



FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA

CURSOS INSTITUCIONALES

MANUTENIMIENTO A INSTALACIONES I

Del 30 al 31 de Agosto de 2002

APUNTES GENERALES

CI-069

Instructor: Ing. Ricardo Antonio Espinosa Patiño
PEMEX – VILLAHERMOSA TABASCO
AGOSTO DEL 2002



EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTTO. DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN
ADMINISTRACIÓN DEL
MANTENIMIENTO
CURRICULUM VITAE



NOMBRE: RICARDO ANTONIO ESPINOSA PATIÑO

EXPERIENCIA LABORAL:

FUNCIÓN O CARGO ACTUAL

COMPAÑIA:

INGENIERIA ELECTROMECHANICA AL SERVICIO
DE LA INDUSTRIA

PUESTO:

DIRECTOR GENERAL.

ASESORIA, ESTUDIOS, PREPARACION DE
OFERTAS, ELABORACION DE CONCURSOS,
SOLICITUD DE COTIZACIONES, ANALISIS,
EVALUACION TECNICO-ECONOMICA,
ADMINISTRACION Y ORGANIZACION EN EL
AREA DE PROYECTOS DE INGENIERIA
ELECTRICA.

NOMBRE DE LA FUNCIÓN O CARGO INMEDIATO ANTERIOR AL ACTUAL

PERIODO:

DE 1991 A 1994

COMPAÑIA:

SIEMENS S.A. DE C.V.

PUESTO:

INGENIERO DE PROYECTO Y VENTAS EN LA
DIVISION DE ENERGIA Y AUTOMATIZACION

ACTIVIDAD PREPONDERANTE:

DESARROLLO DE PROYECTOS Y VENTAS DE
CENTRALES DE GENERACION DE ENERGIA
ELECTRICA :

TERMoeLECTRICAS, CICLOS COMBINADOS,
HIDROELECTRICAS COMO PROYECTOS LLAVE
EN MANO O POR OTRAS MODALIDADES.

IMPLEMENTACION DE CONSORCIOS



EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTTO. DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO



INTERNACIONALES Y/O NACIONALES PARA LA
EJECUCION DE LOS PROYECTOS DE
GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA.

PERIODO: DE 1973 A 1990 Y DE 1994 a 1998
COMPAÑIA: INSTITUTO MEXICANO DEL PETROLEO
PUESTO: INGENIERO DE PROYECTO Y JEFE DE LA
ESPECIALIDAD DE INGENIERIA ELECTRICA
PARA LOS PROYECTOS DE INGENIERIA DE
DETALLE DE PLANTAS PETROQUIMICAS.

OTRAS ACTIVIDADES PREPONDERANTES:

ASESORIA, PREPARACION DE OFERTAS,
SOLICITUD DE COTIZACIONES, ANALISIS,
EVALUACION TECNICO-ECONOMICA,
ADMINISTRACION Y ORGANIZACION EN EL
AREA DE PROYECTOS DE INGENIERIA
ELECTRICA.

FORMACIÓN ACADEMICA: INGENIERO ELECTRICISTA

LICENCIATURA EN: INGENIERIA ELECTRICA
INSTITUCION: ESCUELA SUPERIOR DE
INGENIERIA MECANICA Y
ELECTRICA (E.S.I.M.E.)
DEL INSTITUTO POLITECNICO
NACIONAL (I.P.N.)
CEDULA PROFESIONAL: No. 314894

ACTIVIDADES:

EXPERIENCIA DOCENTE

EN LA E.S.I.M.E. DEL INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL



EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTTO DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO



PROFESOR EN LAS MATERIAS DE CONTROL INDUSTRIAL DE LA OPCION DE SISTEMAS DE UTILIZACION DE LA CARRERA DE INGENIERIA ELECTRICA DURANTE EL PERIODO DE MAYO DE 1974 A JUNIO DE 1989.

JEFE DE LA OFICINA DE TESIS Y EXAMENES PROFESIONALES DE LA CARRERA DE INGENIERIA ELECTRICA DURANTE 1978-1979.

SUPERVISOR DE LA CATEDRA DE CONTROL INDUSTRIAL I DE LA CARRERA DE INGENIERIA ELECTRICA, NOMBRAMIENTO RECIBIDO EN FEBRERO DE 1985.

ASESOR DE TESIS PROFESIONAL Y MIEMBRO DE JURADO DE EXAMENES PROFESIONALES.

ACTUALMENTE PROFESOR DE LAS MATERIAS DE INSTALACIONES ELECTRICAS I, II, III. Y EXPOSITOR DEL SEMINARIO DE TITULACION SOBRE INGENIERIA DE PROYECTOS INDUSTRIALES.

EXPERIENCIA COMO PRESTADOR DE SERVICIOS EN EL AREA DE IMPACTO AMBIENTAL

PARTICIPACIÓN COMO RESPONSABLE DE LAS ÁREAS DE PROCESO, MECÁNICA, ELÉCTRICA, INSTRUMENTACIÓN, TANQUES Y RECIPIENTES, TRANSPORTE, TUBERÍAS Y SEGURIDAD EN LOS ESTUDIOS DE RIESGO Y AUDITORÍAS AMBIENTALES DE DIVERSAS COMPAÑÍAS.



EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTTO. DE POZOS

**MANUAL DEL DIPLOMADO EN
ADMINISTRACIÓN DEL
MANTENIMIENTO**



00000

**DIPLOMADO EN ADMINISTRACION DEL
MANTENIMIENTO**

**MODULO III
MANTENIMIENTO A INSTALACIONES I**

TEMAS

**GENERALIDADES SOBRE EL MANTENIMIENTO
CORTO CIRCUITO
COORDINACION DE PROTECCIONES
SUBESTACIONES ELECTRICAS
GENERACION DE ENERGIA
INSTALACIONES ELECTRICAS
MOTORES ELECTRICOS
PLANTAS GENERADORAS
ILUMINACION
TIERRAS Y PARARRAYOS
PROTECCION CONTRA INCENDIO
PRUEBAS Y EVALUACION DE RESULTADOS
CONEXIONES Y APARATOS DE PRUEBAS
SEGURIDAD DURANTE PRUEBAS Y MANTENIMIENTO**

EXPOSITOR: ING. RICARDO ESPINOSA Y PATIÑO



EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTTO DE POZOS

**MANUAL DEL DIPLOMADO EN
ADMINISTRACIÓN DEL
MANTENIMIENTO**



00001

GENERALIDADES SOBRE EL MANTENIMIENTO

EXPOSITOR: ING. RICARDO ESPINOSA Y PATIÑO

DEFINICION

Mantenimiento es el conjunto de actividades desarrolladas con el objeto de conservar los bienes físicos de una empresa en condiciones de funcionamiento económico.

Dicha definición incluye conceptos tales como eficiencia, seguridad y confiabilidad.

En nuestro caso el bien físico es la subestación eléctrica en su conjunto.

CLASIFICACION DEL MANTENIMIENTO

- **MANTENIMIENTO CORRECTIVO.**
Corrección de fallas a medida que se presentan.
- **MANTENIMIENTO PREVENTIVO.**
Detección de posibles fallas y su corrección antes del tiempo en que se habrían presentado o bien se encuentren en su fase inicial.

Se pueden incluir otros tipos de mantenimiento tales como

- **MANTENIMIENTO PREDICTIVO.**
La inspección, estadísticas y el análisis de ingeniería establecen previamente el tiempo y las condiciones en que se presentarían las fallas.
- **MANTENIMIENTO RUTINARIO**
Actividad de "servicio" dentro del mantenimiento preventivo

CLASIFICACION DEL MANTENIMIENTO

EN FUNCION DE SU EJECUCION.

- **EJECUCION INTERNA.**
Con personal de planta de la empresa.

- **EJECUCION EXTERNA.**
Con personal independiente de la empresa.

- **EJECUCION MIXTA.**
Con personal de planta y externo de la empresa.



EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTTO DE POZOS

**MANUAL DEL DIPLOMADO EN
ADMINISTRACIÓN DEL
MANTENIMIENTO**



00005

SUBESTACIONES

EXPOSITOR: ING. RICARDO ESPINOSA Y PATIÑO

SUBESTACION ELECTRICA**DEFINICION:**

Conjunto de máquinas, aparatos y circuitos que tienen la función de modificar los parámetros de la potencia eléctrica (tensión y corriente) y de proveer un medio de interconexión y despacho entre las diferentes líneas del sistema.



CLASIFICACION DE LAS SUBESTACIONES

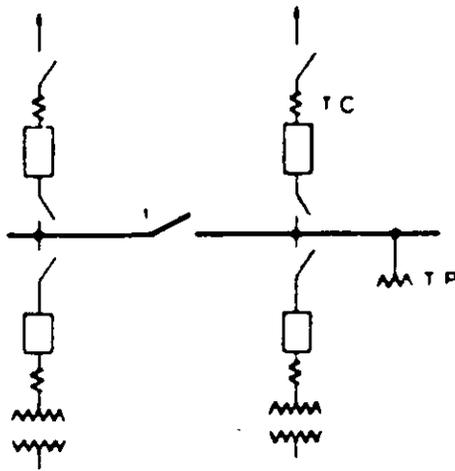
POR EL TIPO DE INSTALACION.

