LA PRUEBA DE IMPULSO
1,5 x 40 µSeg



"SISTEMAS DE DISTRIBUCION Y POTENCIA ELECTRICA, S.A. DE C.V."

HUAUCHINANGO # 48 , COL. LA PAZ , C.P. 72160 PUEBLA, PUE.
TEL. (01 - 222) - 231 - 07 - 53 (FAX PEDIR TONO), e-mail: sidipel@yahoo.com

"SISTEMAS DE DISTRIBUCION
Y POTENCIA ELECTRICA, S.A. DE C.V."

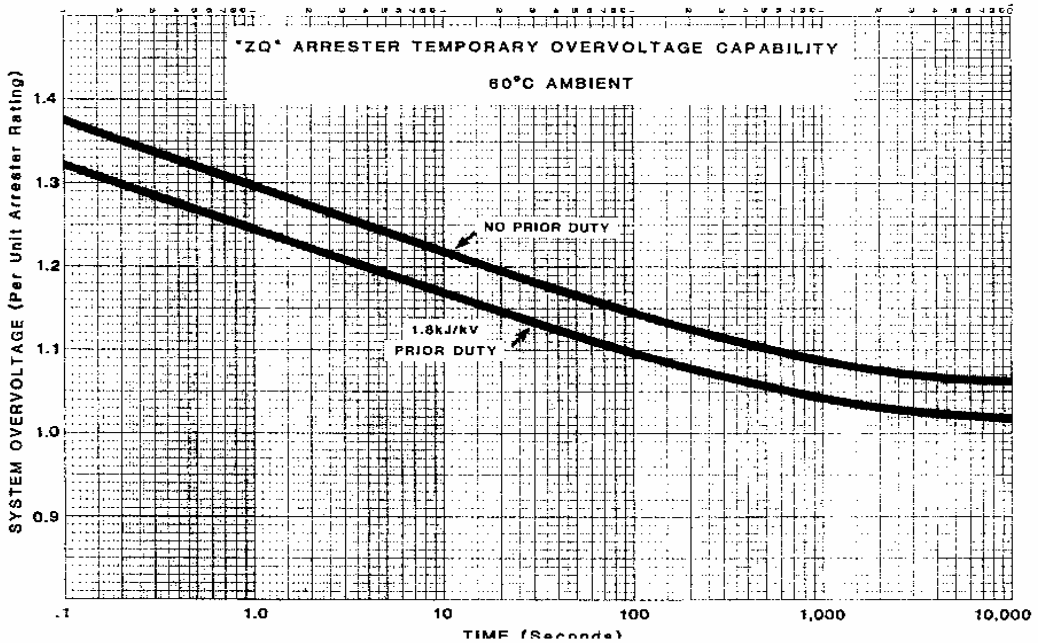
HUAUCHINANGO # 48 , COL. LA PAZ , C.P. 72160 PUEBLA, PUE.
TEL. (01 - 222) - 231 - 07 - 53 (FAX PEDIR TONO), e-mail: sidipel@yahoo.com

JOSLYN DISTRIBUTION CLASS METAL OXIDE ARRESTER
TYPE "ZQ"

PROTECTIVE CHARACTERISTICS

VOLTAGE RATING (kV-RMS)	MCOV (kV-RMS)	EQUIVALENT FOW* (kV-CREST)	MAXIMUM DISCHARGE VOLTAGE (kV-CREST) USING AN 8/20µs CURRENT WAVE					
			1.5kA	3kA	5kA	10kA	20kA	40kA
3	2.55	10.6	8.3	8.7	9.2	9.9	11.1	13.1
6	5.1	21.2	16.6	17.4	18.4	19.8	22.2	26.2
9	7.65	31.8	24.9	26.1	27.6	29.7	33.3	39.3
10	8.4	35.3	27.7	29.0	30.7	33.0	37.0	43.7
12	10.2	42.4	33.2	34.8	36.8	39.6	44.4	52.4
15	12.7	53.0	41.5	43.5	46.0	49.5	55.5	65.5
18	15.3	63.6	49.8	52.2	55.2	59.4	66.6	78.6
21	17.0	74.2	58.1	60.9	64.4	69.3	77.7	91.7
24	19.5	84.8	66.4	69.6	73.6	79.2	88.8	104.8
27	22.0	95.4	74.7	78.3	82.8	89.1	99.9	117.9

*The equivalent front-of-wave is the maximum discharge voltage for a 10kA impulse current wave which produces a voltage wave cresting in 0.5µs.

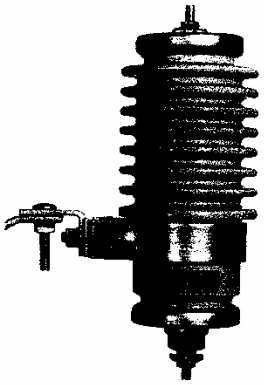


SIDIPEL

"SISTEMAS DE DISTRIBUCION
Y POTENCIA ELECTRICA, S.A. DE C.V."

HUAUCHINANGO # 48 , COL. LA PAZ , C.P. 72160 PUEBLA, PUE.
TEL. (01 - 222) - 231 - 07 - 53 (FAX PEDIR TONO), e-mail: sidipel@yahoo.com

"ZJ" Series Heavy Duty Riser Pole Type Surge Arresters Rated 9–27kV



The type "ZJ" arrester is a Heavy Duty distribution class surge arrester specifically designed for riser pole application. The "ZJ" is a gapless design incorporating highly non-linear metal oxide valve elements. Manufacturing, quality and engineering improvements have resulted in lower discharge voltage characteristics for the "ZJ." The redesigned porcelain reduces overall size without sacrificing leakage distance.

PERFORMANCE

The improved low protective characteristics of the "ZJ" make it particularly well suited for high reliability applications such as protection of underground systems at the riser pole. The gapless design provides improved response to surges with fast rates of rise and the metal oxide valve elements mean improved stability of the protective characteristics. The high thermal capabilities of the "ZJ" mean improved longevity in areas of high lightning activity. The gapless design and extra creepage porcelain housing make the "ZJ" particularly good for installations where contamination is a problem.
The "ZJ" arrester is REA approved.

DURABILITY

The "ZJ" is tested in accordance with the latest industry standard ANSI/IEEE C62.11-1987 for metal oxide arresters. The "ZJ" consistently withstands the following minimum design tests:

- High Current—Short Duration: 2 current surges of 100kA magnitude.
- Low Current—Long Duration: 20 current surges of 250 amperes magnitude and 2000 microsecond duration.
- Duty Cycle: 20 discharges with a current surge of 10kA magnitude and 8/20 microsecond wave shape: Followed by 2 discharges with a current surge of 40kA magnitude.
- Following each of these tests, the "ZJ" arrester remains thermally stable and the discharge voltage increase at rated current is less than 10%.

RELIABILITY

Rigid quality control standards insure that all material conforms to exacting engineering specifications. Each finished arrester is subjected to a leak test to insure the integrity of the sealing system and electrical tests to measure total leakage current, power loss, reference voltage and RIV.

METAL OXIDE VALVE ELEMENTS

The use of highly non-linear metal oxide valve elements permits the elimination of the internal gap structure. Developed by Joslyn over many years of research, the metal oxide valve elements combine excellent protective characteristics with steady state performance to maximize protection over many years of service. A proven internal heat transfer scheme insures the long term thermal stability of the arrester. An insulating ceramic collar on each block helps contain the high current surges.
Electrical tests are a very critical part of valve block production. A sample is selected from each batch of blocks and subjected to an accelerated aging and thermal stability test. If the batch is accepted each block receives a two surge low current—long duration test, a discharge voltage test at the classifying current to sort the blocks, reference voltage, power loss and total current tests to establish steady-state performance.

APPLICATION

The "ZJ" arrester rated voltage designates the 60Hz voltage applied across the arrester terminals during the duty cycle test. In addition, the Type "ZJ" arrester Maximum Continuous Operating Voltage (MCOV) designates the maximum power frequency voltage that may be continuously applied across the arrester in service. Selection of the appropriate Type "ZJ" rating is made on the basis that the maximum continuous line-to-ground voltage on the system does not exceed the MCOV of the arrester.
The weighted average ambient temperature at the point of installation should not exceed 40°C and the maximum temperature should not exceed 60°C. For applications continuously exceeding these temperatures your Joslyn Representative should be consulted.

PORCELAIN HOUSING

The high strength wet-process porcelain has been redesigned to reduce size and weight but still incorporates a long leakage path to significantly reduce the effects of contamination.

LINE TERMINAL

Securely clamps aluminum or copper conductors from No. 10 solid through 2/0 stranded.

GROUND LEAD DISCONNECTOR

Helps prevent line lockout by disconnecting a failed arrester from the system and serves as an indicating device that the failed arrester needs replacement. Ground terminal clamp will accept conductors from No. 10 solid through 2/0 stranded.

Copyright © 1989 Joslyn Manufacturing Co. • A Joslyn Company • 9200 West Fullerton Avenue • Franklin Park, Illinois 60131-0368 • (312) 625-1500

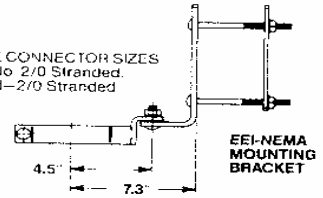
"SISTEMAS DE DISTRIBUCION
Y POTENCIA ELECTRICA, S.A. DE C.V."

HUAUCHINANGO # 48 , COL. LA PAZ , C.P. 72160 PUEBLA, PUE.
TEL. (01 - 222) - 231 - 07 - 53 (FAX PEDIR TONO), e-mail: sidipel@yahoo.com

JOSLYN Manufacturing Co.

"ZJ" Series Heavy Duty Riser Pole Type Surge Arresters Rated 9—27kV (continued)

RANGE OF ACCEPTABLE CONNECTOR SIZES
Line Side-No. 10 Solid—No. 2/0 Stranded.
Ground Side-No. 10 Solid—2/0 Stranded



MOUNTING BRACKETS

The "ZJ" arrester is supplied with a standard NEMA Type "A" crossarm mounting bracket.

RATINGS FOR VARIOUS SYSTEM VOLTAGES

System L-L Voltage (kV)		Grounded Neutral Circuits		Ungrounded, Temporarily Ungrounded Impedance Grounded Circuits	
Nominal	Maximum	Rating	MCOV	Rating	MCOV
6.9	7.25	9*	7.65	9*	7.65
8.32	8.74	9*	7.65	10*	8.4
8.32	8.74	—	—	12	10.2
12	12.7	9*	7.65	15*	12.7
12	12.7	10	8.4	18	15.3
12.47	13.2	9*	7.65	15*	12.7
12.47	13.2	10	8.4	18	15.3
13.2	13.9	10	8.4	15	12.7
13.2	13.9	12	10.2	18*	15.3
13.8	14.5	10*	8.4	18*	15.3
13.8	14.5	12	10.2	—	—
23	24.2	18*	15.3	27*	22
23	24.2	21	17.0	—	—
24.9	26.1	18*	15.3	—	—
24.9	26.1	21	17.0	—	—
34.5	36.2	27*	22	—	—

*Normal recommended ratings are highlighted. Use higher rating for severe duty.

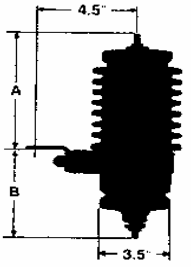
PROTECTIVE CHARACTERISTICS

Voltage Rating (kV-RMS)	MCOV (kV-RMS)	Maximum Equivalent F.O.W.* (kV-Crest)	Maximum Discharge Voltage (kV-Crest) Using an 8/20μs Current Wave					
			1.5kA	3kA	5kA	10kA	20kA	40kA
9	7.65	27.0	21.2	21.9	22.8	24.0	26.6	29.4
10	8.4	30.0	23.6	24.4	25.3	26.7	29.6	32.7
12	10.2	36.0	28.3	29.3	30.4	32.0	35.5	39.2
15	12.7	45.0	35.4	36.6	38.0	40.0	44.3	49.0
18	15.3	54.0	42.5	43.9	45.6	48.0	53.2	58.8
21	17.0	63.0	49.6	51.2	53.2	56.0	62.0	68.6
24	19.5	72.0	56.7	58.5	60.8	64.0	70.9	78.4
27	22.0	81.0	63.7	65.8	68.4	72.0	79.8	88.2

*The equivalent front-of-wave is the maximum discharge voltage for a 10kA impulse current wave which produces a voltage wage cresting in 0.5μs.

PHYSICAL DATA

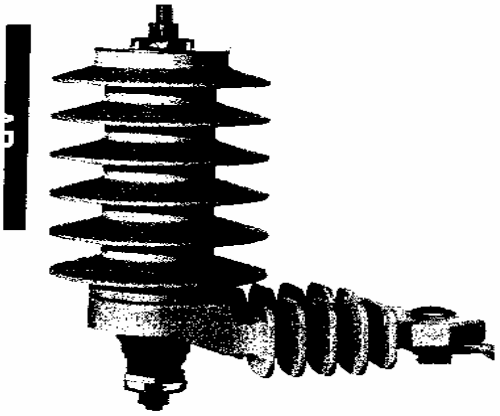
Catalog Number	Voltage Rating (kV)	Dimensions (Inches)					Approx. Shipping Weight (Lbs.)
		A	B	Length (A+B)	Nominal Strike	Nominal Creepage	
8131 C 0009J001	9	6.7	6.0	12.7	5.8	10.3	13.8
8131 C 0010J001	10	6.7	6.0	12.7	5.8	10.3	13.8
8131 C 0012J001	12	8.0	7.3	15.3	7.0	13.1	16.6
8131 C 0015J001	15	9.3	8.1	17.4	8.4	15.8	18.4
8131 C 0018J001	18	10.6	8.4	19.0	9.7	18.6	21.2
8131 C 0021J001	21	11.8	8.7	20.5	10.9	21.4	23.9
8131 C 0024J001	24	14.4	9.2	23.6	12.2	27.2	27.6
8131 C 0027J001	27	14.4	9.2	23.6	13.5	27.2	28.1



"SISTEMAS DE DISTRIBUCION
Y POTENCIA ELECTRICA, S.A. DE C.V."

HUAUCHINANGO # 48 , COL. LA PAZ , C.P. 72160 PUEBLA, PUE.
TEL. (01 - 222) - 231 - 07 - 53 (FAX PEDIR TONO), e-mail: sidipel@yahoo.com

"ZQP" Series Heavy Duty Distribution Class, Polymer Housed, Metal Oxide Surge Arresters 3-30kV



Joslyn has helped guide the utility industry through the years of expulsior silicon carbide valve type arresters and to the latest in metal oxide techno offer a wide range of silicon carbide and metal oxide arresters, from elbov station class arresters, from porcelain housed to polymer housed arresters. T housing offers features never before attainable with porcelain housed arreste

FEATURES

The "ZQP" arrester offers all the advantages of a metal oxide distribution arre weight, low profile polymeric housing designed for either indoor or outdoor o cations. The polymeric housing eliminates the problem of chipped or crack that can occur with rough handling or shipping. Reduced weight is ideal for tion. The "ZQP" is approximately 8 pounds lighter than its porcelain equivalent 27kV ratings.

The failure mode of the "ZQP" arrester is less severe than that of porcelain When violent failure of porcelain housed arresters occurs, it does so when th from excessive fault current causes thermal fracture of the porcelain housing gases created by the arc explodes the porcelain fragments in all directions with its polymer housing, will split open during failure conditions, and only the blocks can be ejected from the unit.

METAL OXIDE VALVE ELEMENTS

The metal oxide valve elements are one important component of the "ZQP design is not possible without the highly non-linear metal oxide valve eler permit a gapless arrester design. Developed by JOSLYN over many years of r "ZQP" metal oxide valve elements combine excellent protective characteristics state performance to maximize protection over years of service. Heat transfe the polymer housing insures the long-term thermal stability of the arrester. A ceramic collar on each block helps contain the high current surges.