- INTEMPERIE.
- INTERIORES.
- BLINDADAS

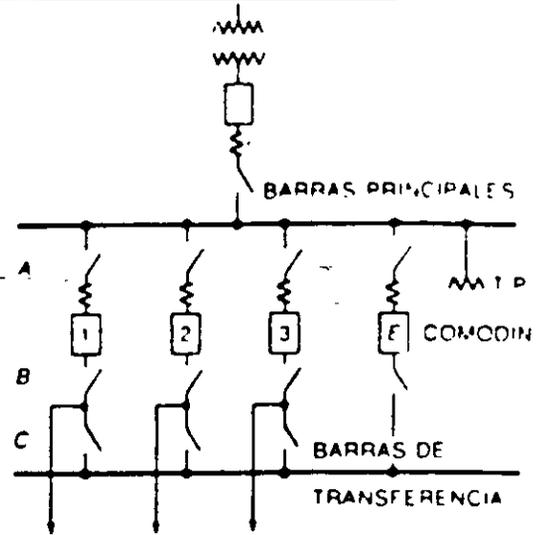
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

CLASIFICACION DE LAS SUBESTACIONES**POR SU FUNCION.**

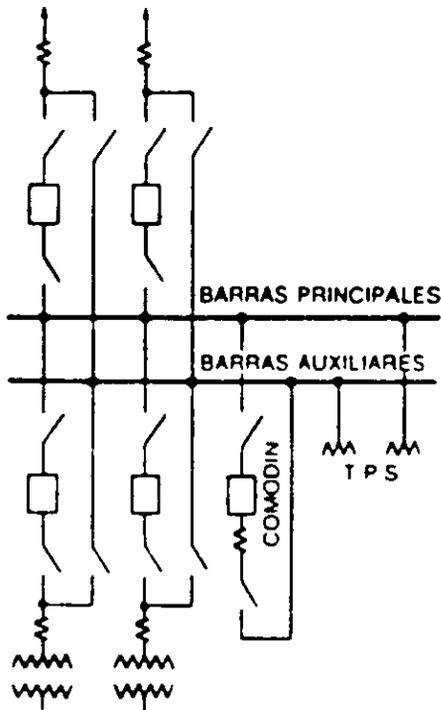
- SUBESTACIONES EN LAS PLANTAS GENERADORAS O CENTRALES ELECTRICAS
5-25 KV. GENERACION
69, 85, 115, 138, 230 ó 400 KV. TRANSMISION
- SUBESTACIONES RECEPTORAS PRIMARIAS
115, 69, 34.5, 13.2, 6.9 ó 4.16 KV
- SUBESTACIONES RECEPTORAS SECUNDARIAS
34.5 y 6.9 KV