Electrical tests are a very critical part of valve block production. A sampling from each batch of blocks and subjected to an accelerated aging and ther test. If the batch is accepted each block receives a two surge low current-lo test, a discharge voltage test at the classifying current to sort the blocks, an voltage, power loss and total current test to establish steady-state performance

POLYMERIC HOUSING

The "ZQP" housing utilizes the latest in polymeric technology. The polyme manufactured by JOSLYN, has been tested to demonstrate long life even unc nated conditions. Electrical and mechanical tests on the housing and material ha contamination tests, ultraviolet tests, thermal cycle, tracking wheel, and voltag tests. Refer to the "ZQP" design tests report for test results.

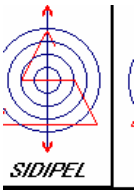
The true test of a product or material is field experience. The same polyme developed by the Joslyn Research Division, has been used successfully for mc years as the outer insulation on interrupter modules of Joslyn Hi-Voltage VBI vacuum switches.

DURABILITY

The "ZQP" is tested in accordance with the latest industry standard ANSI/IEEE C for metal oxide arresters. The "ZQP" consistently withstands the following minim tests:

* High Current-Short Duration: 2 current surges of 100kA magnitude.
* Low Current-Long Duration: 20 current surges of 250 amperes magnitude microsecond duration.
* Duty Cycle: 20 discharges with a current surge of 10kA magnitude and 8/2 ond wave shape, followed by 2 discharges with a current surge of 40kA magni
* Following each of these tests, the "ZQP" arrester remains thermally stable a charge voltage increase at rated current is less than 10%

Copyright © 1989 Joslyn Manufacturing Co. • A Joslyn Company • 9200 West Fullerton Avenue • Franklin, Park, Illinois 60131-0368 • (3



"SISTEMAS DE DISTRIBUCION Y POTENCIA ELECTRICA, S.A. DE C.V."

HUAUCHINANGO # 48 , COL. LA PAZ , C.P. 72160 PUEBLA, PUE.
TEL. (01 - 222) - 231 - 07 - 53 (FAX PEDIR TONO), e-mail: sidipel@yahoo.com

"SISTEMAS DE DISTRIBUCION
Y POTENCIA ELECTRICA, S.A. DE C.V."

HUAUCHINANGO # 48 , COL. LA PAZ , C.P. 72160 PUEBLA, PUE.
TEL. (01 - 222) - 231 - 07 - 53 (FAX PEDIR TONO), e-mail: sidipel@yahoo.com

JOSLYN Manufacturing Co.

"ZQP" Series Heavy Duty Distribution Class, Polymer Housed, Metal Oxide Surge Arresters 3-30kV

RELIABILITY

Rigid quality control standards assure that all material conforms to exacting engineering specifications. Metal oxide blocks receive a series of batch tests and 100% production tests prior to final assembly. Each finished arrester is tested for total leakage current, power loss, reference voltage and RIV, prior to approval for shipment. A Quality Assurance Summary is available for details.

APPLICATION

The "ZQP" arrester rated voltage designates the 60Hz voltage applied across the arrester terminals during the duty cycle test. In addition, the Type "ZQP" arrester Maximum Continuous Operation Voltage (MCOV) designates the maximum power frequency voltage that may be continuously applied across the arrester in service. Selection of appropriate Type "ZQP" rating is made on the basis that the maximum continuous line-to-ground voltage on the system does not exceed the MCOV of the arrester.

The weighted average ambient temperature at the point of installation should not exceed 40°C and the maximum temperature should not exceed 60°C. For applications continuously exceeding these temperatures, your Joslyn Representative should be consulted.

LINE TERMINAL

The Line Terminal securely clamps aluminum or copper conductors from No. 10 solid through 2/0 stranded.

GROUND LEAD DISCONNECTOR

The GLD helps prevent line lockout by disconnecting a damaged arrester from the system and serves as an indicating device that the arrester needs replacement. Ground terminal clamps will accept conductors from No. 10 solid through 2/0 stranded.

RATINGS FOR VARIOUS SYSTEM VOLTAGES

System L-L Voltage (kV)		Grounded Neutral Circuits		Ungrounded Temporarily Ungrounded Impedance Grounded Circuits	
Nominal	Maximum	Rating	MCOV	Rating	MCOV
6.9	7.25	9*	7.65	9*	7.65
8.32	8.74	9*	7.65	10*	8.4
8.32	8.74	–	–	12	10.2
12	12.7	9*	7.65	15*	12.7
12	12.7	10	8.4	18	15.3
12.47	13.2	9*	7.65	15*	12.7
12.47	13.2	10	8.4	18	15.3
13.2	13.9	10	8.4	15	12.7
13.2	13.9	12	10.1	18*	15.3
13.8	14.5	10*	8.4	18*	15.3
13.8	14.5	12	10.2	–	–
23	24.2	18*	15.3	27*	22
23	24.2	21	17.0	30	24.4
24.9	26.1	18*	15.3	30*	24.4
24.9	26.1	21	17.0	–	–
34.5	36.2	27*	22	–	–

*Normal recommended ratings are highlighted. Use higher rating for severe duty.

"SISTEMAS DE DISTRIBUCION
Y POTENCIA ELECTRICA, S.A. DE C.V."

HUAUCHINANGO # 48 , COL. LA PAZ , C.P. 72160 PUEBLA, PUE.
TEL. (01 - 222) - 231 - 07 - 53 (FAX PEDIR TONO), e-mail: sidipel@yahoo.com

RED DE TIERRA.

EL DISEÑO DE LAS REDES DE TIERRA EN SUBESTACIONES ES UNO DE LOS ASPECTOS A LOS QUE NO SIEMPRE SE LE HA DADO LA IMPORTANCIA QUE AMERITA; TAL VEZ POR LA COMPLEJIDAD DE LOS CALCULOS O POR LA DIVERSIDAD DE CRITERIOS QUE SE SIGUEN.

ALGUNAS DE LAS FUNCIONES BASICAS DE LAS REDES DE TIERRA SON:

1.- LIMITAR LOS VOLTAJES DE PASO (ENTRE LOS DOS PIES) Y DE CONTACTO (ENTRE MANO Y PIES) A VALORES TOLERABLES, DANDO DE ESTA FORMA SEGURIDAD AL PERSONAL QUE EN EL MOMENTO DE UNA FALLA PUDIERA ENCONTRARSE DENTRO DE LA SUBESTACION.

2.- LIMITAR EL POTENCIAL ENTRE LAS PARTES NO CONDUCTORAS DE CORRIENTE DEL EQUIPO ELECTRICO A UN VALOR DE SEGURIDAD BAJO TODAS LAS CONDICIONES DE OPERACION NORMAL o ANORMAL DEL SISTEMA.

3.- REDUCIR LOS SOBREVOLTAJES DURANTE CONDICIONES DE FALLA, PROPORCIONANDO ASI UNA OPERACION EFECTIVA DE LOS RELEVADORES DE PROTECCION.

4.- DE TODAS LAS POSIBLES FUNCIONES DE LA RED DE TIERRA, LA DE MAYOR IMPORTANCIA SIEMPRE SERA EL PROPORCIONAR SEGURIDAD A CUALQUIER SER VIVIENTE QUE PUDIERA ESTAR DENTRO DE LA SUBESTACION EN EL MOMENTO DE UNA FALLA.

PROCEDIMIENTO PARA EL CALCULO DE UNA RED DE TIERRA.

1.- INVESTIGACION DE LAS CARACTERISTICAS DEL TERRENO DONDE SE UBICARA LA SUBESTACION Y OBTENER EL VALOR DE LA RESISTIVIDAD.

2.- DETERMINACION DE LA CORRIENTE MAXIMA DE FALLA A TIERRA CON DATOS DE P.C.C. DEL SUMINISTRADOR Y CARACTERISTICAS DEL TRANSFORMADOR.

3.- DISEÑO PRELIMINAR DEL SISTEMA DE TIERRA, DETERMINANDO:
- a) AREA DE LA RED.
- b) LONGITUD DEL CONDUCTOR ENTERRADO.
- c) SECCION TRANSVERSAL DEL CONDUCTOR.
- d) NUMERO DE VARILLAS DE TIERRA.

4.- CALCULO DE LA RESISTENCIA DEL SISTEMA DE TIERRA POR EL METODO DE LAURENT - NIEMAN $R = R' + r'$

5.- CALCULO DEL MAXIMO POTENCIAL DE LA MALLA EN CASO DE FALLA.

$Em = Km\ Ki\rho\ (I / L)$

a la hoja # 9

"SISTEMAS DE DISTRIBUCION
Y POTENCIA ELECTRICA, S.A. DE C.V."

HUAUCHINANGO # 48 , COL. LA PAZ , C.P. 72160 PUEBLA, PUE.
TEL. (01 - 222) - 231 - 07 - 53 (FAX PEDIR TONO), e-mail: sidipel@yahoo.com

6.- CALCULO DE LA TENSION DE PASO.

Ep = (Rk + 2Rf) Ik

7.- CALCULO DE LA TENSION DE CONTACTO.

Ec = (Rk + Rf / 2) Ik

8.- CALCULO DE LA LONGITUD DEL CONDUCTOR

$L = K1K2\rho\ I\ \sqrt{t}\ /\ (165 + 0.25\ s)$

9.- SECCION MINIMA DEL CONDUCTOR DE LA RED DE TIERRA.

a = I / (Log ((Tm - Ta) / (234 + Ta) + 1) / 33 * s) ^ 1/2

10.- CALCULO DEL NUMERO DE VARILLAS DE TIERRA

Rv = ρ / 1.925 lv (LOGe 48 lv / d)

donde:

ρ = RESISTIVIDAD DEL SUELO EN OHMS - METRO.

R = RESISTENCIA MAXIMA DE TIERRA REQUERIDA.

R' = CONTRIBUCION DEL AREA DE LA MALLA A LA RESISTENCIA DE TIERRA, ES UNA FUNCION DE LA RESISTIVIDAD DEL SUELO Y DEL AREA DE LA MALLA.

r' = CONTRIBUCION DEL CONDUCTOR ENTERRADO A LA RESISTENCIA A TIERRA Y ES UNA FUNCION DE LA CORRIENTE DE FALLA A TIERRA.

Rf = RESISTENCIA BAJO LOS ZAPATOS DE LA PERSONA.

Rk = RESISTENCIA DE LOS PIES DE UNA PERSONA (1000 OHMS)

Ik = LIMITE DE CORRIENTE TOLERABLE POR EL CUERPO HUMANO (0.116 7 Y t) PARA t < 3 SEGUNDOS.

KmKi = UNA CONSTANTE DE VALOR MAXIMO 1.73 (PARA UNA MALLA FORMADA DE RECTANGULOS) .

I = CORRIENTE DE FALLA A TIERRA (VALOR EFICAZ) .

L = LONGITUD DEL CONDUCTOR QUE FORMA LA MALLA (METROS) .

K1 = FACTOR QUE DEPENDE DEL ESPACIO ENTRE CONDUCTORES, DE SU DIAMETRO Y DE LA PROFUNDIDAD ENTERRADA.

K2 = CORRECCION DEBIDA A LA NO UNIFORMIDAD DEL FLUJO DE CORRIENTE DE TIERRA EN DIFERENTES PARTES DE LA RED. EL PRODUCTO K1K2 SE CONSIDERA = 1.25

ρ s = RESISTIVIDAD DEL MATERIAL DE LA SUPERFICIE (DE 3000 -5000) OHMS-METRO.

t = DURACION DEL CHOQUE DE CONTACTO (NORMALMENTE SE TOMA 0.5 SEGUNDOS)

Rv = RESISTENCIA DE LA VARILLA DE TIERRA

lv = LONGITUD DE LA VARILLA EN (pies)

d = DIAMETRO DE LA VARILLA EN (pulgs.)

a = SECCION DEL CONDUCTOR EN MILESIMAS CIRCULARES (cm)

Tm = TEMPERATURA MAXIMA PERMISIBLE EN ºC (450 ºC PARA UNIONES SOLDADAS; Y 250 ºC PARA CONEXION MECANICA)

Ta = TEMPERATURA AMBIENTE EN ºC. (SE CONSIDERA 30 ºC)

s = TIEMPO EN SEGUNDOS DURANTE EL CUAL LA CORRIENTE DE FALLA (I) CIRCULA SOBRE LA MALLA. (0.5 SEG.)

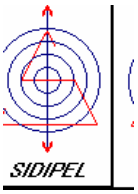
a la hoja # 10

"SISTEMAS DE DISTRIBUCION
Y POTENCIA ELECTRICA, S.A. DE C.V."

HUAUCHINANGO # 48 , COL. LA PAZ , C.P. 72160 PUEBLA, PUE.
TEL. (01 - 222) - 231 - 07 - 53 (FAX PEDIR TONO), e-mail: sidipel@yahoo.com

8.- COMPROBACION DE LAS CONDICIONES DE SEGURIDAD.

OJO. NO REBASAR EL VALOR DE 3165 VOLTS QUE ES LA TENSION MAXIMA TOLERABLE POR UNA PERSONA SIN CAUSARLE DAÑO Y QUE SE ENCUENTRA PISANDO SOBRE UNA SUPERFICIE CON UNA RESISTIVIDAD IGUAL o MAYOR DE 3000 OHMS - MT. . CONSIDERANDO t = 0.5 SEG.



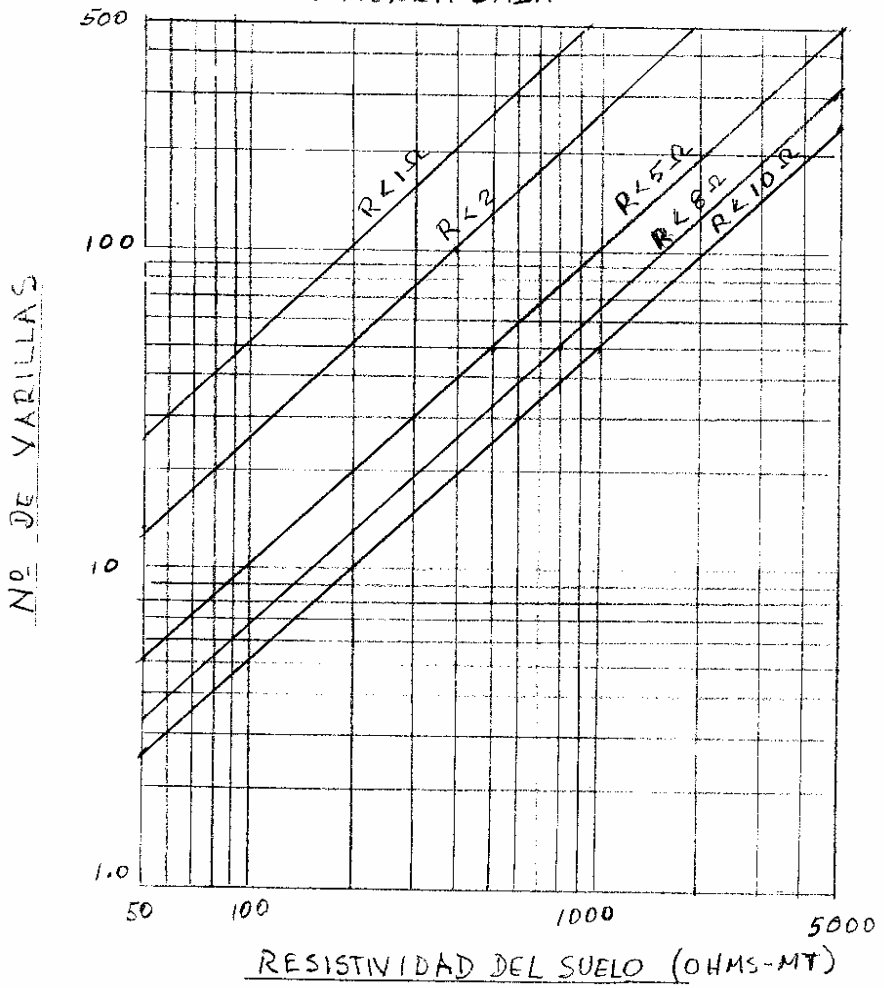
"SISTEMAS DE DISTRIBUCION Y POTENCIA ELECTRICA, S.A. DE C.V."