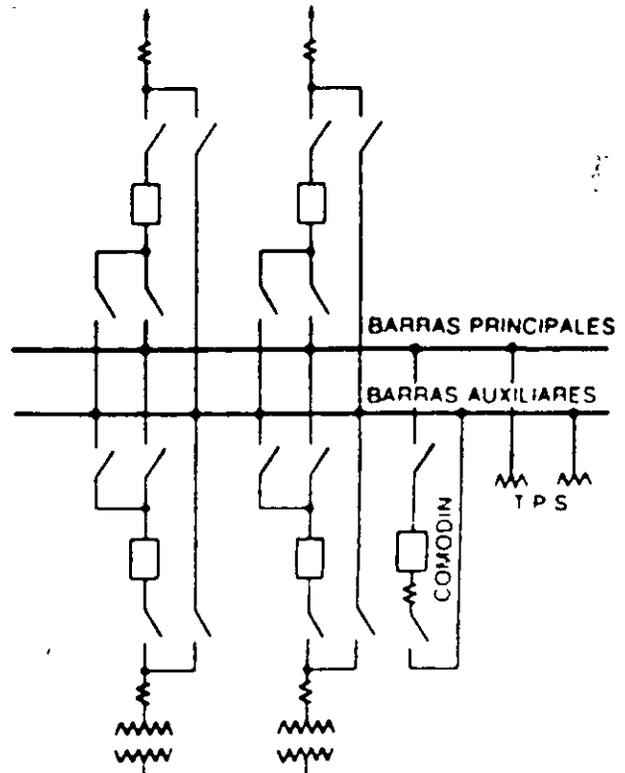
1 DIAGRAMA DE CONEXIONES CON UN SOLO JUEGO DE BARRAS COLECTORAS



1a UN JUEGO DE BARRAS PRINCIPALES Y UN JUEGO DE TRANSFERENCIA

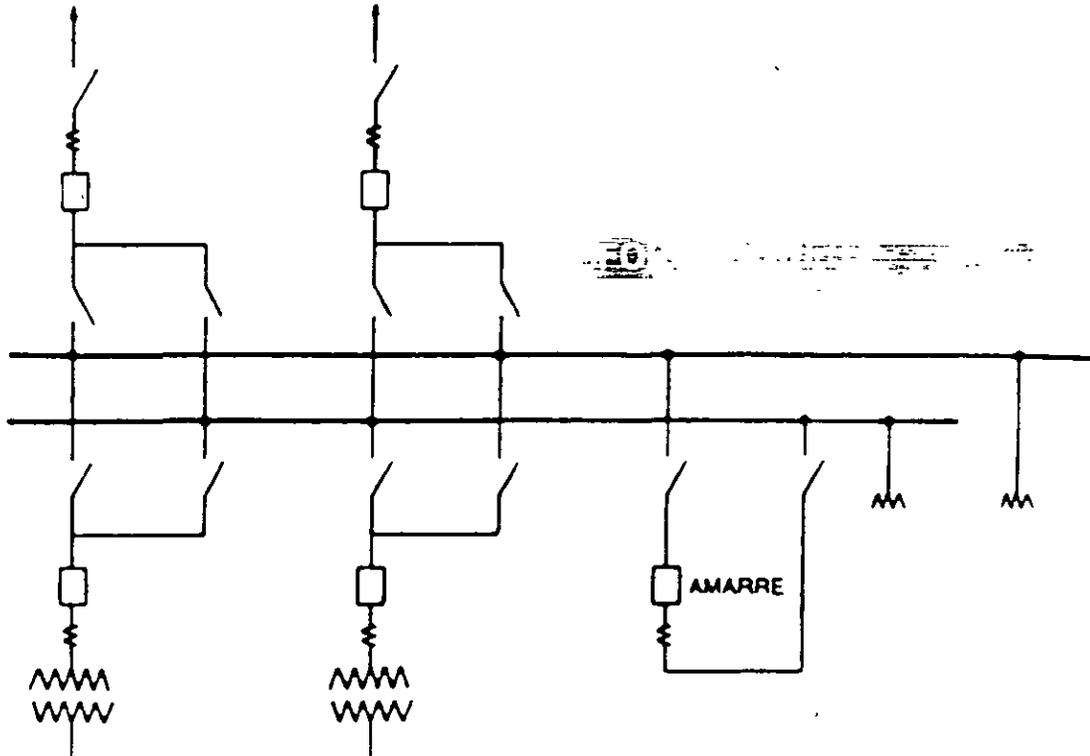


VARIANTE A

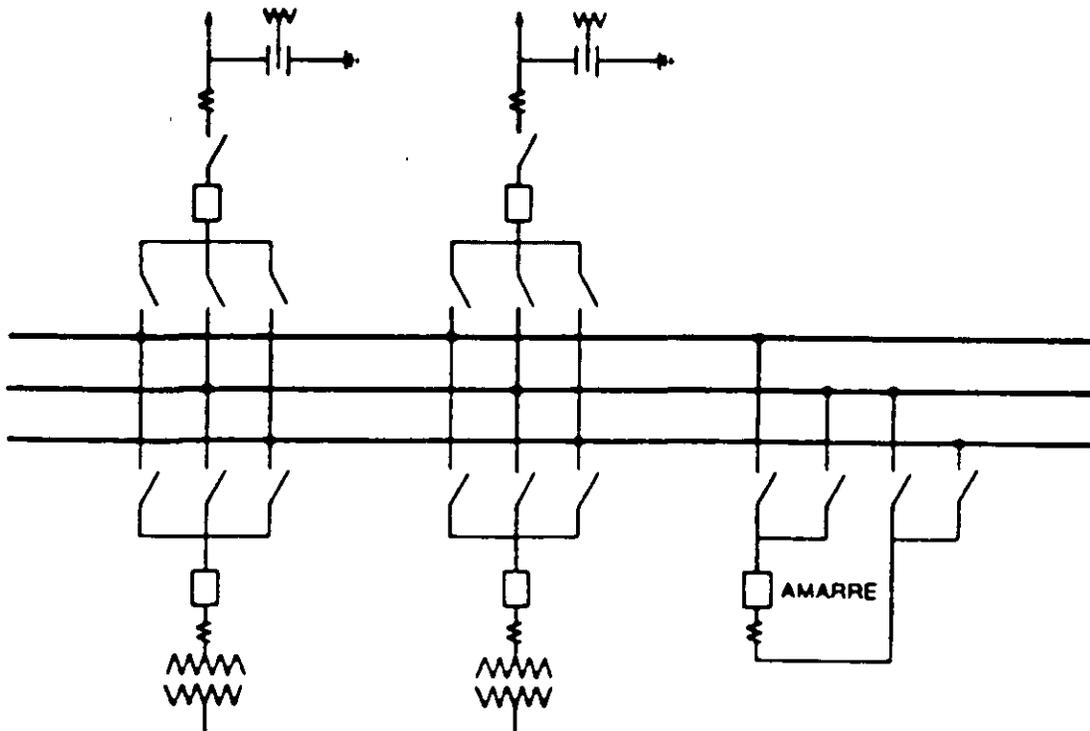


VARIANTE B

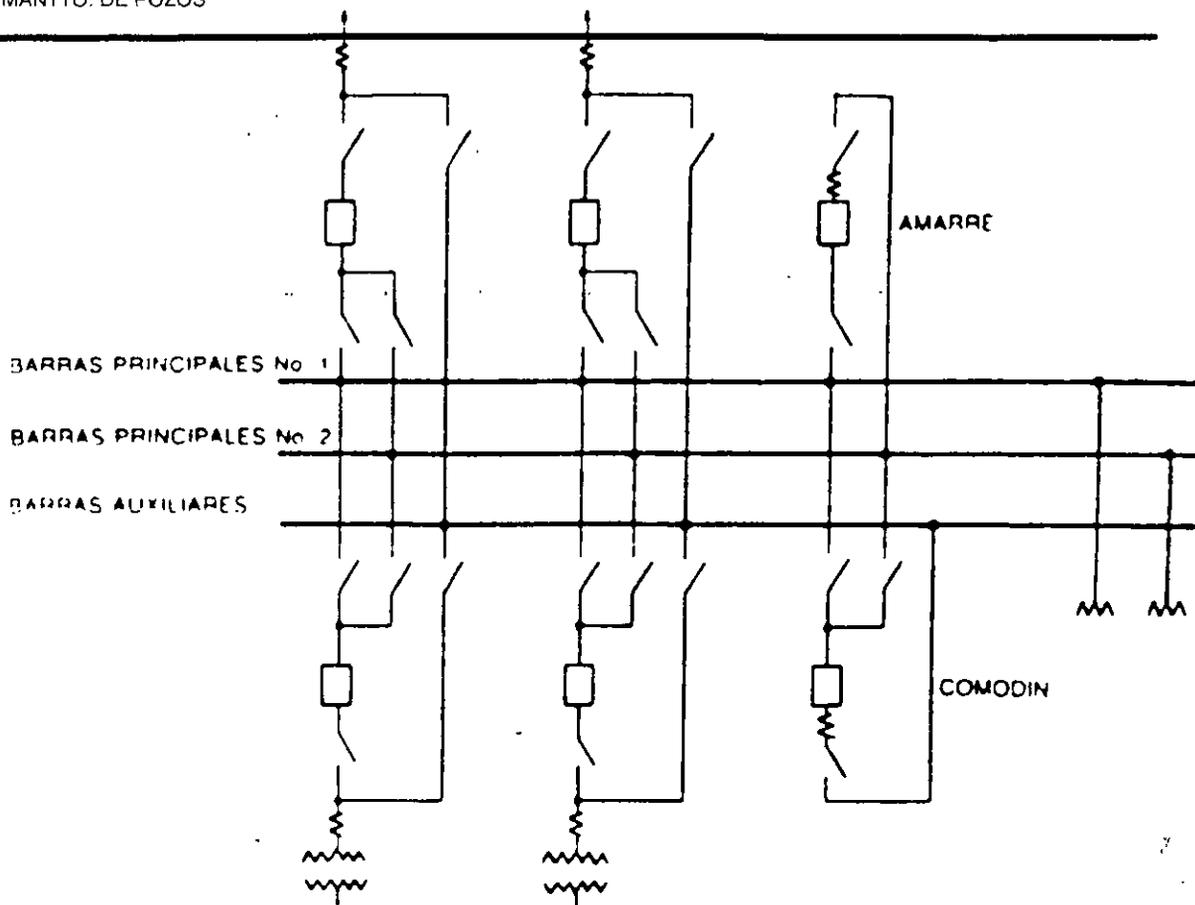
2 DIAGRAMA DE CONEXIONES CON UN JUEGO DE BARRAS COLECTORAS PRINCIPALES Y UN JUEGO DE BARRAS COLECTORAS AUXILIARES