HUAUCHINANGO # 48 , COL. LA PAZ , C.P. 72160 PUEBLA, PUE.
TEL. (01 - 222) - 231 - 07 - 53 (FAX PEDIR TONO), e-mail: sidipel@yahoo.com

"SISTEMAS DE DISTRIBUCION
Y POTENCIA ELECTRICA, S.A. DE C.V."

HUAUCHINANGO # 48 , COL. LA PAZ , C.P. 72160 PUEBLA, PUE.
TEL. (01 - 222) - 231 - 07 - 53 (FAX PEDIR TONO), e-mail: sidipel@yahoo.com

GRAFICA QUE RELACIONA EL NUMERO DE VARILLAS REQUERIDO, CON LA RESISTIVIDAD DEL SUELO, PARA UNA RESISTENCIA DE TIERRA DADA

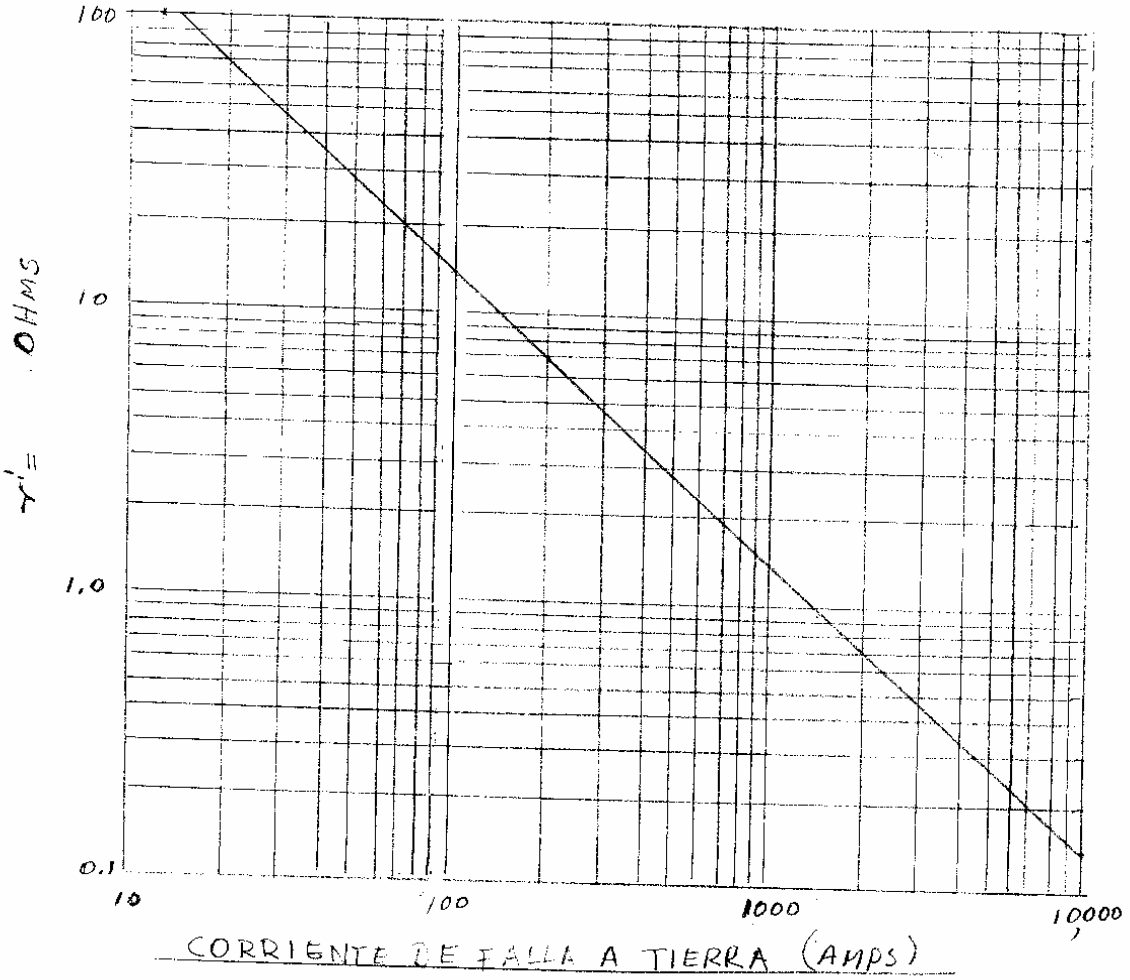


"SISTEMAS DE DISTRIBUCION
Y POTENCIA ELECTRICA, S.A. DE C.V."

HUAUCHINANGO # 48 , COL. LA PAZ , C.P. 72160 PUEBLA, PUE.
TEL. (01 - 222) - 231 - 07 - 53 (FAX PEDIR TONO), e-mail: sidipel@yahoo.com

GRAFICA PARA OBTENER (γ')

EN FUNCION DE LA CORRIENTE DE FALLA



"SISTEMAS DE DISTRIBUCION
Y POTENCIA ELECTRICA, S.A. DE C.V."

HUAUCHINANGO # 48 , COL. LA PAZ , C.P. 72160 PUEBLA, PUE.
TEL. (01 - 222) - 231 - 07 - 53 (FAX PEDIR TONO), e-mail: sidipel@yahoo.com

MEDIOS DE CONTROL.

EL CONTROL Y LA PROTECCION DE UNA SUBESTACION, ES TAN COMPLEJA COMO EL TAMAÑO Y LA IMPORTANCIA DE LA MISMA.

EL CONTROL ES UN "SISTEMA" QUE DEBE ESTAR ALERTA TANTO EN CONDICIONES NORMALES DE OPERACION, COMO ANTE CONDICIONES DE CONTINGENCIA QUE SE PRESENTEN EN LA SUBESTACION. DE TAL MANERA QUE ACTUE PARA AISLAR LA PARTE FALLADA EN EL MENOR TIEMPO POSIBLE.

EN EL CONTROL DE UNA SUBESTACION INTERVIENEN UNA SERIE DE ELEMENTOS, DONDE CADA UNO DE LOS CUALES DESEMPEÑA UNA FUNCION ESPECIFICA. DICHOS ELEMENTOS SON:

TRANSFORMADORES DE INSTRUMENTOS.
TRANSFORMADORES DE CORRIENTE T.C´S
TRANSFORMADORES DE POTENCIAL T.P´S

RELEVADORES DEPROTECCION
DE SOBRECORRIENTE (51)
DE DISTANCIA (21)
DIFERENCIAL (87)
BUCHHOLTZ (63)

RELEVADORES AUXILIARES
AUXILIAR DE DIFERENCIAL (86)
DE BAJO VOLTAJE Y SECUENCIA DE FASES (27)
DE TEMPERATURA. (49)

CUADRO DE ALARMAS.
BANCO DE BATERIAS.

TRANSFORMADORES DE INSTRUMENTOS.-
EN LOS SISTEMAS ELECTRICOS DE CORRIENTE ALTERNA SE MANEJAN ALTOS VOLTAJES Y CORRIENTES ELEVADAS. POR ELLO Y PARA ALIMENTAR LOS APARATOS DE PROTECCION Y MEDICION, LOS CUALES MANEJAN MAGNITUDES DE VOLTAJE Y CORRIENTE MUY BAJOS (120 VOLTS y 5 AMPS.), SE REQUIEREN EQUIPOS ESPECIALES LLAMADOS **TRANSFORMADORES DE INSTRUMENTOS,** LOS CUALES REDUCEN LAS MAGNITUDES DE CORRIENTE o VOLTAJE A LOS VALORES ARRIBA MENCIONADOS.

TRANSFORMADORES DE CORRIENTE.-
UN TRANSFORMADOR DE CORRIENTE "T.C" ES EL DISPOSITIVO QUE NOS ALIMENTA UNA CORRIENTE PROPORCCIONALMENTE MENOR A LA DEL CIRUITO. NO MAYOR A 5 AMPERES EN CONDICIONES NORMALES DE OPERACION.
UN T.C. SE SELECCIONA DE ACUERDO A LAS CARACTERISTICAS DEL SISTEMA DONDE VA A OPERAR Y A LA CORRIENTE DE CARGA MAXIMA PRIMARIA.

LA RELACION DE TRANSFORMACION "RTC" donde 5… Ic / RTC

a la hoja # 2

HUAUCHINANGO # 48 , COL. LA PAZ , C.P. 72160 PUEBLA, PUE.
TEL. (01 - 222) - 231 - 07 - 53 (FAX PEDIR TONO), e-mail: sidipel@yahoo.com

NOTA.- LA CORRIENTE MAXIMA DE FALLA EN EL PUNTO DONDE ESTE CONECTADO UN T.C, NO DEBERA EXCEDER EN 20 VECES A SU CORRIENTE PRIMARIA.

A CONTINUACION HAREMOS UN BREVE ANALISIS DE LA ACTUACION DE LOS T.C´S CUANDO OCURRE UNA FALLA EN EL CIRCUITO DONDE ESTAN INSTALADOS. COMO SE EXPLICO ANTERIORMENTE, EN CONDICIONES NORMALES DE CARGA, EL T.C NO PERMITE MAS DE 5 AMPS. EN SU CIRCUITO SECUNDARIO, PERO CUANDO OCURRE UNA FALLA, LA CORRIENTE PRIMARIA SE ELEVA CONSIDERABLEMENTE Y POR LO TANTO LA CORRIENTE SECUNDARIA TAMBIEN SE ELEVA EN LA MISMA PROPORCION QUE LA CORRIENTE PRIMARIA. ESTE CAMBIO LO DETECTAN LOS RELEVADORES DE PROTECCION PARA MANDAR LA SEÑAL DE DISPARO A LOS INTERRUPTORES.

CONEXIONES DE LOS TRANSFORMADORES DE CORRIENTE.
EL DEVANADO PRIMARIO ESTA CONECTADO EN SERIE CON EL CIRCUITO ALIMENTA - DOR, POR LO QUE LA CORRIENTE PRIMARIA EN EL T.C ES LA MISMA.
EL CIRCUITO SECUNDARIO DEL T.C, SE CONECTA POR MEDIO DE CABLES DE CON- TROL A LAS BOBINAS DE CORRIENTE DE RELEVADORES DE PROTECCION Y/O DE DE LOS APARATOS DE MEDICION, QUE POR LO GENERAL SE ENCUENTRAN A CIERTA DISTANCIA DE LOS T.C´S EN EL TABLERO DE CONTROL.

NOTA IMPORTANTE:

EL CIRCUITO SECUNDARIO DE UN T.C QUE ESTE EN SERVICIO, NO DEBE ABRIRSE YA QUE POR LAS CARACTERISTICAS DE LOS T.C´S, CUANDO EL CIRCUITO SECUNDARIO SE ABRE, TO- DA LA CORRIENTE PRIMARIA SERVIRA PARA MAGNETIZAR AL NUCLEO, PROVOCANDO QUE LA TENSION SECUNDARIA CREZ - CA HASTA UN VALOR QUE NORMALMENTE ES LO SUFICIENTE- MENTE GRANDE PARA PROVOCAR LA RUPTURA DEL AISLA - MIENTO ENTRE ESPIRAS Y EN OCASIONES SU EXPLOSION.

TRANSFORMADORES DE POTENCIAL.-
GENERALMENTE LOS T.P´S SE USAN EN INSTALACIONES DE ALTA TENSION Y PRE- FERENTEMENTE PARA LA MEDICION DE CIRCUITOS DE ALTA TENSION Y EN CIERTO TIPO DE PROTECCIONES (DISTANCIA Y DIRECCIONALES DE SOBRECORRIENTE).

RELEVADORES.

UN RELEVADOR ES UN DISPOSITIVO QUE FUNCIONA POR CONDICIONES ELECTRICAS O FISICAS Y OPERA CUANDO ESTAS CONDICIONES REBASAN VALORES PREESTABLE- CIDOS. LA OPERACION DE UN RELEVADOR CAUSA LA OPERACION DE OTROS EQUI- POS.

COMO SE MENCIONO ANTERIORMENTE, LA SEÑAL ELECTRICA QUE RECIBE UN RE- LEVADOR, ES PROPORCIONADA POR UN TRANSFORMADOR DE INSTRUMENTOS.

a la hoja # 3

"SISTEMAS DE DISTRIBUCION
Y POTENCIA ELECTRICA, S.A. DE C.V."

HUAUCHINANGO # 48 , COL. LA PAZ , C.P. 72160 PUEBLA, PUE.
TEL. (01 - 222) - 231 - 07 - 53 (FAX PEDIR TONO), e-mail: sidipel@yahoo.com

POR SU CONSTRUCCION EXISTEN 2 CLASES O TIPOS DE RELEVADORES:

RELEVADORES ELECTROMECANICOS Y RELEVADORES DE ESTADO SOLIDO.

HASTA HACE ALGUNOS AÑOS PREDOMINABAN LOS RELEVADORES ELECTROMECANICOS PERO A MEDIDA QUE LA ELECTRONICA HA AVANZADO, LOS RELEVADORES DE ESTADO SOLIDO HAN DESPLAZADO A AQUELLO.

RELEVADORES MAS USADOS

TIPO	MUN. DE NORMA.	PROTEJE A:
SOBRECORRIENTE	51	CIRCUITOS DE DISTRIB. Y PROTECCION DE RESPALDO.
DIFERENCIAL	87	TRANSFORMADOR.
DISTANCIA	21	LINEA DE TRANSMISION
BUCHHOLTZ	63	PROTEGE TRANSF. CON TANQUE CONSERVADOR.
AUX. DE DIFERENCIAL	86	DISPARAUNO o MAS INTERRUPTORES DE MANERA SIMULTANEA Y BLOQUEA EL CIERRE DE LOS MISMOS,
AUX. DE SOBRECORRIENTE	51X	PUEDE DISPARAR MAS UNO o MAS INTERRUPTORES.
AUX. DE TEMPERATURA	49	OPERA A UN VALOR PREDETERMINADO DE TEMPERATURA PARA ELIMINAR CARGA AL TRANSFORMADOR.

CUADRO DE ALARMAS.

AL CUADRO DE ALARMAS SE CONECTAN TODOS LOS PUNTOS QUE SE CONSIDEREN IMPORTANTES PARA SU ATENCION EN CASO DE ANOMALIA; COMO PUEDEN SER EL DISPARO DE CUALQUIER INTERRUPTOR, LAS PROTECCIONES QUE OPERARON, LA FALTA DE POTENCIAL Y PROBLEMAS EN GENERAL DEL TRANSFORMADOR O DE LOS INTERRUPTORES DE POTENCIA.

ESTO ES DE SUMA IMPORTANCIA PARA EL INGENIERO DE OPERACION Y MANTENIMIENTO PARA CONOCER SI TODO SE ENCUENTRA EN ORDEN O RESOLVER ALGUN EVENTO QUE HAYA SUCEDIDO.

"SISTEMAS DE DISTRIBUCION
Y POTENCIA ELECTRICA, S.A. DE C.V."

HUAUCHINANGO # 48 , COL. LA PAZ , C.P. 72160 PUEBLA, PUE.
TEL. (01 - 222) - 231 - 07 - 53 (FAX PEDIR TONO), e-mail: sidipel@yahoo.com

a la hoja 4

"SISTEMAS DE DISTRIBUCION
Y POTENCIA ELECTRICA, S.A. DE C.V."

HUAUCHINANGO # 48 , COL. LA PAZ , C.P. 72160 PUEBLA, PUE.
TEL. (01 - 222) - 231 - 07 - 53 (FAX PEDIR TONO), e-mail: sidipel@yahoo.com

LOS CUADROS DE ALARMA SIEMPRE CUENTAN CON UNA SEÑALIZACION AUDIBLE Y VISIBLE; ADEMAS TIENEN 3 BOTONES PARA **"CALLAR" , "PROBAR" y "RESTABLECER".**

BANCO DE BATERIAS.

ES UNA FUENTE INDEPENDIENTE DE ENERGIA DE CORRIENTE DIRECTA 125 VOLTS, (EN ALGUNOS CASOS 250 VOLTS) FORMADA POR UN NUMERO DETERMINADO DE CELDAS CONECTADAS EN SERIE PARA OBTENER LA TENSION REQUERIDA.
DE ACUERDO A SU ELECTROLITO, ESTAS PUEDEN SER DE PLOMO-ACIDO o DE NIQUEL-CADMIO

EL BANCO DE BATERIAS DEBE MENTENERSE SIEMPRE CON UN VOLTAJE DE FLOTACION, EL CUAL ES LIGERAMENTE MAS ALTO QUE EL NIMONAL DEL BANCO, A FIN DE QUE ESTE SIEMPRE SE ENCUENTRE A SU MAXIMA CARGA. PARA TAL FIN, SE EMPLEA UN CARGADOR DE BATERIAS AUTOMATICO DE LA CAPACIDAD ADECUADA A DICHO BANCO.

ESTE CARGADOR DE BATERIAS CUENTA CON SUS PROPIAS ALARMAS Y DEBE SER REVISADO COTIDIAMANETE POR EL PERSONAL DE OPERACION Y MANTENIMIENTO.

LOS BANCOS DE BATERIAS SE UBICAN EN UN LOCAL INDEPENDIENTE CON VENTILACION POR MEDIO DE EXTRACTORES PARA ELIMINAR CONCENTRACIONES DE HIDROGENO EL CUAL ES ALTAMENTE EXPLOSIVO ANTE UNA CHISPA.

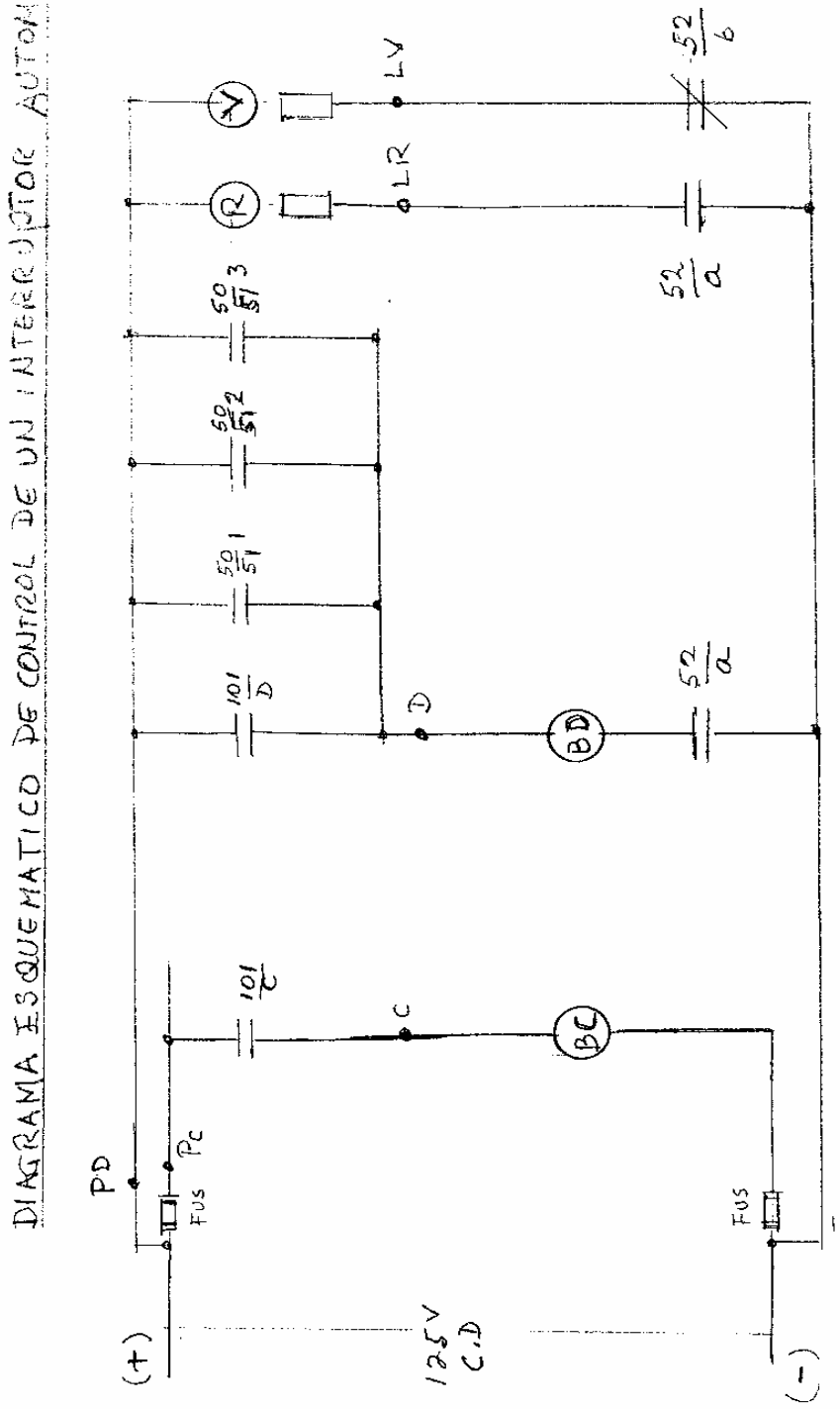
DEBE CONSIDERARSE AL BANCO DE BATERIAS COMO EL ESLABON MAS IMPORTANTE PARA LA PROTECCION DE UNA SUBESTACION. DE POTENCIA.

NOTA ESPECIAL.- EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO AL BANCO DE BATERIAS ES IMPRES - CINDIBLE YA QUE DE ESTA ENERGIA DEPENDE LA CONFIABILIDAD TOTAL DE LA SUBESTACION DE POTENCIA.

"SISTEMAS DE DISTRIBUCION
Y POTENCIA ELECTRICA, S.A. DE C.V."

HUAUCHINANGO # 48 , COL. LA PAZ , C.P. 72160 PUEBLA, PUE.
TEL. (01 - 222) - 231 - 07 - 53 (FAX PEDIR TONO), e-mail: sidipel@yahoo.com

DIAGRAMA ESQUEMATICO DE CONTROL DE UN INTERRUPTOR AUTOMATICO



52/a CONTACTO AUXILIAR ABIERTO CUANDO INTERRUPTOR ABIERTO

52/b CONTACTO AUXILIAR CERRADO CUANDO

50/51 RELEVADOR DE SOBRE-CORRIENTE.

101/C CONMUTADOR DE CIERRE

101/D CONMUTADOR DE DISPARO

BC BOBINA DE CIERRE

BD BOBINA DE DISPARO

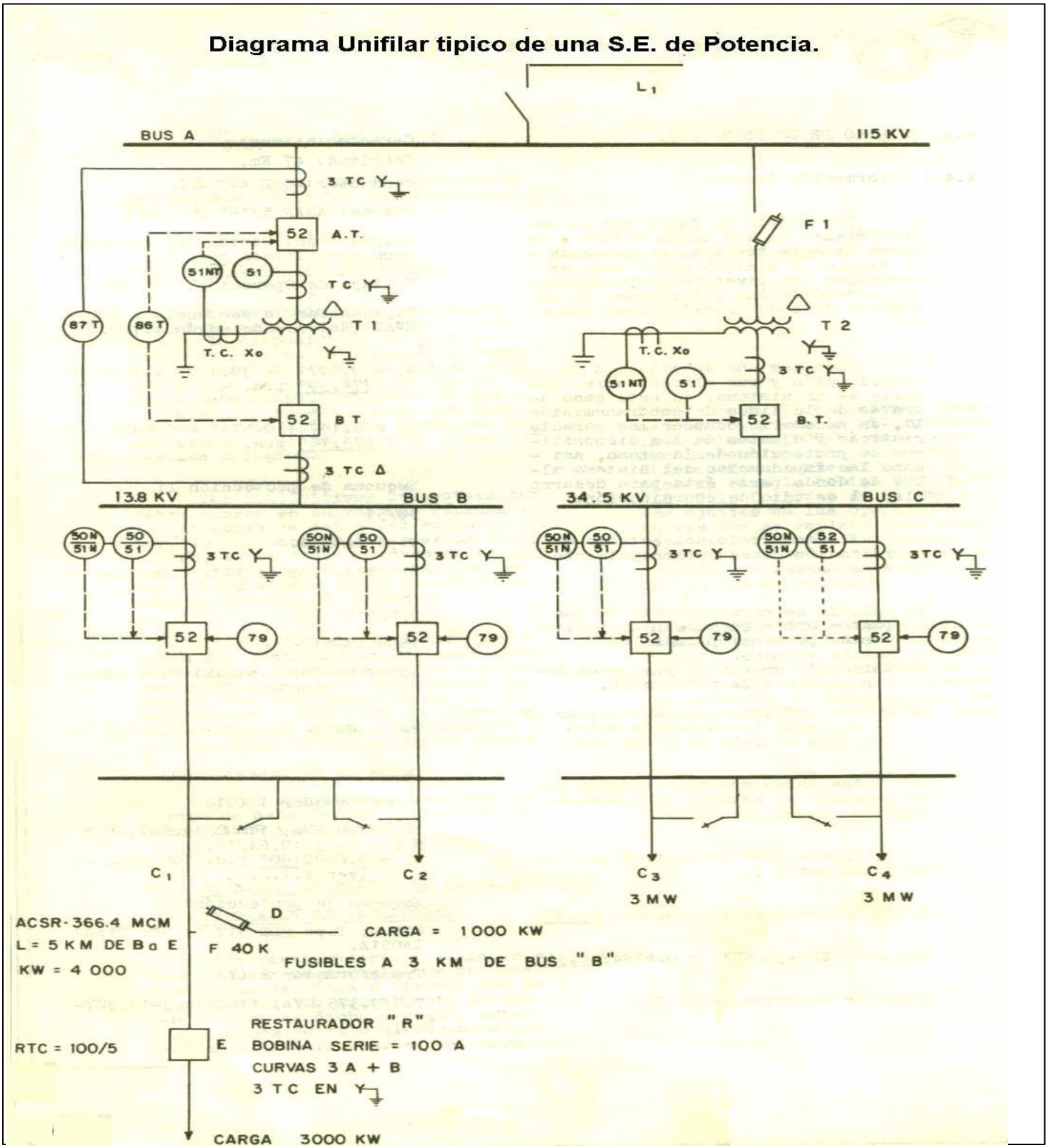
R LAMPARA ROJA

V LAMPARA VERDE

"SISTEMAS DE DISTRIBUCION
Y POTENCIA ELECTRICA, S.A. DE C.V."

HUAUCHINANGO # 48 , COL. LA PAZ , C.P. 72160 PUEBLA, PUE.
TEL. (01 - 222) - 231 - 07 - 53 (FAX PEDIR TONO), e-mail: sidipel@yahoo.com

Diagrama Unifilar tipico de una S.E. de Potencia.



"SISTEMAS DE DISTRIBUCION
Y POTENCIA ELECTRICA, S.A. DE C.V."

HUAUCHINANGO # 48 , COL. LA PAZ , C.P. 72160 PUEBLA, PUE.
TEL. (01 - 222) - 231 - 07 - 53 (FAX PEDIR TONO), e-mail: sidipel@yahoo.com

MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO TIENE LA FINALIDAD DE EVITAR QUE EL EQUIPO FALLE DURANTE EL PERIODO DE SU VIDA UTIL: Y LA TECNICA DE SU APLICACION SE APOYA EN EXPERIENCIAS DE OPERACION QUE DETERMINAN QUE EL EQUIPO, DESPUES DE PASAR EL PERIODO DE PUESTA EN SERVICIO, REDUZCA SUS POSIBILIDADES DE FALLA.

MANTENIMIENTO PREDICTIVO.

EL MANTENIMIENTO PREDICTIVO TIENE LA FINALIDAD DE ANTICIPARSE A QUE EL EQUIPO FALLE; LA TECNICA DE SU APLICACION SE APOYA EN LA EXPERIENCIA ADQUIRIDA CON RESULTADOS ESTADISTICOS, QUE DETERMINAN QUE EL EQUIPO ESTA MAS PROPENSO A FALLAR CUANDO SE ENCUENTRA EN EL PERIODO INICIAL DE OPERACION, A PARTIR DE SU PUESTA EN SERVICIO Y CUANDO SE ACERCA AL FINAL DE SU VIDA UTIL.

REQUERIMIENTOS PARA EL MANTENIMIENTO.

PARA ESTABLECER LOS REQUERIMIENTOS DE MANTENIMIENTO DEBEN CONSIDERARSE LOS SIGUIENTES CONCEPTOS:

a) **CRITERIO DE CRITICO CONTRA NO CRITICO**.
PARA EQUIPOS CUYA FALLA PROVOQUE SERIAS CONSECUENCIAS EN LA OPERACION DEL SISTEMA, COMO SON SEGURIDAD, PRODUCCION, COSTOS, ETC. , ES CONSIDERADO **CRITICO.** AQUEL EQUIPO QUE SU FALLA NO TENGA SERIAS CONSECUENCIAS SOBRE EL SISTEMA, SERA CONSIDERADO **NO CRITICO.**

b) **CRITERIO DE DATOS DEL FABRICANTE - ARCHIVO DE RESULTADOS**.
ESTE PROCEDIMIENTO PERMITE INFORMACION SOBRE LIMITES DE VIDA ESPERADA, PERIODOS DE TIEMPO PARA EFECTUAR PRUEBAS Y DAR MANTENIMIENTO EN FUNCION DEL SERVICIO DEL EQUIPO.
EL EQUIPO CONSIDERADO **CRITICO** DEBERA CONSIDERARSE DENTRO DEL PROGRAMA DE **"MANTENIMIENTO PREVENTIVO"** Y EL EQUIPO **"NO CRITICO"** DENTRO DEL **"MANTENIMIENTO PREDICTIVO".**

c) **CRITERIO DE LIMITES PERMISIBLES.**
ESTE SE BASA EN ESTABLECER VALORES, GENERALMENTE RESULTADOS DE PRUEBAS, QUE INDICAN CUANDO EL EQUIPO SE ACERCA A UNA CONDICION LIMITE Y QUE ESTA SEA PELIGROSA. UNA REPARACION o REPOSICION SE HACE NECESARIA.

d) **INSPECCION**-
ES LA PRIMERA ACTIVIDAD DEL MANTENIMIENTO Y ESTABLECE SOMETER A LA SUBESTACION Y AL EQUIPO EN PARTICULAR A UNA SERIE DE OBSERVACIONES DETALLADAS Y OBTENCION DE DATOS CARACTERISTICOS A FIN DE TENER UNA INFORMACION DEL ESTADO FISICO Y OPERACION DE LOS MISMOS.

"SISTEMAS DE DISTRIBUCION
Y POTENCIA ELECTRICA, S.A. DE C.V."