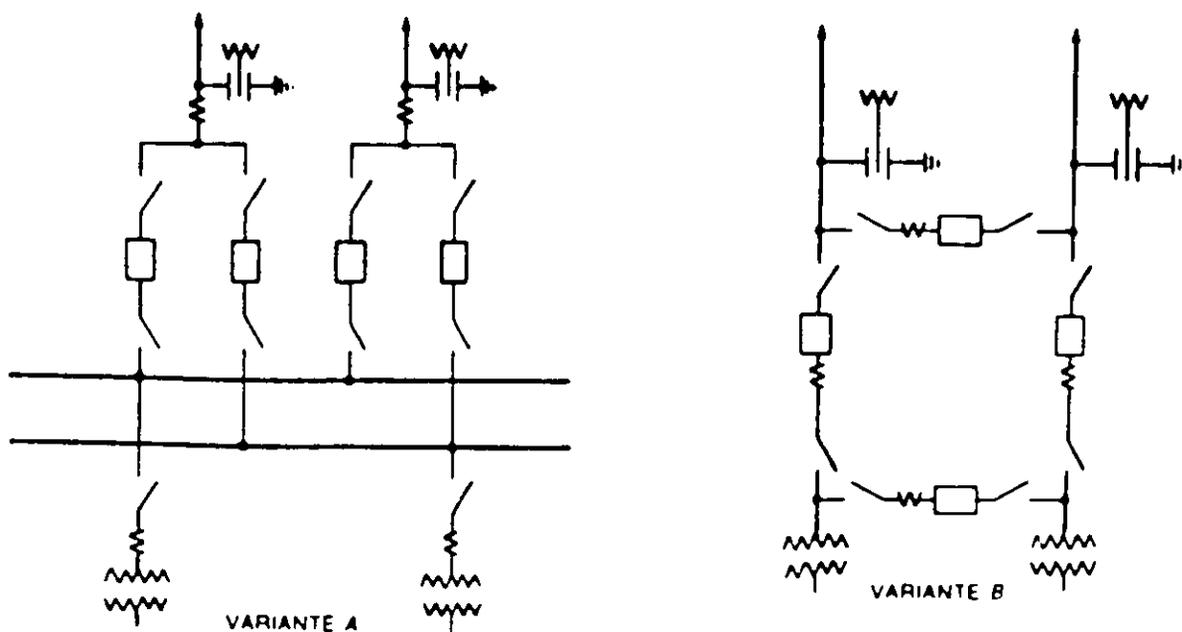
1 DIAGRAMA DE CONEXIONES CON DOBLE JUEGO DE BARRAS COLECTORAS O BARRA PARTIDA



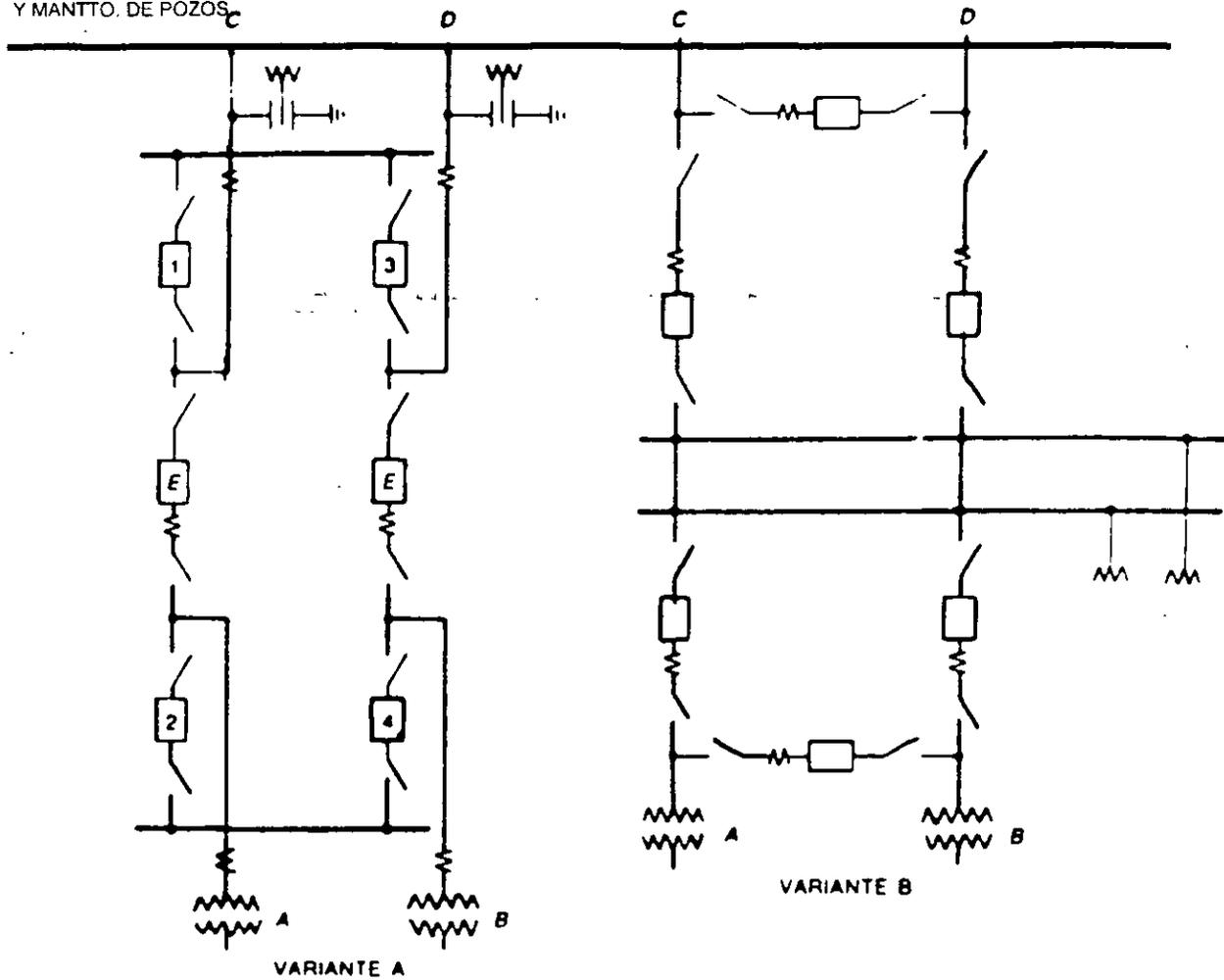
2 DIAGRAMA DE CONEXIONES CON TRIPLE JUEGO DE BARRAS COLECTORAS



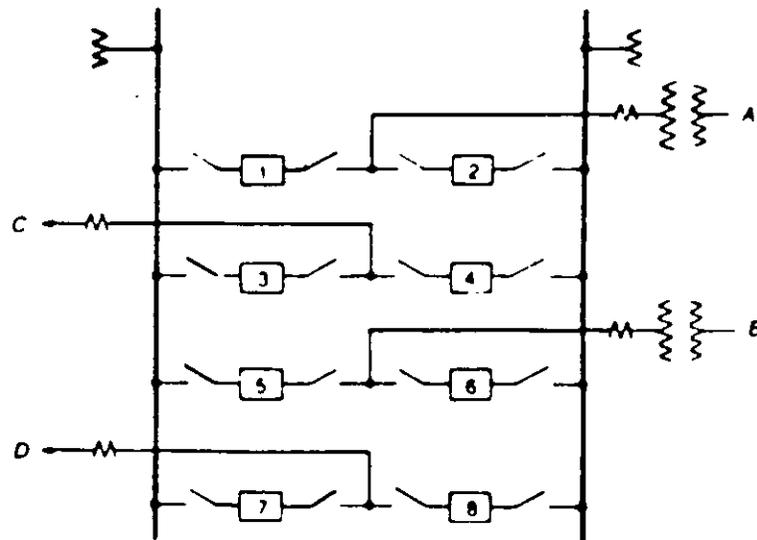
1 DIAGRAMA DE CONEXIONES CON DOBLE JUEGO DE BARRAS COLECTORAS PRINCIPALES Y UNO DE BARRAS COLECTORAS AUXILIARES



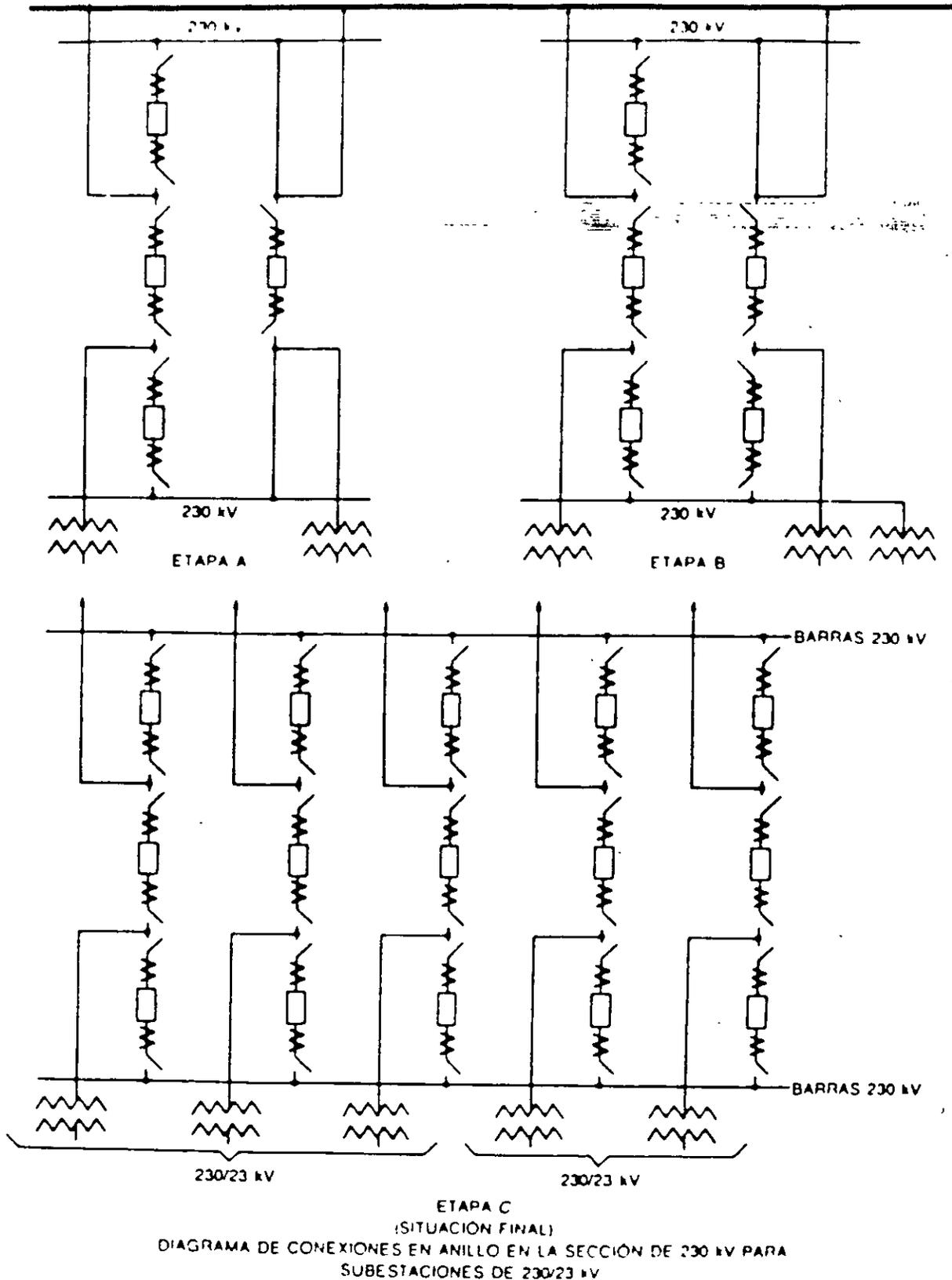
2 DIAGRAMA DE CONEXIONES CON ARREGLO EN ANILLO SENCILLO