HUAUCHINANGO # 48 , COL. LA PAZ , C.P. 72160 PUEBLA, PUE.
TEL. (01 - 222) - 231 - 07 - 53 (FAX PEDIR TONO), e-mail: sidipel@yahoo.com

e) **REVISION.**

SE REFIERE A UN ESTADO FISICO DEL EQUIPO CON LA FINALIDAD DE DETECTAR DAÑOS, ANOMALIAS Y/O DEFICIENCIAS.

a la hoja # 2

"SISTEMAS DE DISTRIBUCION
Y POTENCIA ELECTRICA, S.A. DE C.V."

HUAUCHINANGO # 48 , COL. LA PAZ , C.P. 72160 PUEBLA, PUE.
TEL. (01 - 222) - 231 - 07 - 53 (FAX PEDIR TONO), e-mail: sidipel@yahoo.com

PRUEBAS DE RUTINA EN CAMPO A EQUIPO ELECTRICO

AL TRANSFORMADOR: RELACION DE TRANSFORMACION.	RESISTENCIA OHMICA DE LOS DEVANADOS. FACTOR DE POTENCIA AL AISLAMIENTO DE DEVANADOS. RESISTENCIA DE AISLAMIENTO EN DEVANADOS. COLLAR CALIENTE A BOQUILLAS DE ALTA TENSION..
AL ACEITE AISLANTE:	FACTOR DE POTENCIA. RESISTIVIDAD. RIGIDEZ DIELECTRICA. COLORACION. ACIDEZ.
A INTERRUPTORES DE POTENCIA EN ACEITE:	RESISTENCIA DE AISLAMIENTO. FACTOR DE POTENCIA. COLLAR CALIENTE A BOQUILLAS. RESISTENCIA DE CONTACTOS. SINCRONISMO DE APERTURA Y CIERRE.
A INTERRUPTORES DE POTENCIA EN VACIO:	ADEMAS DE LOS ANTERIORES ALTO POTENCIAL A LAS CAMARAS DE VACIO.
A BARRAS DE ALTA TENSION, CORTACIRCUITOS FUSIBLES Y CUCHILLAS :	ALTO POTENCIAL (RIGIDEZ DIELECTRICA
A CABLES DE POTENCIA :	ALTO POTENCIAL (RIGIDEZ DIELECTRICA)
A APARTARRAYOS :	POTENCIA DE FUGA EN mW . RESISTENCIA DE AISLAMIENTO.
A CAPACITORES :	RESISTENCIA DE AISLAMIENTO
A REDES DE TIERRA :	MEDICION DEL VALOR OHMICO DE RESISTENCIA.
A BARRAS DE BAJA TENSION, TABLEROS DE DISTRIBUCION, CENTROS DE CONTROL DE MOTORES :	RESISTENCIA DE AISLAMIENTO.
A INTERRUPTORES DE BAJA TENSION TERMOMAGNETICOS o ELECTROMAGNETICOS :	RESISTENCIA DE AISLAMIENTO RESISTENCIA DE CONTACTOS.

"SISTEMAS DE DISTRIBUCION
Y POTENCIA ELECTRICA, S.A. DE C.V."

HUAUCHINANGO # 48 , COL. LA PAZ , C.P. 72160 PUEBLA, PUE.
TEL. (01 - 222) - 231 - 07 - 53 (FAX PEDIR TONO), e-mail: sidipel@yahoo.com

a la hoja # 3

"SISTEMAS DE DISTRIBUCION
Y POTENCIA ELECTRICA, S.A. DE C.V."

HUAUCHINANGO # 48 , COL. LA PAZ , C.P. 72160 PUEBLA, PUE.
TEL. (01 - 222) - 231 - 07 - 53 (FAX PEDIR TONO), e-mail: sidipel@yahoo.com

DE LAS PRUEBAS AL EQUIPO ELECTRICO.

EL EQUIPO ELECTRICO DEBE SOMETERSE A EXAMENES Y PRUEBAS DETALLADAS QUE PERMITAN DETECTAR ANOMALIAS o COMPROBAR QUE ESTE SE ENCUENTRA APTO PARA SEGUIR OPERANDO.

LAS PRUEBAS SON LAS BASES PARA VERIFICAR CON MAYOR CERTEZA LAS CONDICIONES DE DISEÑO, FABRICACION Y OPERACION DE EQUIPOS Y MATERIALES. SON EN CONSECUENCIA, **DETERMINANTES DE LOS REQUERIMIENTOS DE MANTENIMIENTO.**

PRUEBAS EN CAMPO.

LAS PRUEBAS DE CAMPO SON DE LA COMPETENCIA DE LA INGENIERIA DE MANTENIMIENTO Y SE DIVIDEN EN :

PRUEBAS DE ACEPTACION .- ESTAS DEBEN DE HACERSE A TODO EL EQUIPO NUEVO O REPARADO.

LAS DE PUESTA EN SERVICIO .- SE ESTABLECE QUE LAS PRUEBAS A REALIZAR PARA CADA EQUIPO EN PARTICULAR, DEBERAN SER COMPLETAS Y REPETIDAS UNA PRIMERA VEZ A LOS 60 DIAS DESPUES DE LA PUESTA EN SERVICIO Y POSTERIORMENTE EN PERIODOS NO MAYORES DE 2 AÑOS CON FINES DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO.
LAS PRUEBAS DE RUTINA PARA MANTENIMIENTO .- SE HARAN PERIODICAMENTE EN FUNCION DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO; PRINCIPALMENTE SOBRE EL EQUIPO CONSIDERADO CON “CRITERIO CRITICO” .

DESCRIPCION DE LA PRUEBA DE FACTOR DE POTENCIA.

EL FACTOR DE POTENCIAES EL CRITERIO PRINCIPAL PARA JUZGAR LAS CONDICIONESDEL AISLAMIENTO DE DEVANADOS DE UN TRANSFORMADOR Y ES PARTICULARMENTE RECOMENDADO PARA DETECTAR HUMEDAD EN LOS MISMOS.

EL APARATO DE PRUEBA GENERALMENTE USADO ES EL PROBADOR DE AISLAMIENTO **TIPO MEU-2500** FABRICADO POR LA “DOBLE ENGINEERING CO” .

EL FACTOR DE POTENCIA SIEMPRE SERA LA RELACION ENTRE LOS MILIWATTS DE PERDIDAS ENTRE LOS MILIVOLTAMPERES DE CARGA; Y EL VALOR OBTENIDO SERA INDEPENDIENTEMENTE DEL AREA o ESPESOR DEL AISLAMIENTO Y DEPENDERA UNICAMENTE DE LA HUMEDAD Y DE LA TEMPERATURA DEL EQUIPO EN LAS CONDICIONES EN QUE ESTA OPERANDO. ESTA ES UNA PRUEBA DE CORRIENTE ALTERNA.

a la hoja # 4

"SISTEMAS DE DISTRIBUCION
Y POTENCIA ELECTRICA, S.A. DE C.V."

HUAUCHINANGO # 48 , COL. LA PAZ , C.P. 72160 PUEBLA, PUE.
TEL. (01 - 222) - 231 - 07 - 53 (FAX PEDIR TONO), e-mail: sidipel@yahoo.com

DEBIDO A QUE LA TEMPERATURA DEL EQUIPO BAJO PRUEBA HACE VARIAR LOS RESULTADOS DE LA MEDICION DEL FACOR DE POTENCIA DE SU AISLAMIENTO EN CUESTION, TODAS SUS LECTURAS DEBERAN CORREGIRSE A UNA TEMPERATURA BASE DE REFERENCIA QUE ES 20ºC.

LOS CRITERIOS A SEGUIR PARA CONSIDERAR UN VALOR ACEPTABLE DE FACTOR DE POTENCIA, DEBEN TOMARSE EN BASE A EXPERIENCIA DE PRUEBAS DE CAMPO Y FABRICA EN MILES DE TRANSFORMADORES SUMERGIDOS EN ACEITE AISLANTE.
EL VALOR DE NORMA SE HA ESTABLECIDO DESDE **0.5 % DE UN TRANSFORMADOR NUEVO HASTA 2.0 % PARA UN TRANSFORMADOR CONTAMINADO o DEGRADADO EN SU AISLAMIENTO. SIEMPRE REFERIDO A 20ºC.**

PARA VALORES MAYORES DE 2 % , SE RECOMIENDA QUE SE INVESTIGUE LA CAUSA QUE ESTA PROVOCANDO LA DEBILIDAD DEL AISLAMIENTO. **ESTO PUEDE SER DEBIDO AL ACEITE AISLANTE , PENETRACION DE AGUA o A LAS BOQUILLAS DE ALTA TENSION .**

DESCRIPCION DE LA PRUEBA DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO

LA RESISTENCIA DE AISLAMIENTO SE DEFINE COMO LA RESISTENCIA EN MEGOHMS QUE OFRFECE UN AISLAMIENTO AL APLICARLE UN VOLTAJE DE CORRIENTE DIRECTA DURANTE UN TIEMPO DADO, MEDIDO A PARTIR DE LA APLICACION DEL MISMO.

A LA APLICACION DE UNA TENSION COSTANTE DURANTE EL TIEMPO QUE DURA LA PRUEBA, RESULTA UNA PEQUEÑA CORRIENTE DE FUGA A TRAVES DEL AISLAMIENTO DEL EQUIPO BAJO PRUEBA; LA CUAL DURANTE LOS PRIMEROS 2 -3 MINUTOS SE VE FRENADA o DISMINUIDA MUY SENSIBLEMENTE POR EL EFECTO CAPACITIVO DEL AISLAMIENTO Y ES LLAMADA CORRIENTE DE ABSORCION DIELECTRICA.

A PARTIR DE ESE MOMENTO, ES DECIR DESDE EL MINUTO 3 - 10 LA CORRIENTE DE FUGA SE DEBE IR REDUCIENDO HASTA QUEDAR EN UN VALOR MINIMO CASI CONSTANTE. EN ESTAS CONDICIONES ES LLAMADA CORRIENTE DE CONDUCCION IRREVERSIBLE.

ESTAS DOS CONDICIONES CONSTITUYEN LOS FACTORES BASICOS PARA JUZGAR LAS CONDICIONES DEL AISLAMIENTO.

RESUMIENDO TODO LO ANTERIOR, PARA VALORAR EL ESTADO EN QUE SE ENCUENTRA EL AISLAMIENTO DE UN TRANSFORMADOR, SE TOMAN DOS INDICES :

a) **"EL INDICE DE ABSORCION"** QUE SE OBTIENE DEL COCIENTE DE LAS LECTURAS DEL MINUTO 1 ENTRE LA LECTURA DE 30 SEGUNDOS.
b) **"EL INDICE DE POLARIZACION"** QUE SE OBTIENE DEL COCIENTE DE LAS LECTURAS DEL MINUTO 10 ENTRE LA LECTURA DEL MINUTO 1 .

LOS VALORES MINIMOS DE CADA UNO DE LOS INDICES SON :
ABSORCION 1.45
POLARIZACION 1.50

a la hoja # 5

"SISTEMAS DE DISTRIBUCION
Y POTENCIA ELECTRICA, S.A. DE C.V."

HUAUCHINANGO # 48 , COL. LA PAZ , C.P. 72160 PUEBLA, PUE.
TEL. (01 - 222) - 231 - 07 - 53 (FAX PEDIR TONO), e-mail: sidipel@yahoo.com

ENTRE MAYORES SEAN ESTOS INDICES, MEJOR RESULTA SER LA CONDICION DEL AISLAMIENTO.

LOS VALORES MINIMOS DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO A 20ºC SON :

PARA **15.0 KV ----------410 MEGOHMS .**
34.5 KV ----------930 MEGOHMS .
115.0 KV ----------3100 MEGOHMS .

EL MEGOHMETRO "MEGGER" HA SIDO EL INSTRUMENTO NORMALIZADO PARA LA MEDICION DE LA RESISTENCIA DE LOS AISLAMIENTOS.
DE ESTOS APARATOS EXISTEN 3 TIPOS: LOS DE OPERACION MANUAL, LOS ACCIONA - DOS CON MOTOR Y LOS ELECTRONICOS.

DESCRIPCION DE LA PRUEBA DE RELACION DE TRANSFORMACION.

LA RELACION DE TRANSFORMACION SE DEFINE COMO LA RELACION DE ESPIRAS O DE TENSIONES ENTRE LOS DEVANADOS PRIMARIO Y SECUNDARIO DE LOS TRANS- FORMADORES.

$$Np / Ns = Ep / Es$$

EL METODO MAS UTILIZADO PARA LLEVAR A CABO LA PRUEBA DE RELACION DE TRANSFORMACION, ES CON EL MEDIDOR DE RELACION DE VUELTAS **"TTR"** POR SUS SIGLAS EN INGLES, EL CUAL OPERA BAJO EL CONOCIDO PRINCIPIO DE QUE CUANDO DOS TRNASFORMADORES QUE NOMINALMENTE TIENEN LA MISMA RELACION DE TRANSFORMACION Y POLARIDAD, EXITADOS Y CONECTADOS EN PARALELO, CON LA MAS PEQUEÑA DIFERENCIA EN LA RELACION DE CUALQUIERA DE ELLOS, SE PRO DUCE UNA CORRIENTE CIRCULANTE ENTRE AMBOS.

EL EQUIPO **TTR** ESTA FORMADO BASICAMENTE POR :
UN TRANSFPORMADOR DE REFERENCIA CON RELACION AJUSTABLE DE 0 - 130
UNA FUENTE DE EXCITACION DE CORRIENTE ALTERNA
UN VOLTIMETRO
UN AMPERIMETRO
UN GALVANOMETRO DETECTOR DE CORRIENTE NULA
ASI COMO UN JUEGO DE TERMINALES PARA SU CONEXION.

EL % DE DIFERENCIA ENTRE LA RELACION DE TRANSFORMACION TEORICA Y LA REALMENTE MEDIDA SE CALCULA POR LA EXPRESION :

$$\% REL = (REL. TEOR. - REL. MED.) \times 100 / REL. TEOR.$$

POR NORMA EL MINIMO DE DIFERENCIA ACEPTABLE ES : +- 0.4 %

MEDIANTE LA APLICACION DE ESTA PRUEBA, ES POSIBLE DETECTAR CORTO CIRCUI TOS ENTRE ESPIRAS, POLARIDAD, SECUENCIA DE FASES, CIRCUITOS ABIERTOS, ETC.

a la hoja # 6

"SISTEMAS DE DISTRIBUCION
Y POTENCIA ELECTRICA, S.A. DE C.V."

HUAUCHINANGO # 48 , COL. LA PAZ , C.P. 72160 PUEBLA, PUE.
TEL. (01 - 222) - 231 - 07 - 53 (FAX PEDIR TONO), e-mail: sidipel@yahoo.com

PRUEBA DE RESISTENCIA OHMICA A DEVANADOS.

ESTA PRUEBA ES APLICABLE A TRANSFORMADORES DE POTENCIA, DE DISTRIBUCION, DE INSTRUMENTOS, AUTOTRANSFORMADORES, REGULADORES DE VOLTAJE, REACTORES Y CONTACTOS DE INTERRUPTORES; ASI COMO DE CUCHILLAS.
PARA EFECTUAR MEDICIONES DE RESISTENCIA OHMICA, EXISTEN EQUIPOS DE PRUEBA ESPECIFICAMENTE DISEÑADOS PARA ELLO, COMO SON LOS PUENTES DE WHEATSTONE, KELVIN Y/O COMBINACIONES DE AMBOS.

ESTA PRUEBA EN LO PRACTICO SIRVE PARA IDENTIFICAR LA EXISTENCIA DE FALSOS CONTACTOS O PUNTOS DE ALTA RESISTENCIA EN LAS SOLDADURAS DE LOS DEVANADOS.

EN LO ESPECIFICO SE REALIZA PARA LA COMPROBACION DEL CALCULO DE PERDIDAS TOTALES DE UN TRANSFORMADOR.