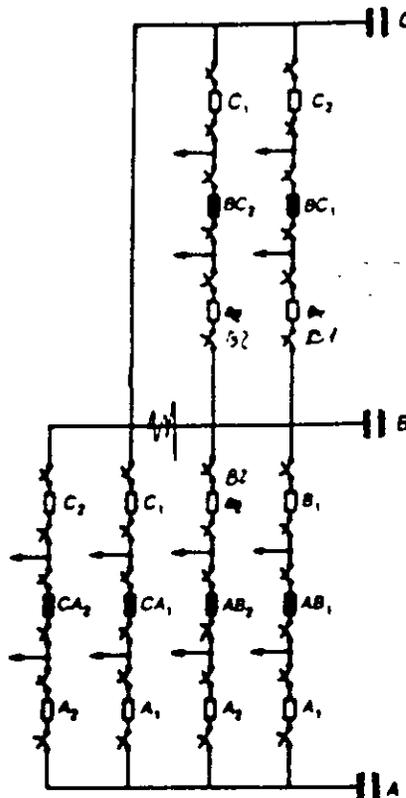


1 DIAGRAMA DE CONEXIONES CON ARREGLO DE INTERRUPTOR Y MEDIO



2 DIAGRAMA DE CONEXIONES CON ARREGLO DE DOBLE INTERRUPTOR





ESQUEMA DEL ARREGLO FISICO

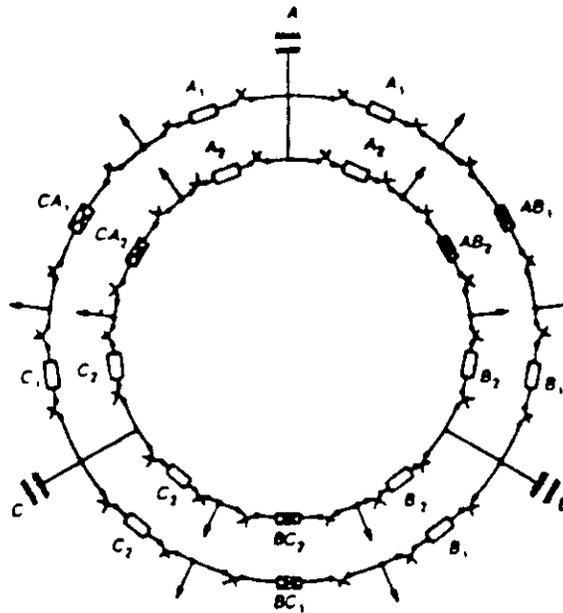


DIAGRAMA UNIFILAR

DIAGRAMA DE CONEXIONES CON ARREGLO DE DOBLE ANILLO CON TRES TRANSFORMADORES

- INTERRUPTORES ABIERTOS EN CONDICIONES NORMALES DE OPERACIÓN
- INTERRUPTORES CERRADOS EN CONDICIONES NORMALES DE OPERACIÓN

EQUIPO EN UNA SUBESTACION ELECTRICA

SUJETO AL MANTENIMIENTO.

- TRANSFORMADORES
- INTERRUPTORES
- CUCHILLAS DESCONECTADORAS
- APARTARRAYOS
- TABLEROS DE FUERZA. CONTROL Y MEDICION
- TRANSFORMADORES DE INSTRUMENTO
- BATERIAS Y CARGADORES
- CABLES DE POTENCIA Y CONTROL
- RED DE TIERRAS
- RELEVADORES DE PROTECCION
- INSTRUMENTOS DE MEDICION
- MOTORES O MAQUINAS ROTATORIAS
- OTROS (ALUMBRADO, CONTACTOS, ETC.)

DESARROLLO DE LOS REQUISITOS DEL CURSO

PRUEBAS A TRANSFORMADORES

- MEDICION DE LA RESISTENCIA DE AISLAMIENTO.
- MEDICION DE LA RELACION DE TRANSFORMACION
- MEDICION DE LA RESISTENCIA OHMICA DE LOS DEVANADOS.
- VERIFICACION DE LA POLARIDAD.
- SECADO DE EMBOBINADOS.
- PRUEBAS DIELECTRICAS AL ACEITE.
- MEDICION DEL FACTOR DE POTENCIA EN AISLAMIENTOS.

PRUEBAS A INTERRUPTORES

- PRUEBAS DE AISLAMIENTO A CIRCUITOS PRIMARIOS Y SECUNDARIOS.
- PRUEBA Y MEDICIÓN DE RESISTENCIA DE CONTACTOS PRIMARIOS.
- PRUEBA DEL MECANISMO DE OPERACION.
- PRUEBAS DIELECTRICAS DEL ACEITE AISLANTE.
- PRUEBAS Y MEDICION DEL FACTOR DE POTENCIA EN AISLAMIENTOS.
- PRUEBAS DE VOLTAJES MINIMOS DE OPERACION.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PRUEBAS A CUCHILLAS DESCONECTADORAS

- VERIFICAR LA OPERACION MANUAL
- PRUEBA DE MECANISMOS MOTORIZADOS
- PRUEBA DE RESISTENCIA DE CONTACTOS

**PRUEBAS A APARTARRAYOS**

- VERIFICAR CONEXIONES PRIMARIAS
- VERIFICAR CONEXION A TIERRA
- MEDICION DEL FACTOR DE POTENCIA
- MEDICION DE LA RESISTENCIA DE AISLA-
MIENTO

PRUEBAS A TABLEROS DE DISTRIBUCION

- VERIFICAR EL TABLERO COMPLETAMENTE
- CHECAR TODOS SUS BLOQUEOS (DIAGRAMAS)
- PRUEBA DE MEDICION DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO ABRIENDO LOS INTERRUPTORES O FUSIBLES DE CONTROL O INSTRUMENTACION Y PROBANDO TODAS LAS BARRAS.

PRUEBAS A TRANSFORMADORES DE INSTRUMENTO

- MEDICION DE LA RESISTENCIA DE AISLAMIENTO.
- MEDICION DE LA CONTINUIDAD DE LOS DEVANADOS.
- VERIFICAR LA POLARIDAD
- SECADO DE EMBOBINADOS
- MEDICION DE LA RELACION DE TRANSFORMACION.
- PRUEBA DIELECTRICA DEL ACEITE.
- PRUEBA DIELECTRICA DEL EMBOBINADO.
- MEDICION DEL FACTOR DE POTENCIA.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PRUEBAS A BATERIAS Y CARGADORES

- PRUEBAS AL ALUMBRADO DE EMERGENCIA.
- PRUEBAS DE AISLAMIENTO AL CARGADOR.
- PRUEBAS DE CONTROL A LOS CIRCUITOS DEL CARGADOR.
- PRUEBAS AL ELECTROLITO DE LAS BATERIAS.
- PRUEBAS AL DETECTOR DE TIERRAS.
- PRUEBAS DE OPERACION A LA PROTECCION DEL BANCO DE BATERIAS.
- PRUEBA DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO A LOS CIRCUITOS DE CORRIENTE DIRECTA.

PRUEBAS A CABLES DE POTENCIA Y CONTROL

- VERIFICAR LA PROTECCION DE LOS EXTREMOS LIBRES.
- MEDIR LA RESISTENCIA DE AISLAMIENTO ANTES DE CONECTARLOS.
- PRUEBA DE ALTA TENSION (HIGH-POT).
- FASEO Y VERIFICACION DE LA CONEXION.
- MEDICION DE LA RESISTENCIA DE AISLAMIENTO DESPUES DE LA CONEXION.
- MEDICION DEL FACTOR DE POTENCIA.

PRUEBAS A LA RED DE TIERRAS

- MEDICION DE LA RESISTENCIA A TIERRA.
- VERIFICACION DE CONEXIONES DEL EQUIPO A TIERRA.

PRUEBAS A RELEVADORES DE PROTECCION

- VERIFICAR EL MONTAJE DEL TABLERO DE CONTROL, PROTECCION Y MEDICION.
- VERIFICAR CONTINUIDAD EN APARATOS Y CIRCUITOS.
- VERIFICAR LA OPERACION DE LOS RELEVADORES.
- VERIFICAR LA CALIBRACION Y EL AJUSTE.

PRUEBAS A INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

- VERIFICAR LA CONTINUIDAD DE APARATOS Y CIRCUITOS.
- CALIBRACION Y AJUSTE.

MANTENIMIENTO DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

PRUEBAS A MOTORES O MAQUINAS ROTATORIAS:

- PRUEBA DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO DE ROTOR Y ESTATOR O ARMADURA Y CAMPO
- VERIFICAR LA CONTINUIDAD DE LOS EMBOBINADOS DE ARMADURA Y CAMPO.
- SECADO DE LOS EMBOBINADOS.
- PRUEBAS DIELECTRICAS A LOS EMBOBINADOS.
- VERIFICACION DE LAS CONEXIONES.
- VERIFICACION DE ROTACION
- MEDICION DE LA CORRIENTE DE ARRANQUE Y DE CARGA

MANTENIMIENTO DE SUBESTACIONES ELECTRICAS.

PRUEBAS A OTROS EQUIPOS

- ALUMBRADO
- CONTACTOS
- INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS
- FUSIBLES B T
- VERIFICACION DE CONTINUIDAD DE PARARRAYOS
- VERIFICACION DEL EQUIPO DE SEGURIDAD
- VERIFICACION DE OPERACION DEL SISTEMA DE VENTILACION APERTURA Y CIERRE DE PUERTAS. SISTEMAS CONTRA INCENDIO. RUTAS DE EVACUACION

MANTENIMIENTO DE SUBESTACIONES ELECTRICAS.



EXPLORACION Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTTO DE POZOS

**MANUAL DEL DIPLOMADO EN
ADMINISTRACIÓN DEL
MANTENIMIENTO**



00030

**MOTORES ELECTRICOS
GENERALIDADES Y MANTENIMIENTO**



4.6 motores

4.6.1 generalidades

Los motores electricos transforman energia eléctrica en energia mecánica y por lo tanto su aplicación esta definida por las características que imponen los requerimientos de la carga mecánica. Por esto el problema de aplicación de motores se basa principalmente en calculos mecanicos que utilizan las leyes fundamentales de esta ciencia. En los ejemplos que se desarrollan en este Capitulo, se ilustra esta tecnica, cuyos fundamentos podemos resumir en las siguientes formulas basicas de mecanica

1.- Energía Cinética:

$$\text{Rotación} = \frac{1}{2} I \omega^2$$

$$\text{Traslacion} = \frac{1}{2} Mv^2$$

2.- Trabajo:

$$\text{Rotación} = T \theta$$

$$\text{Traslacion} = Fd$$

3.- Potencia:

$$\text{Rotación} = T \omega$$

$$\text{Traslación} = Fv$$

4.- Par y Fuerza:

$$T = I \alpha$$

$$F = Ma$$

5.- Tiempo de Aceleración:

$$t = \frac{WK^2 (N_1 - N_2)}{308T} \text{ seg.}$$

donde,

I = momento de inercia.

ω = velocidad angular

M = masa.

T = par.

F = fuerza.

α = aceleracion angular

v = velocidad

a = aceleración

N = velocidad de rotación en rpm

t = tiempo en segundos.

4.6.2 motores de inducción jaula de ardilla

El motor jaula de ardilla lleva este nombre debido a su construcción del rotor, que hace recordar una jaula de ardilla, sin tener devanado de alambre

De acuerdo a los estandar de NEMA los motores de C.A. deberan llevar anotado en su placa de datos una letra de codigo como clave para mostrar los Kilovolt-amperes por HP que demanda el motor cuando el rotor está bloqueado

TABLA PARA LETRAS DE CODIGO DE ROTOR BLOQUEADO

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

**e.— PARO DEL MOTOR POR INVERSION DEL
PAR ELECTRICO (PLUGGING)**

Cuando un motor está operando en una dirección y momentáneamente se reconecta para invertir la dirección de rotación, el motor rápidamente cesa su marcha. Si un motor se opera así más de 5 veces por minuto, será necesario reclasificar el controlador, debido al calentamiento de los contactos.

El cambio de par puede hacerse si la máquina movida y su carga no se vieran dañadas por la inversión del par del motor.

**f.— CLASIFICACION DE MOTORES TIPO JAULA
DE ARDILLA**

La Asociación de Manufactureros Eléctricos "NEMA" clasifica los motores de inducción jaula de ardilla como sigue:

CLASE	PAR DE ARRANQUE	CTE EN EL ARRANQUE	DESPLAZAMIENTO A PLENA CARGA	NOTAS	APLICACION
A	Normal	Normal	Bajo < 5%	Pueden requerir arrancadores a voltaje reducido.	Maquinas herramientas, ventiladores, bombas, compresores y transportadores arrancados sin carga
B	Normal	Baja	Bajo < 5%	Motores para arranque directo sobre la línea	Igual que la Clase A con menor corriente de arranque
C	Alto 200% de p.c	Baja	Bajo < 5%	Motores para arranque directo sobre la línea	Bombas de embolo, transportadores arrancados con carga
D	Alto 275% de p.c	Baja	Alto 5.8 8.13%	Rotores de alta resistencia	Elevadores, prensas.
F	Bajo	Muy Baja	Bajo < 5%		Motores de alta velocidad para ventiladores

4-6-3 motores de inducción de rotor devanado

a.- CARACTERISTICAS

El motor de inducción de rotor devanado puede duplicar las características de cualquier tipo de motor de jaula de ardilla con excepción de los de la clase C. Las ventajas relativas de los dos tipos de rotor pueden enumerarse como sigue:

JAULA DE ARDILLA

VENTAJAS

1. Menor costo inicial
2. Construcción del rotor más simple
3. Requiere espacio más reducido
4. No produce chispas que puedan provocar incendio.
5. No necesita aparatos de control para el rotor

DESVENTAJAS

1. Toma alta corriente de arranque
2. El par de arranque en un motor dado está fijo
3. Para reducir la corriente de arranque se emplean aparatos costosos y que reducen mucho el par de arranque, como el autoarrancador
4. La velocidad está fija
5. Para arranques repetidos se requiere una clase especial

ROTOR DEVANADO

VENTAJAS

1. Pueden arrancar con carga tomando una corriente de arranque no mayor de la de plena carga
2. El control del estator es un desconectador simple.
3. Se puede operar a velocidad reducida teniendo como límite aquélla a la cual la regulación sea muy mala
4. Se puede disponer del par máximo en el arranque cuando se necesite
5. Puede arrancarse repetidamente con mucho menor calentamiento que el jaula de ardilla, debido a que las pérdidas en el rotor se disipan en parte en la resistencia de arranque exterior al rotor, sin elevar la temperatura en el interior del motor

DESVENTAJAS

1. Costo inicial más alto que el jaula de ardilla aunque el control es más barato que un autotransformador para éste

2. Necesidad de control en el rotor
3. Ocupa más espacio
4. Construcción más complicada del rotor, reparación más cara
5. Produce chispas en los colectores del rotor que pueden producir incendios

Cuando el arranque es con cargas bajas e infrecuente, y la carga opera a velocidad constante y no hay restricciones acerca de perturbaciones en la línea, el motor de inducción jaula de ardilla es el indicado. Cuando hay que arrancar cargas pesadas o demasiado frecuentes y las líneas de alimentación son afectadas por los disturbios, el motor de rotor devanado es preferible.

Una lista de aplicaciones del motor de inducción de rotor devanado es la siguiente:

VELOCIDAD CONSTANTE

Compresores
Molinos de harina
Transportadores de banda
Propulsión de navios
Locomotoras
Trituradoras de piedra
Maquinaria para papel, calendereadores
Rodillos principales en laminadoras

VELOCIDAD VARIABLE

Grúas
Elevadores
Motores-generadores con volante
Descargadores de carbon y mineral
Palas eléctricas

Y en general todas las que requieran pares de arranque altos con corrientes de arranque pequeñas. El motor de rotor devanado tiene la eficiencia de par más alto de los de inducción (el mayor par de arranque por unidad de corriente de arranque), pudiéndose obtener el par de plena carga en el arranque con la corriente normal como corriente de arranque. Esto representa una eficiencia de 100% mientras que el motor jaula de ardilla clase B tiene una eficiencia de 25%.

b.- APLICACIONES ESPECIALES

Además del uso normal como motor, los motores de rotor devanado pueden ser usados como cambiadores de frecuencia. Si se alimenta el estator a voltaje y frecuencia normales y se hace girar el rotor desde el exterior, se tiene en los anillos colectores una frecuencia y voltaje que dependen de la velocidad y sentido de rotación. Operando en estas condiciones se tiene lo que se llama un cambiador de frecuencia, el cual tiene bastante aplicación en la industria de trabajos en metal o madera y en general en donde se requieren generadores que no excedan 100 Kw.

La frecuencia que se obtiene es

$$\frac{\text{polos} \times \text{rpm}}{120} + \text{frecuencia normal}$$



EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTTO. DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO



00037

b. - CLASIFICACION DE CARGAS SEGUN SU EFECTO EN EL ARRANQUE DE MOTORES SINCROSOS

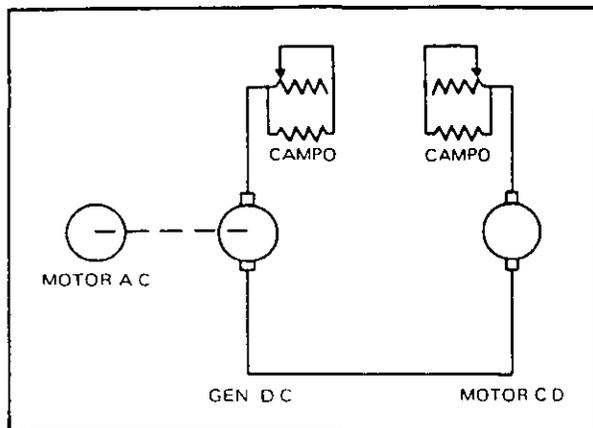
TIPO	WR ²	PAR		EJEMPLOS
		ESTATICO	MARCHA A P. CARGA	
1	alto	bajo	bajo	Sierras de banda - cortadores de madera
2	alto	bajo	alto	Carros centrífugas - Ventiladores grandes (r.p.m. altas, por ejemplo)
3	alto	bajo	alto	Molinos de harina - Molinos de papel
4	bajo	alto	alto	Molinos de hule - Batidores de papel - Molinos de tubo o bolas para cemento
5	bajo	bajo	bajo	Máquinas arrancadas sin carga como compresores de aire o Jordans en fabricas de papel
6	bajo	bajo	alto	Bombas centrífugas o ventiladores de velocidad alta o mediana

c. - CARACTERISTICAS DE MOTORES SINCROSOS

(EN % DE LOS VALORES DE PLENA CARGA)