EL APARATO EMPLEADO PARA ESTA MEDICION ES UN OHMETRO CON RANGOS DESDE 10 MICRO-OHMS, HASTA 1999 OHMS. LLAMADOS COMUNMENTE **DUCTER o MILI-OHMETRO.**

LOS RESULTADOS DE LAS MEDICIONES DE ESTA PRUEBA DEBEN SER MUY SIMILARES ENTRE LAS 3 FASES DE CADA UNO DE LOS DEVANADOS. CUANDO EXISTAN DISCREPANCIAS, ESTO ES INDICATIVO DE UN FALSO CONTACTO INTERNO DE LA FASE QUE PRESENTE MAYOR VALOR, LO CUAL PROVOCA CALENTAMIENTO EN EL EQUIPO Y A LA LARGA UN DAÑO MUY SEVERO QUE OBLIGARA A RETIRAR EL EQUIPO DEL SERVICIO PARA SU REPARACION EN TALLER ESPECIALIZADO.

TRATANDOSE DE INTERRUPTORES DONDE EXISTEN PUNTOS DE CONTACTO A PRESION, Y QUE INTERUMPEN ALTAS CORRIENTES DE OPERACION Y DE FALLAS, ESTOS SE DETERIORAN CON MAYOR FACILIDAD DEPENDIENDO DEL NUMERO DE OPERACIONES. LOS DATOS DEL FABRICANTE SON MUY IMPORTANTES PARA LA COMPARACION CONTRA LOS VALORES OBTENIDOS EN CAMPO CON EL FIN DE PROCEDER A SU REVISION o CAMBIO.

PRUEBA DE ALTO POTENCIAL o RIGIDEZ DIELECTRICA.

EL OBJETO DE ESTA PRUEBA NO ES EL DE SIMULAR LAS CONDICIONES DE OPERACION NORMAL DE LA INSTALACION (CABLES Y AISLAMIENTOS DE PORCELANA o VIDRIO), SINO ASEGURARSE DE QUE DICHA INSTALACION ESTE EN CONDICIONES DE PRESTAR UN SERVICIO SATISFACTORIO Y CONFIABLE.

ESTA PRUEBA SE HACE CON APARATOS DE ALTA TENSION DE CORRIENTE DIRECTA PREFERENTEMENTE.

a la hoja # 7

HUAUCHINANGO # 48 , COL. LA PAZ , C.P. 72160 PUEBLA, PUE.
TEL. (01 - 222) - 231 - 07 - 53 (FAX PEDIR TONO), e-mail: sidipel@yahoo.com

SE APLICA EL ALTO POTENCIAL AL ESPECIMEN BAJO PRUEBA, EN PASOS DE 5 o DE 10 KV , ANOTANDOSE EN CADA PASO LA CORRIENTE DE FUGA EN MICROAMPER A TRAVES DEL AISLAMEINTO, DESPUES DE QUE SE HAYA ESTABILIZADO EL MICRO-AMPERIMETRO.

CUANDO SE LLEGA AL MAXIMO VOLTAJE DE PRUEBA, INDICADO POR EL FABRICAN-TE, ESTE SE MANTIENE FINALMENTE HASTA COMPLETAR 15 MINUTOS DE PRUEBA.

CONOCIENDO EL VOLTAJE DE PRUEBA Y LA CORRIENTE DE FUGA A TRAVES DEL AIS LAMIENTO, SE PUEDE DETERMINAR LA RESISTENCIA DE AISLAMIENTO APLICANDO LA LEY DE OHM Ra = E / If ; donde : Ra = resistencia de aislamiento en MEGOHMS.
E = tensión de prueba en VOLTS
If = corriente de fuga en MICROAMPERES.

PARA CABLES DE POTENCIA SEGUN FABRICANTES (VER TABLA ANEXA)

TENSION DE PRUEBA	**VALOR**
EN FABRICA	**100 %**
DE ACEPTACION	**80 %**
DE 0 - 1 AÑO	**60 %**
DE 1 - 5 AÑOS	**45 %**
DE 5 AÑOS EN ADELANTE	**30 %**

PRUEBA DE COLLAR CALIENTE A BOQUILLAS DE A.T.

ESTA ES UNA PRUEBA PARA DETECTAR CONTAMINACION O FISURAS EN LAS PORCE-LANAS Y ES MUY IMPORTANTE PARA DISCRIMINAR LOS ALTOS VALORES DE F.P. EN UN TRANSFORMADOR.

SE REALIZA CON AL APARATO DE MEDICION DE FACTOR DE POTENCIA MEU-2500 DE LA SIGUIENTE MANERA:

SE LIMPIA PERFECTAMENTE LA BOQUILLA EN SU EXTERIOR Y EN EL 2º FALDON DE ARRIBA SE LE COLOCA UNA BANDA AHULADA CONDUCTORA BIEN AJUSTADA QUE ES EL PUNTO DE APLICACION DEL POTENCIAL DEL EQUIPO DE PRUEBA; LA OTRA TERMINAL (L.V.) SE CONECTA EN EL CONECTOR NORMAL DE LA BOQUILLA.

SE REALIZA LA PRUEBA TOMANDOSE LAS LECTURAS DE mVA´S y DE mW
EL VALOR MAS IMPORTANTE RESULTA SER LA FUGA DE POTENCIA EN (mW), CUYO VALOR NO DEBERA SER MAYOR DE 6 mW .

POR EXPERIENCIA EN CAMPO , HEMOS ENCONTRADO QUE MAS DE 4 mW DE FUGA EN LAS BOQUILLAS, INCIDEN NEGATIVAMENTE EN LAS PRUEBAS DE F.P. DEL TRANSFORMADOR Y AL CAMBIARSE LAS BOQUILLAS POR NUEVAS, LOS RESULTA-DOS DE UNA NUEVA PRUEBA DE F.P. AL DEVANADO DE ALTA TENSION DEL TRANS-FORMADOR EN CUESTION, RESULTAN MUY FAVORABLES.

"SISTEMAS DE DISTRIBUCION
Y POTENCIA ELECTRICA, S.A. DE C.V."

HUAUCHINANGO # 48 , COL. LA PAZ , C.P. 72160 PUEBLA, PUE.
TEL. (01 - 222) - 231 - 07 - 53 (FAX PEDIR TONO), e-mail: sidipel@yahoo.com

ACEITES AISLANTES PARA TRANSFORMADORES.

EL AISLAMIENTO ES UNO DE LOS ESLABONES MAS DEBILES DE UN SISTEMA ELECTRICO. SU FALLA CASI SIEMPRE OCASIONA LA SALIDA DE SERVICIO DE LOS EQUIPOS Y A VECES CON RESULTADOS DESASTROSOS; POR LO QUE ES NECESARIO UN MANTENIMIENTO PREVENTIVO RIGUROSO.

PARA ASEGURAR LA CORRECTA OPERACION DE TRANSFORMADORES E INTERRUPTORES DE GRAN VOLUMEN DE ACEITE, ES ESENCIAL QUE EL ACEITE AISLANTE SE ENCUENTRE EN CONDICIONES OPTIMAS DE OPERACION.

LAS PRINCIPALES CAUSAS DEL DETRIORO DEL ACEITE SON: LA HUMEDAD, EL CARBON, LA OXIDACION Y LA CONTAMINACION CON MATERIALES DEGRADANTES.

EN OPERACION NORMAL, LOS CAMBIOS DE TEMPERATURA PERMITEN LA ENTRADA DE HUMEDAD Y AIRE EN UN TRANSFORMADOR DE RESPIRACION LIBRE (CON TANQUE CONSERVADOR). PARTE DE ESTA HUMEDAD SE ASIENTA EN EL FONDO DEL TANQUE PUDIENDO SER DRENADA POR LA VALVULA DE DRENE o PRUEBA; PERO LA HUMEDAD QUE PERMANECE EN SUSPENSION EN EL ACEITE, REDUCE SU RIGIDEZ DIELECTRICA ATACANDO AL AISLAMIENTO DE LOS DEVANADOS.

CON LA PRESENCIA DE CALOR Y OXIGENO, ALGUNOS COMPONENTES DEL ACEITE, PRODUCEN ACIDOS QUE TIENDEN A FORMAR LODOS. ESTOS , SE DEPOSITAN EN LOS DEVANADOS OBSTRUYENDO LA LIBRE CIRCULACION DEL ACEITE POR SUS RANURAS, AFECTANDO SU ENFRIAMIENTO Y PROVOCANDO UN INCREMENTO EN SU TEMPERATURA DE OPERACION MAS ALLA DE SU LIMITE DE DISEÑO, REINICIANDO NUEVOS PROCESOS DE OXIDACION, LO CUAL OCASIONA EL DETERIORO DEL ACEITE Y EL PAPEL AISLANTE DE LOS DEVANADOS A GRADO TAL QUE PUEDE CAUSAR LA FALLA DEL TRANSFORMADOR.

CUANDO EL ACEITE AISLANTE ES PARTE INTEGRANTE DEL EQUIPO ELECTRICO, LA RESPONSABILIDAD DE SU CONTROL, MANEJO Y MANTENIMIENTO, CORRESPONDE A LAS AREAS DE MANTENIMIENTO ELECTRICO.

HASTA AHORA LOS TIPOS DE LIQUIDOS AISLANTES MAS USADOS, SON LOS DERIVADOS DEL PETROLEO, LOS CUALES SON USADOS BASICAMENTE PARA AISLAR Y ENFRIAR LOS ENBOBINADOS DE LOS TRANSFORMADORES Y EN LOS INTERRUPTORES PARA EXTINGUIR EL ARCO ELECTRICO Y AISLAR LOS ELEMENTOS INTERNOS DE DICHOS INTERRUPTORES.

LOS ACEITES AISLANTES SON HIDROCARBUROS DE **BASE PARAFINICA o NAFTENICA,** DEPENDIENDO DEL CRUDO ORIGINAL Y DEL METODO DE DESTILACION Y REFINACION.

MANEJO DE LOS ACEITES.-

1.- NO DEBEN EXPONERSE LOS ACEITES EN CONDICIONES CLIMATICAS ADVERSAS EN UN AMBIENTE CON MAS DE 60 % DE HUMEDAD.

a la hoja # 2

2.- NO UTILIZAR CAUCHO, HULE O SUS DERIVADOS PARA SELLAR RECIPIENTES o REGISTROS DE TANQUES PORQUE SE DEGRADAN Y SE PIERDE SU SELLO PERMITIENDO LA ENTRADA DE HUMEDAD Y CONTAMINACION DEL ACEITE. PARA TALES FINES SE DEBE USAR EL **NEOPRENO QUE NO ES DEGRADABLE CON EL ACEITE.**

3.- SU ALMACENAMIENTO DEBE SER EN BOLSAS DE NEOPRENO, TONELES O TANQUES ESTACIONARIOS LIMPIOS Y LIBRES DE HUMEDAD Y OTROS CONTAMINANTES.

ASKAREL.- ES UN AISLANTE SINTETICO QUE ACTUALMENTE ESTA EN DESUSO POR REPRESENTAR UN PELIGRO PARA LA SALUD; SIN EMBARGO ES NECESARIO ALERTAR AL PERSONAL QUE MANEJA EL EQUIPO ELECTRICO, YA QUE EXISTEN TADAVIA EQUIPO DE TRANSFORMADORES Y CAPACITORES QUE CONTIENEN ASKARELES EN SUS DIFERENTES FORMAS: CLOREXTOL, DYKANOL, INERTINE, NOFLAMEL, PYRANOL, ETC.

LA RECOMENDACION MUY ESPECIAL AL PERSONAL DE MANTENIMIENTO ELECTRICO, PARA QUE CUANDO DETECTEN UN EQUIPO CON ASKA REK, SE TENGA CUIDADO DE NO TENER CONTACTO CON EL LIQUIDO, SOBRE TODO SI EXISTE FUGA DEL MISMO. **REPORTAR DE INMEDIATO PARA SU CONTROL Y CONFINAMIENTO POR UN PERSONAL EXPERTO Y RESPONSABLE.**

PRUEBAS DE CAMPO PARA ACEITES AISLANTES.

PRUEBA DE FACTOR DE POTENCIA
PRUEBA DE RESISTIVIDAD
PRUEBA DE RIGIDEZ DIELECTRICA
PRUEBA DE ACIDEZ Y COLORACION.

LA PRUEBA DE FACTOR DE POTENCIA AL ACEITE AISLANTE ES LA RELACION DE LA POTENCIA DISIPADA EN miliWATTS EN EL ACEITE, ENTRE LA POTENCIA EN miliVA´S ABSORBIDA. ESTO ES NUMERICAMENTE EQUIVALENTE AL COSENO DEL ANGULO DE FASE o AL SENO DEL ANGULO DE PERDIDAS; ES UNA CANTIDAD ADIMENSIONAL, EXPRESADA NORMALMENTE EN PORCIENTO.

ENTRE MAYORES SEAN LAS FUGAS, MAS ALTO SERA EL FACTOR DE POTENCIA.

SI EL RESULTADO DE LA PRUEBA DA UN VALOR DE F.P. BAJO, EL ACEITE SE ENCUENTRA EN BUENAS CONDICIONES, DE LO CONTRARIO SI EL VALOR OBTENIDO ES ALTO, LAS CONDICIONES DEL ACEITE AISLANTE NO SERAN CONFIABLES.

NORMALMENTE UN ACEITE NUEVO, SECO Y DESGASIFICADO ALCANZA VALORES DE FACTOR DE POTENCIA DEL ORDEN DE 0.05 % o MENORES RELACIONADO A 20 ºC.

EL LIMITE MAXIMO PERMITIDO POR NORMA ES DE 0.5 % Y EN ESTAS CONDICIONES SE LE CONSIDERA DEGRADADO Y DEBE PREVERSE SU CAMBIO POR NUEVO.

a la hoja # 3

"SISTEMAS DE DISTRIBUCION
Y POTENCIA ELECTRICA, S.A. DE C.V."

HUAUCHINANGO # 48 , COL. LA PAZ , C.P. 72160 PUEBLA, PUE.
TEL. (01 - 222) - 231 - 07 - 53 (FAX PEDIR TONO), e-mail: sidipel@yahoo.com

LA PRUEBA DE RIGIDEZ DIELECTRICA ES UNA DE LAS PRUEBAS DE CAMPO QUE SE USAN PARA DETECTAR LAS CONDICIONES DE SERVICIO DEL ACEITE AISLANTE.

LA RIGIDEZ DIELECTRICA DEL ACEITE ES LA TENSION (EN KV´S) MINIMA A LA CUAL SE PRODUCE UN ARCO ENTRE DOS ELECTRODOS METALICOS Y ESTO NOS DA IDEA DE LA CAPACIDAD DEL ACEITE PARA SOPORTAR ESFUERZOS ELECTRICOS SIN FALLAR.

BAJA RIGIDEZ DIELECTRICA INDICA CONTAMINACION CON AGUA, CARBON o CONTAMINANTES EXTRAÑOS. SIN EMBARGO, UNA ALTA RIGIDEZ DIELECTRICA NO QUIERE DECIR QUE EL QUE EL ACEITE SE ENCUENTRE EN CONDICIONES OPTIMAS DE OPERACION.

EL APARATO QUE SE USA PARA EFECTUAR LA PRUEBA DE RIGIDEZ DIELECTRICA CONSISTE DE UN TRANSFORMADOR, UN REGULADOR DE VOLTAJE (0-60 KV), UN INTERRUPTOR, UN VOLTMETRO Y UNA COPA DE PRUEBA. LA COPA TIENE DOS ELECTRODOS PLANOS SEPARADOS ENTRE SI A 0.1" CON LAS CARAS PERFECTAMENTE PARALELAS. SU OPERACION PUEDE SER MANUAL o AUTOMATICA Y EL CONJUNTO DEBE SER PORTATIL.

LA COPA SE DEBE LLENAR A UN NIVEL NO MENOR DE 20 mm SOBRE LOS ELECTRODOS DEBERA DEJARSE REPOSAR ENTRE 2 y 3 MINUTOS ANTES DE APLICAR LA TENSION. AL APLICAR LA TENSION ESTA SERA INCREMENTADA A UNA VELOCIDAD CONSTANTE DE 3 KV POR SEGUNDO HASTA QUE SE PRODUZCA EL ARCO ENTRE LOS ELECTRODOS Y DISPARARSE EL INTERRUPTOR. EL OPERADOR DEBERA LEER EL VOLTMETRO Y REGISTRAR SU LECTURA EN KV´S.

SE PRUEBAN TRES MUESTRAS DE CADA TRANSFORMADOR Y ESTAS NO DEBERAN DISCREPAR MAS DE 4 KV´S. FINALMENTE SE OBTIENE EL PROMEDIO.

EL VALOR MINIMO PERMITIDO DE RIGIDEZ DIELECTRICA PARA UN ACEITE EN OPERACION ES DE 25 KV´S

LA PRUEBA DE RESISTIVIDAD ES DE GRAN IMPORTANCIA CUANDO SE INVESTIGA UN TRANSFORMADOR CUYA RESISTENCIA DE AISLAMIENTO SEA NOTORIAMENTE BAJA Y ESTANCADA, PUDIENDO SER CAUSA DE UNA BAJA RESISTIVIDAD DEL ACEITE .

LA PRUEBA DE RESISTIVIDAD, FRECUENTEMENTE DA RESULTADOS MAS CONSISTENTES QUE LA PRUEBA DE RIGIDEZ DIELECTRICA; DE TAL FORMA QUE LA REDUCCION DE LA RESISTIVIDAD DEBIDO AL ENVEJECIMIENTO DEL ACEITE POR SU USO, ES UNA VALIOSA INDICACION DE SU DETERIORO. **LA RESISTIVIDAD DE UN ACEITE SE MIDE EN MEGOHMS-CM**.

PARA UN ACEITE NUEVO LA RESISTIVIDAD TIENDE A INFINITO.
PARA ACEITES EN OPERACION VALORES DE 60 x 10^6 megohms-cm. , TODAVIA ES SATISFACTORIO. RESULTADOS MENORES INDICAN DETERIORO DEL ACEITE POR SUBSTANCIAS IONICAS CONTENIDAS EN EL.

LA PRUEBA DE ACIDEZ o NUMERO DE NEUTRALIZACION ES APLICABLE A AISLANTES LIQUIDOS COMO SON LOS ACEITES PARA TRANSFORMADORES E INTERRUPTORES.

SU DETERMINACION EN ACEITES USADOS Y SU COMPARACION CONTRA VALORES DE ACEITES NUEVOS ES UTIL COMO UNA INDICACIONDE CAMBIOS QUIMICOS EN EL

"SISTEMAS DE DISTRIBUCION
Y POTENCIA ELECTRICA, S.A. DE C.V."

HUAUCHINANGO # 48 , COL. LA PAZ , C.P. 72160 PUEBLA, PUE.
TEL. (01 - 222) - 231 - 07 - 53 (FAX PEDIR TONO), e-mail: sidipel@yahoo.com

PROPIO ACEITE, o BIEN EN SUS ADITIVOS, COMO CONSECUENCIA DE LA REACCION CON OTROS MATERIALES o SUBSTANCIAS CON LAS QUE HA ESTADO EN CONTACTO.

a la hoja # 4

"SISTEMAS DE DISTRIBUCION
Y POTENCIA ELECTRICA, S.A. DE C.V."

HUAUCHINANGO # 48 , COL. LA PAZ , C.P. 72160 PUEBLA, PUE.
TEL. (01 - 222) - 231 - 07 - 53 (FAX PEDIR TONO), e-mail: sidipel@yahoo.com

EL NUMERO DE NEUTRALIZACION CONSISTE EN DETERMINAR LOS MILIGRAMOS DE HIDROXIDO DE POTASIO (KOH) QUE SON NECESARIOS PARA NEUTRALIZAR EL ACIDO CONTENIDO EN UN GRAMO DE ACEITE BAJO PRUEBA.

LOS ACEITES NUEVOS PRACTICAMENTE NO CONTIENEN ACIDOS.

LOS ACIDOS SON LOS RESPONSABLES DIRECTOS DE LA FORMACION DE LODOS.

EXPERIMENTALMENTE SE HA DETERMINADO QUE LA FORMACION DE LODOS COMIENZA CUANDO EL NUMERO DE NEUTRALIZACION TIENE EL VALOR DE 0.4 o MAS.

LOS ACEITES NUEVOS DEBEN TENER UN INDICE DE ACIDEZ DE 0.08 o MENOS; Y EN CONDICIONES NORMALES Y DEPENDIENDO DE LOS CICLOS DE TEMPERATURA A QUE SE SOMETE EL TRANSFORMADOR, ESTE VALOR AUMENTA EN 0.01 a 0.02 POR AÑO.

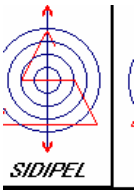
LA PRUEBA DE COLORACION ES POR COMPARACION VALIENDOSE DE UN DISCO GIRATORIO MONTADO SOBRE UNA CAMARA DONDE SE COLOCA UNA PROBETA CON EL ACEITE DE LA MUESTRA. A TRAVES DE LA MIRILLA SE OBSERVA TANTO EL COLOR DE LA MUESTRA COMO EL COLOR DEL DISCO. SE GIRA EL DISCO HASTA IGUALAR AMBOS COLORES HASTA OBTENER EL GRADO DE COLOR CORRESPONDIENTE AL ACEITE DE MUESTRA.

CUANDO UN ACEITE SE HA OBSCURECIDO RAPIDAMENTE, ES INDICATIVO DE QUE ALGO ESTA OCURRIENDO DENTRO DEL EQUIPO.
ACEITES NUEVOS: COLOR 0.5 (CLARO Y TRANSPARENTE)
ACEITES DEGRADADOS COLOR 4.5 o MAS (ROJIZO, VINO Y CON SEDIMENTOS).

ADEMAS DE ESTAS PRUEBAS DE CAMPO, SE PUEDEN SOLICITAR PRUEBAS DE LABORATORIO FISICO-QUIMICAS COMO SON:
P.P.M. DE AGUA, TENSION INTERFACIAL, DENSIDAD, VISCOSIDAD, F.P. 100 ºC.,

CROMATOGRAFIA DE GASES DISUELTOS EN EL ACEITE:
ESTA PRUEBA ES DE GRAN IMPORTANCIA PARA TRANSFORMADORES DE GRAN CAPACIDAD Y DE EXTRAALTA TENSION, PUES SEGUN LOS PORCENTAJES DE GASES Y SU NATURALEZA SE PUEDEN DETECTAR FALLAS INCIPIENTES INTERNAS DEL TRANSFORMADOR Y DEBIDO A QUE ESTE EQUIPO NO SE PUEDE SACAR DE SERVICIO PARA HACERLE PRUEBAS RUTINARIAS DE CAMPO, ESTE ANALISIS DE GASES DAN LA PAUTA PARA PREVER SU MANTENIMIENTO.

CONTENIDO DE PCB´S:
ESTA PRUEBA ES OBLIGADA POR LA SEMARNAP PARA EL CONTROL ECOLOGICO YA QUE SE REFIERE A LA CONTAMINACION POR ASKARELES EN P.P.M. NO MAS DE 50 ESTO NORMALMENTE ES DEBIDO A LA CONTAMINACION POR FILTRADOS EN CAMPO.

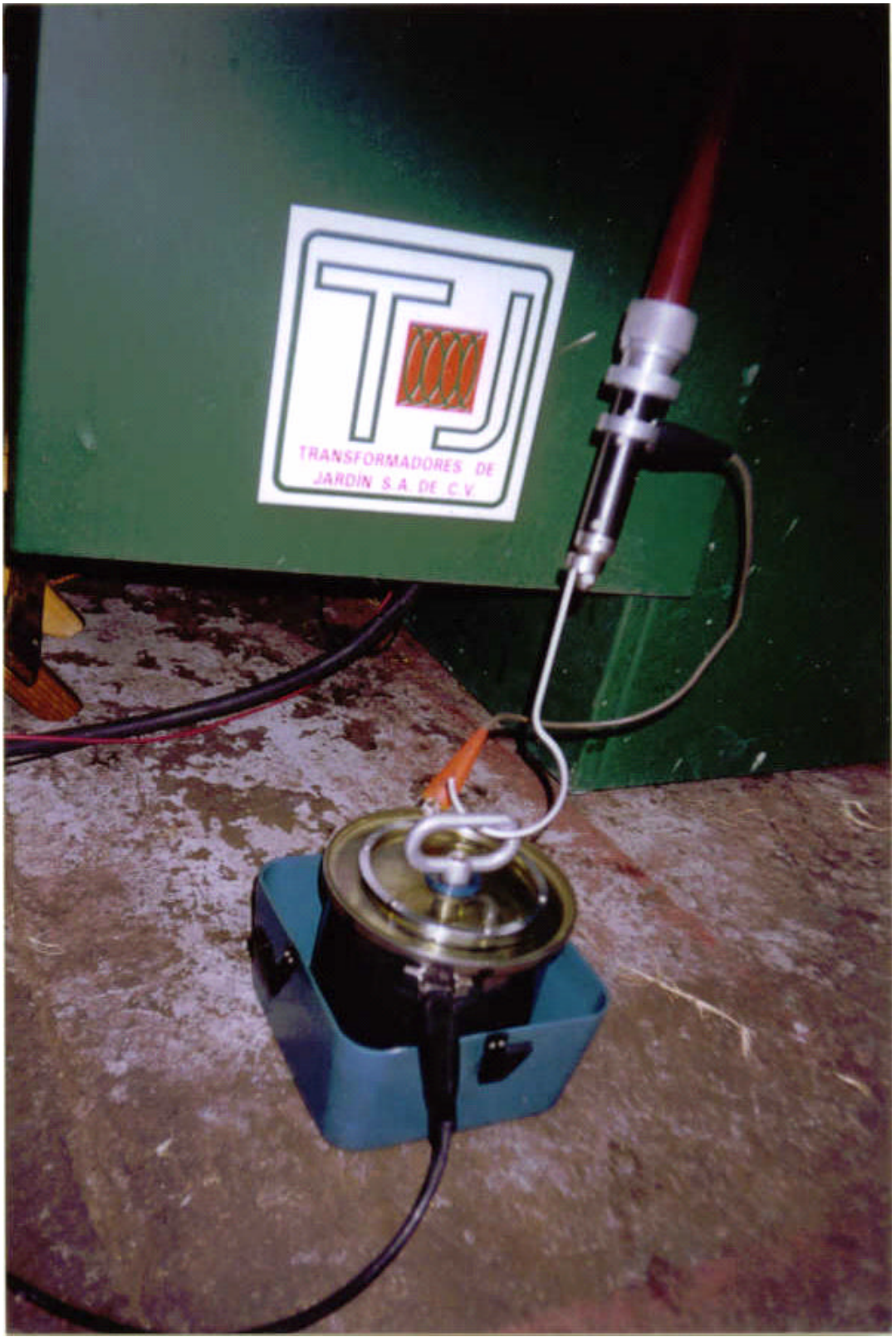


"SISTEMAS DE DISTRIBUCION Y POTENCIA ELECTRICA, S.A. DE C.V."

HUAUCHINANGO # 48 , COL. LA PAZ , C.P. 72160 PUEBLA, PUE.
TEL. (01 - 222) - 231 - 07 - 53 (FAX PEDIR TONO), e-mail: sidipel@yahoo.com

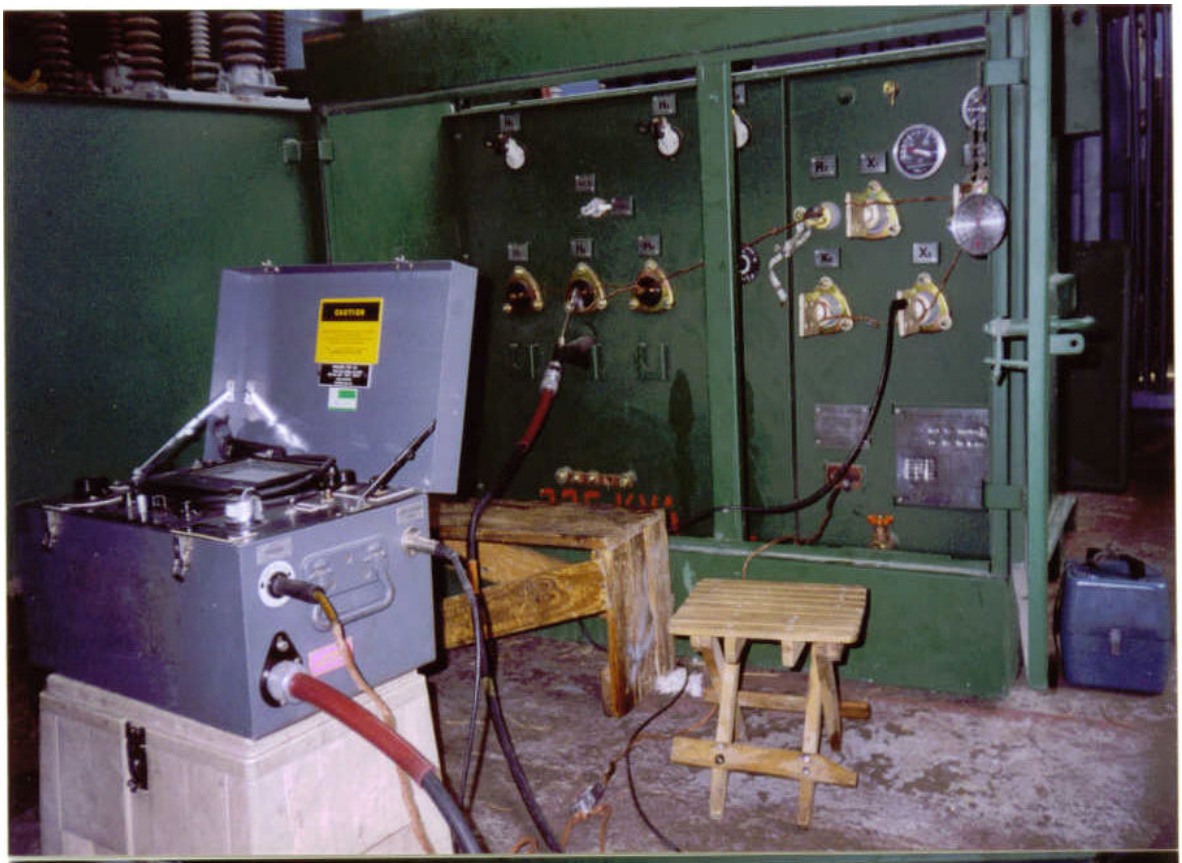
"SISTEMAS DE DISTRIBUCION
Y POTENCIA ELECTRICA, S.A. DE C.V."