MOTOR	No DE POLOS	PAR DE ARRANQUE	PAR DE SINCR	PAR DE SALIDA	CORRIENTE DE ARRANQUE
DE APLICACION GENERAL					
FP = 1.0	4	110	110	150	50-750
	6-14	110	110	175	550-750
FP = 0.8	4	125	125	200	500-700
	6-14	125	125	250	500-700
MOTORES GRANDES DE ALTA VELOCIDAD					
514 a 1200 rpm FP = 1.0	4-14	110	110	150	550-750
	4-14	85	85	150	550-750
250 a 500 HP 600 HP y mayores	4-14	110	110	200	500-700
	4-14	85	85	200	500-700
FP = 0.8	4-14	110	110	200	500-700
	4-14	85	85	200	500-700
MOTORES DE BAJA VELOCIDAD					
450 rpm y menores FP = 1.0	-	40	40	150	275-500
	-	40	40	200	225-400
FP = 0.8	-	40	40	200	225-400
Motores para compresores	-	40	30	140	275-500

conelec 291



Esta conexión posee el alto par de arranque del motor serie de C.D. Con el reóstato ajustado para $\frac{1}{10}$ de la velocidad máxima el par de arranque puede ser 5 ó 6 veces el de plena carga. El tamaño del reóstato es el factor que limita el tamaño en que el sistema serie pueda construirse económicamente (hasta 15 HP aproximadamente). El sistema serie se aplica a cargas que requieran alto par de arranque como transportadores y alimentación a máquinas herramientas. El sistema convencional (motor y generador shunt, excitación separada) se puede obtener en todos los tamaños y puede permitir una variación total de velocidad de 40 a 1, debido a que variando el voltaje se obtiene 10 1, y con el ajuste del campo 4 1. El sistema serie sólo permite variación total de 10 1, aunque en operaciones de pequeña duración puede alcanzarse una relación de 20 1.

b.— APLICACION A LA FABRICACION DE PAPEL

En las fábricas de papel se emplean varias unidades que hacen funciones distintas actuando sobre el mismo proceso continuo, lo cual exige coordinación. Una masa de fibra de celulosa obtenida de pulpa de madera, papel viejo o tejido de algodón de desecho y conteniendo una gran cantidad de agua (en la proporción de 99 partes de agua por 1 de celulosa) es alimentada a un tanque al principio de la máquina de papel. El producto fluye a través de una ranura y pasa a una malla fina en movimiento a través de la cual se pierde gran parte de la humedad.

La masa de fibra toma forma de una lámina delgada y pasa a través de una serie de rodillos, secándose y adquiriendo el espesor deseado con el acabado superficial necesario en el trayecto. El papel se vende bajo la base de peso mínimo por 3000 pies cuadrados, siendo necesario por consiguiente mantener el espesor de la lámina dentro de una tolerancia de 1%. Un reducido número de máquinas debe producir todos los grados de papel deseados, lo cual requiere ajustar la velocidad en proporción inversa al peso deseado. Por esta razón se requieren velocidades que guardan entre sí relaciones de 10 ó 12 a 1.

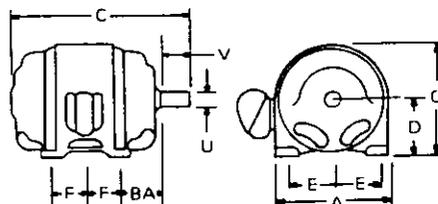
Las máquinas de papel son ejemplos típicos de cargas de par de fricción en las cuales la potencia requerida se disipa casi completamente como fricción. Un sistema giratorio a par constante es por consiguiente el adecuado para esta aplicación.

Las características necesarias son

1. Par constante
2. Velocidades de 12 1
3. Operación continua de cualquier velocidad.
4. Buena regulación de velocidad
5. Economía a cualquier velocidad

El sistema convencional "Ward Leonard" llena estos requisitos ampliamente, y es el comúnmente empleado en esta aplicación. Generalmente los rodillos son operados por poleas conicas y bandas de una flecha general movida a distintas velocidades. En muchos casos, sin embargo, algunos rodillos, principalmente en el extremo humedo del proceso, son operados por motores individuales llamados "ayudantes" que necesitan arrancar al mismo instante que el motor principal y desarrollar el par adecuado a la continuidad. En algunos casos, a muy baja velocidad la caída en la armadura en los motores ayudantes puede exceder el voltaje aplicado. En estos casos se necesitan pequeños generadores auxiliares para levantar el voltaje individual en cada caso.

4-6-7 dimensiones* normales NEMA para motores horizontales a prueba de goteo y totalmente cerrados



ARMAZON TIPO	A MAX.	C		D	E	F	O		BA	U	V MIN
		GOTEO	CERRADO				GOTEO	CERRADO			
56	6 1/2	10 4/16	12	3 1/2	2 1/16	1 1/2	6 7/8	7	2 3/4	5/8	1 7/8
143T	7	11 11/16	11 9/16	3 1/2	2 3/4	2	6 3/4	7 1/8	2 1/4	7/8	2
145T	7	12 11/16	11 9/16	3 1/2	2 3/4	2 1/2	6 3/4	7 1/8	2 1/4	7/8	2
182T	9	12 5/8	14 9/16	4 1/2	3 3/4	2 1/4	8 15/16	9 3/8	2 3/4	1 1/8	2 1/2
184T	9	13 5/8	15 9/16	4 1/2	3 3/4	2 3/4	8 15/16	9 3/8	2 3/4	1 1/8	2 1/2
213T	10 1/2	15 11/16	17 1/2	5 1/4	4 1/4	2 3/4	10 7/16	10 5/8	3 1/2	1 3/8	3 1/8
215T	10 1/2	17 3/16	19	5 1/4	4 1/4	3 1/2	10 7/16	10 5/8	3 1/2	1 3/8	3 1/8
214T	12 1/2	20 1/2	23 1/4	6 1/4	5	4 1/8	12 1/2	12 5/8	4 1/4	1 5/8	3 3/4
256T	12 1/2	22 1/4	26	6 1/4	5	5	12 1/2	12 5/8	4 1/4	1 5/8	3 3/4
284T	14	23 1/16	26 1/8	7	5 1/2	4 3/4	13 15/16	14 3/16	4 3/4	1 7/8	4 3/8
284TS	14	22 1/16	24 3/4	7	5 1/2	4 3/4	13 15/16	14 3/16	4 3/4	1 5/8	4
286T	14	24 15/16	27 5/8	7	5 1/2	5 1/2	13 15/16	14 3/16	4 3/4	1 7/8	4 3/8
286TS	14	23 9/16	26 1/4	7	5 1/2	5 1/2	13 15/16	14 3/16	4 3/4	1 5/8	3
324T	16	26	29 1/16	8	6 1/4	5 1/4	15 15/16	16 3/8	5 1/4	2 1/8	5
324TS	16	24 1/2	26 15/16	8	6 1/4	5 1/4	15 15/16	16 3/8	5 1/4	1 7/8	3 1/2
326T	16	27 1/2	30 15/16	8	6 1/4	6	15 15/16	16 3/8	5 1/4	2 1/8	5
326TS	16	26	29 7/16	8	6 1/4	6	15 15/16	16 3/8	5 1/4	1 7/8	3 1/2
364T	18	28 11/16	32 1/16	9	7	5 5/8	17 13/16	18 5/16	5 7/8	2 3/8	5 5/8
364TS	18	26 9/16	29 15/16	9	7	5 5/8	17 13/16	18 5/16	5 7/8	1 7/8	3 1/2
365T	18	29 11/16	32 1/16	9	7	6 1/8	17 13/16	18 5/16	5 7/8	2 3/8	5 5/8
365TS	18	27 9/16	30 15/16	9	7	6 1/8	17 13/16	18 5/16	5 7/8	1 7/8	3 1/2
404T	20	32 9/16	36 1/2	10	8	6 1/8	19 7/8	20 7/8	6 5/8	2 7/8	7
404TS	20	29 9/16	33 1/2	10	8	6 1/8	19 7/8	20 7/8	6 5/8	2 1/8	4
405T	20	34 1/16	38	10	8	6 1/8	19 7/8	20 7/8	6 5/8	2 7/8	7
405TS	20	31 1/16	35	10	8	6 1/8	19 7/8	20 7/8	6 5/8	2 1/8	4
444T	22	37 7/8	43 7/8	11	9	7 1/4	22 5/16	22 3/4	7 1/2	3 3/8	8 1/4
444TS	22	34 1/8	40 1/8	11	9	7 1/4	22 5/16	22 3/4	7 1/2	2 3/8	4 1/2
445T	22	39 7/8	45 7/8	11	9	8 1/4	22 5/16	22 3/4	7 1/2	3 3/8	8 1/4
445TS	22	33 1/8	42 1/8	11	9	8 1/4	22 5/16	22 3/4	7 1/2	2 3/8	4 1/2
1504	24 7/8	44 3/4	53 1/4	12 1/2	10	8	25 1/8	25 7/8	8 1/2	3 7/8	11 5/8
1504S	24 7/8	38 5/8	47 3/8	12 1/2	10	8	25 1/8	25 7/8	8 1/2	2 7/8	5 3/4
1505	24 7/8	46 3/8	-	12 1/2	10	9	25 1/8	-	8 1/2	3 7/8	11 5/8
1505S	24 7/8	40 5/8	-	12 1/2	10	9	25 1/8	-	8 1/2	2 7/8	5 3/4
1507	24 7/8	50 1/2	-	12 1/2	10	11	25 1/8	-	8 5/8	3 7/8	11 5/8
1507S	24 7/8	44 5/8	-	12 1/2	10	11	25 1/8	-	8 5/8	2 7/8	5 3/4
1587	28 1/4	59 3/8	-	14 1/2	11 1/2	12 1/2	29	-	10	4 7/8	14 5/8
1587S	28 1/4	51 1/2	-	14 1/2	11 1/2	12 1/2	29	-	10	3 3/8	6 3/4
1589	28 3/4	66 3/4	-	14 1/2	11 1/2	16	29	-	10	4 3/8	14 5/8
1589S	28 3/4	58 1/2	-	14 1/2	11 1/2	16	29	-	10	3 3/8	6 3/4
1689	33 3/4	78	-	17	13 1/2	20	34	-	11 1/2	5 1/8	15 3/8
1689S	33 3/4	70 3/8	-	17	13 1/2	20	34	-	11 1/2	3 7/8	7 3/4