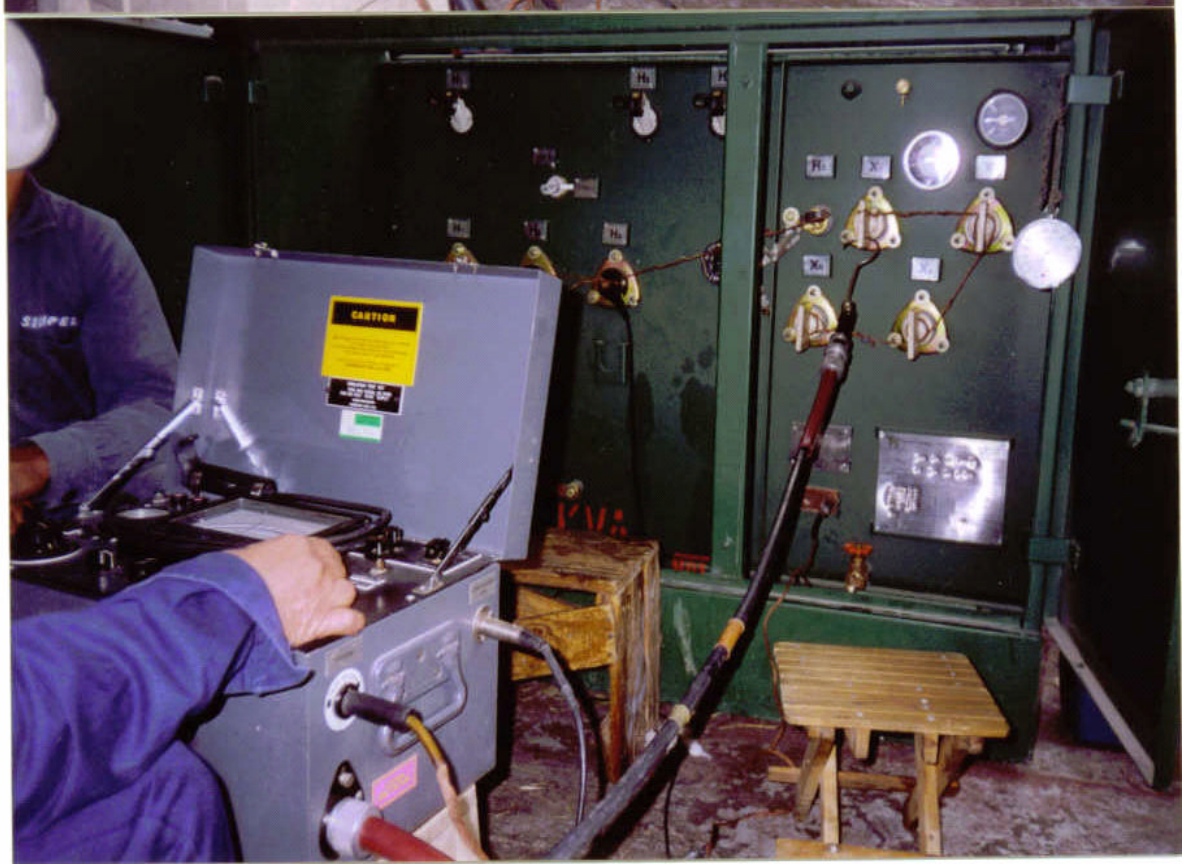
HUAUCHINANGO # 48 , COL. LA PAZ , C.P. 72160 PUEBLA, PUE.
TEL. (01 - 222) - 231 - 07 - 53 (FAX PEDIR TONO), e-mail: sidipel@yahoo.com



"SISTEMAS DE DISTRIBUCION
Y POTENCIA ELECTRICA, S.A. DE C.V."

HUAUCHINANGO # 48 , COL. LA PAZ , C.P. 72160 PUEBLA, PUE.
TEL. (01 - 222) - 231 - 07 - 53 (FAX PEDIR TONO), e-mail: sidipel@yahoo.com





"SISTEMAS DE DISTRIBUCION
Y POTENCIA ELECTRICA, S.A. DE C.V."

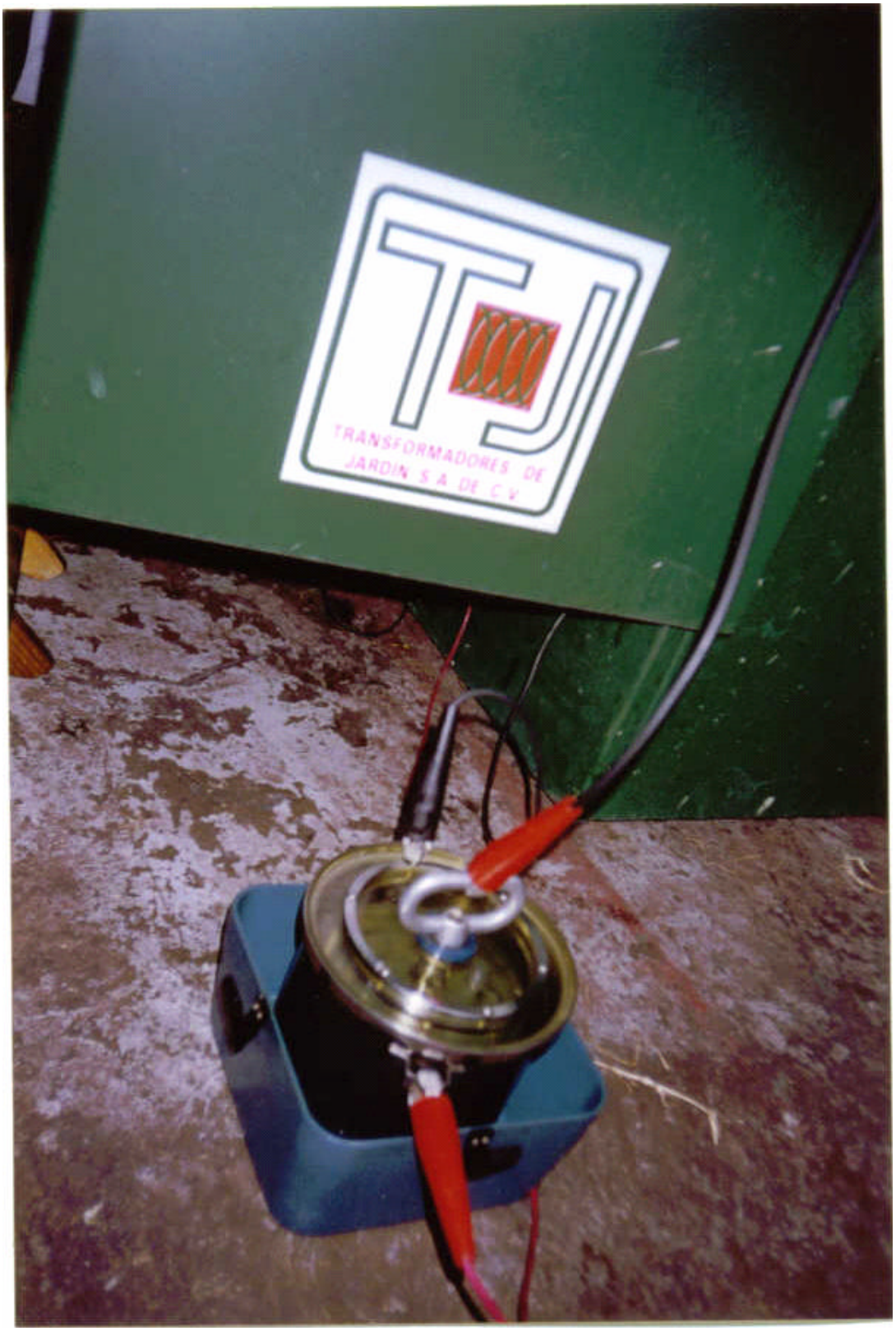
HUAUCHINANGO # 48 , COL. LA PAZ , C.P. 72160 PUEBLA, PUE.
TEL. (01 - 222) - 231 - 07 - 53 (FAX PEDIR TONO), e-mail: sidipel@yahoo.com

"SISTEMAS DE DISTRIBUCION
Y POTENCIA ELECTRICA, S.A. DE C.V."

HUAUCHINANGO # 48 , COL. LA PAZ , C.P. 72160 PUEBLA, PUE.
TEL. (01 - 222) - 231 - 07 - 53 (FAX PEDIR TONO), e-mail: sidipel@yahoo.com

"SISTEMAS DE DISTRIBUCION
Y POTENCIA ELECTRICA, S.A. DE C.V."

HUAUCHINANGO # 48 , COL. LA PAZ , C.P. 72160 PUEBLA, PUE.
TEL. (01 - 222) - 231 - 07 - 53 (FAX PEDIR TONO), e-mail: sidipel@yahoo.com

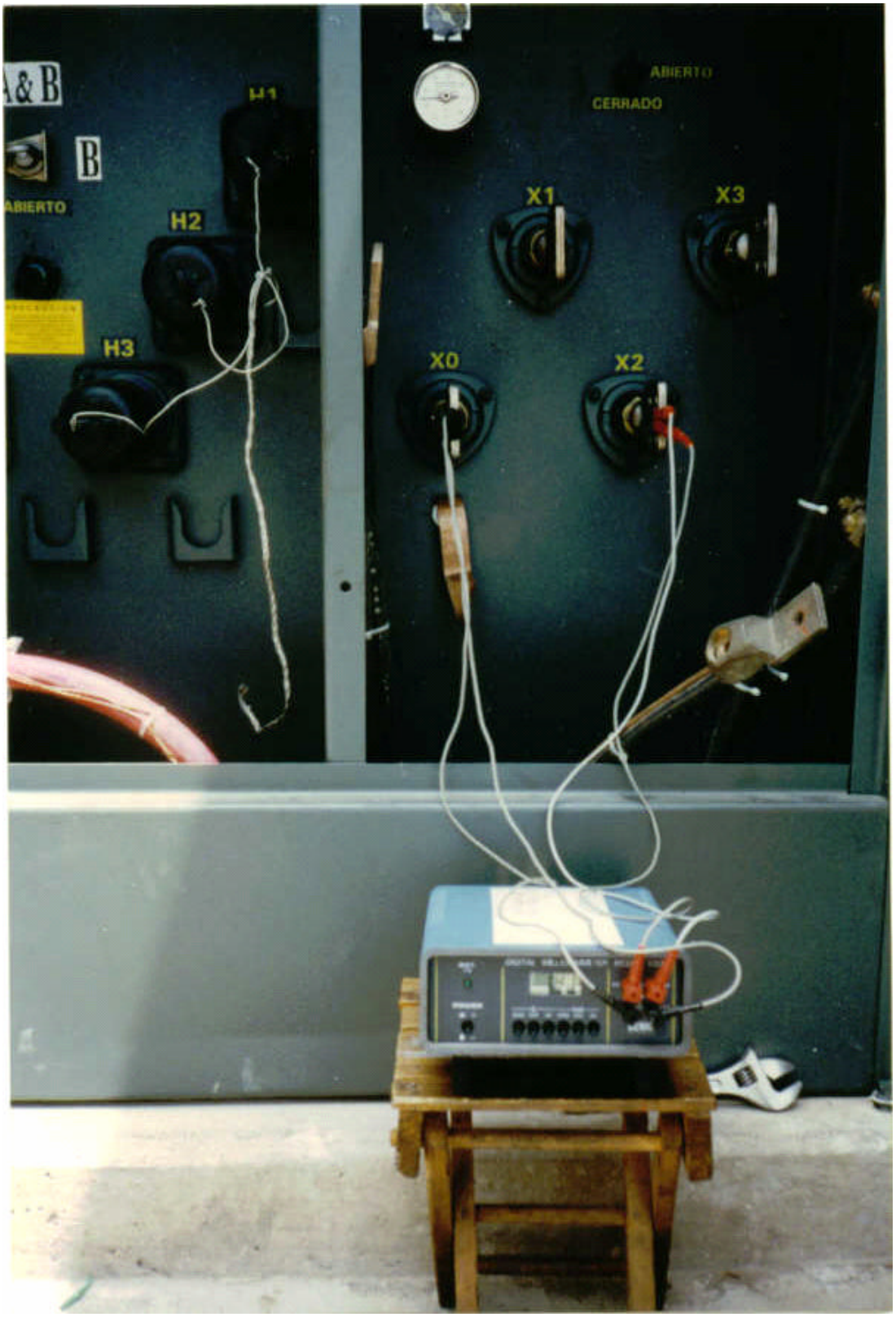


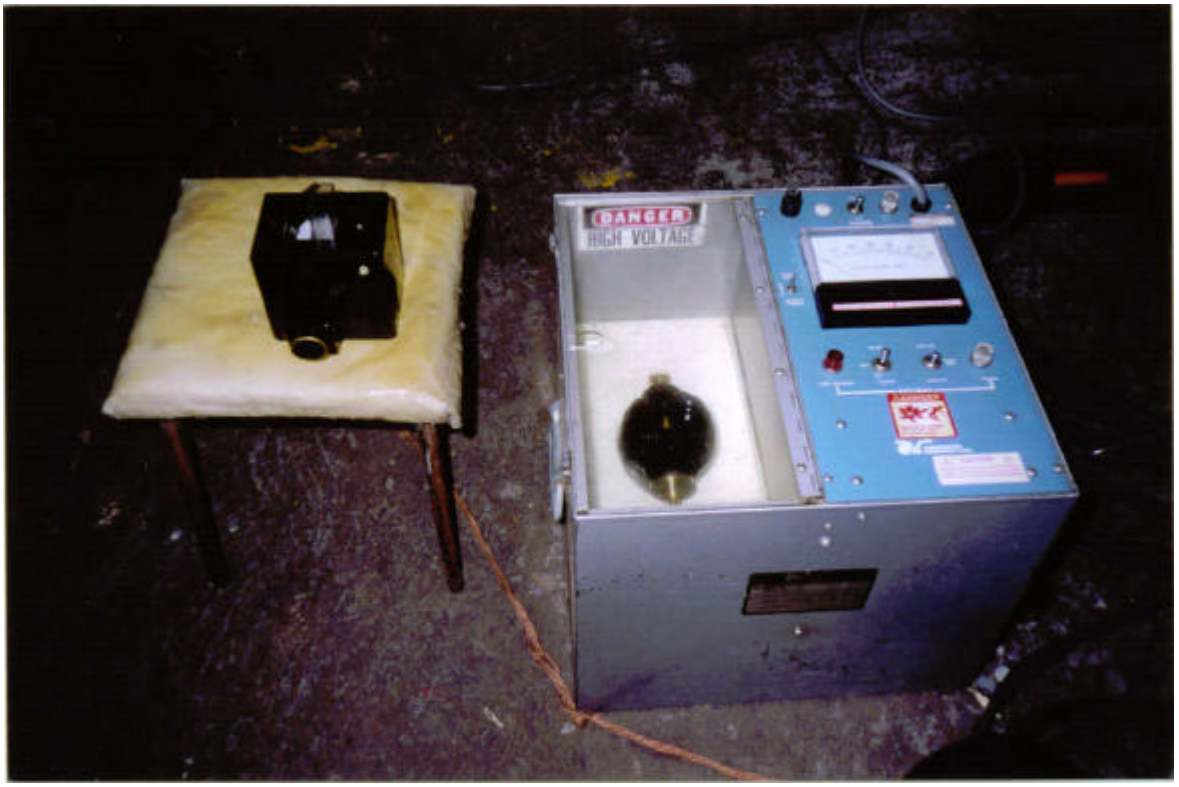
"SISTEMAS DE DISTRIBUCION
Y POTENCIA ELECTRICA, S.A. DE C.V."

HUAUCHINANGO # 48 , COL. LA PAZ , C.P. 72160 PUEBLA, PUE.
TEL. (01 - 222) - 231 - 07 - 53 (FAX PEDIR TONO), e-mail: sidipel@yahoo.com

"SISTEMAS DE DISTRIBUCION
Y POTENCIA ELECTRICA, S.A. DE C.V."

HUAUCHINANGO # 48 , COL. LA PAZ , C.P. 72160 PUEBLA, PUE.
TEL. (01 - 222) - 231 - 07 - 53 (FAX PEDIR TONO), e-mail: sidipel@yahoo.com



"SISTEMAS DE DISTRIBUCION
Y POTENCIA ELECTRICA, S.A. DE C.V."

HUAUCHINANGO # 48 , COL. LA PAZ , C.P. 72160 PUEBLA, PUE.
TEL. (01 - 222) - 231 - 07 - 53 (FAX PEDIR TONO), e-mail: sidipel@yahoo.com