*Dimensiones en pulgadas.



4.6.9 letras clave de identificación en motores de corriente alterna

LETRA CLAVE NEMA	KVA DE ARRANQUE POR CABALLO DE FUERZA	PROTECCION DE CIRCUITO DE DERIVACION EN PORCENTAJE DE CORRIENTE DE MOTOR PLENA CARGA			
		ARRANQUE A VOLTAJE PLENO		ARRANQUE DE AUTOTRANSFORMADOR.	
		CAPACIDAD MAXIMA DEL FUSIBLE	AJUSTE MAX. DEL INTERRUP.*	CAPACIDAD MAXIMA	AJUSTE MAX. DEL INTERRUP.**
A	0 00- 3 14	150	150	150	150
B	3 15- 3 54	250	200	200	200
C	3 55- 3 99	250	200	200	200
D	4 00- 4 49	250	200	200	200
E	4 50- 4 99	250	200	200	200
F	5 00- 5 59	300	250	250	200
G	5 60- 6 29	300	250	250	200
H	6 30- 7 09	300	250	250	200
J	7 10- 7 99	300	250	250	200
K	8 00- 8 99	300	250	250	200
L	9 00- 9 99	300	250	250	200
M	10 00- 11 19	300	250	250	200
N	11 20- 12 49	300	250	250	200
P	12 50- 13 99	300	250	250	200
R	14 00- 15 99	300	250	250	200
S	16 00- 17 99	300	250	250	200
T	18 00- 19 99	300	250	250	200
U	20 00- 22.39	300	250	250	200
V	22 40- y mas	300	250	250	200
Motor rotor embobinado	*	150	150		

*No tiene letra clave
**Tipo límite de tiempo

$$\text{Arranque Kva por h.p} = \frac{\text{watts x amp rotor cerrado}}{\text{h p.}} \times \begin{cases} 1 & \text{para monofásico} \\ 2 & \text{para bifásico} \\ 1.732 & \text{para trifásico} \end{cases}$$

LETRAS CLAVE APLICADAS A LA CLASIFICACION DE MOTORES QUE NORMALMENTE ARRANCAN CON VOLTAJE PLENO

LETRAS CLAVE		F	G	H	J	K	L
h p	Trifásico	15 y mas	10 7½	5	3	2.1½	1
	Monofásico	-	5	3	2 1½	1 ¼	½



EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTTO. DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN
ADMINISTRACIÓN DEL
MANTENIMIENTO



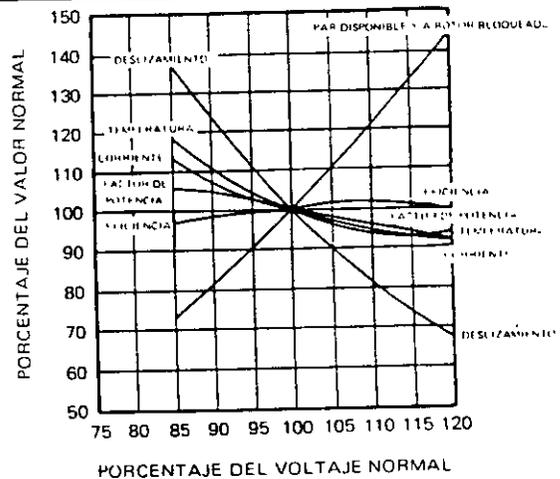
00045

4.6.11 efecto de las variaciones de voltaje y frecuencia en los motores eléctricos de inducción

CARACTERÍSTICA QUE VARIA		PAR DE ARRANQUE Y EN MARCHA	VELOCIDAD SINCRÓNICA	% DE DESLIZAMIENTO	VELOCIDAD A PLENA CARGA	EFICIENCIA A PLENA CARGA	FACTOR DE POTENCIA A PLENA CARGA	CORRIENTE DE PLENA CARGA	CORRIENTE CON ROTOR FRENADO	ELEVACION DE TEMPERATURA A PLENA CARGA	CAPACIDAD MÁXIMA DE SOBRECARGA	RUIDO MAGNÉTICO EN VACÍO
Voltaje	120%	Aumenta 44%	No Varía	Disminuye 30%	Aumenta 15%	Aumenta ligeramente	Disminuye 5 a 15 puntos	Disminuye 11%	Aumenta 25%	Disminuye 5 a 6°C	Aumenta 44%	Notable aumento
	110%	Aumenta 21%	No Varía	Disminuye 17%	Aumenta 1%	Aumenta ½ a 1 punto	Disminuye 3 puntos	Disminuye 7%	Aumenta 10 a 12%	Disminuye 3 a 4°C	Aumenta 21%	Aumenta ligeramente
	90%	Disminuye 19%	No Varía	Aumenta 23%	Disminuye 1½ %	Disminuye 2 puntos	Aumenta 1 punto	Aumenta 11%	Disminuye 10 a 12%	Aumenta 6 a 7°C	Disminuye 19%	Disminuye ligeramente
Frecuencia	105%	Disminuye 10%	Aumenta 5%	Prácticamente no varía	Aumenta 5%	Aumenta ligeramente	Aumenta ligeramente	Disminuye ligeramente	Disminuye 5 a 6%	Disminuye ligeramente	Disminuye ligeramente	Disminuye ligeramente
	95%	Aumenta 11%	Disminuye 5%	Prácticamente no varía	Disminuye 5%	Disminuye ligeramente	Disminuye ligeramente	Aumenta ligeramente	Aumenta ligeramente 5 a 6%	Aumenta ligeramente	Aumenta ligeramente	Aumenta ligeramente

Los motores estándar soportan correctamente su carga normal cuando la tensión es 10% mayor o menor que la especificada, y cuando la frecuencia es 5% mayor o menor que la especificada.

4.6-13 gráfica de efectos generales de las variaciones de tensión en los motores de inducción



4.6-14 par a rotor bloqueado, corriente y KVA/HP para motores trifásicos, tipo jaula de ardilla

HP NOMINALES	PAR A ROTOR BLOQUEADO (1% DE PARA PLENA CARGA) DISEÑOS NEMA A Y B				CORRIENTE A ROTOR BLOQUEADO 230 V; 60 CPS	KVA/HP A ROTOR BLOQUEADO 60 CPS	$\frac{\text{KVA/HP A ROTOR BLOQUEADO}}{1000 \times \text{HP}} = \frac{\text{VOLTS} \times \text{AMPS A ROTOR BLOQUEADO}}{1000 \times \text{HP}}$
	3600 RPM	1800 RPM	1200 RPM	900 RPM			
1/2	-	-	-	140	15	11.9	1 para 1 fase 2 para 2 fases 1.732 para 3 fases
3/4	-	-	175	135	22.5	11.9	
1	-	275	170	135	30	11.9	
1 1/4	175	250	165	130	40	10.6	
2	170	235	160	130	50	9.9	
3	160	215	155	130	64	8.6	
5	150	185	150	130	92	7.3	
7 1/2	140	175	150	125	127	6.7	
10	135	165	150	125	162	6.5	
15	130	160	140	125	232	6.2	
20	130	150	135	125	290	5.8	
25	130	150	135	125	365	5.8	
30	130	150	135	125	435	5.8	
40	125	140	135	125	580	5.8	
50	120	140	135	125	725	5.8	
60	120	140	135	125	870	5.8	
75	105	140	135	125	1085	5.8	
100	105	125	125	125	1400	5.8	
125	100	110	125	120	1825	5.8	
150	100	110	120	120	2000	5.8	
200	100	100	120	120	2900	5.8	
DISEÑO C							
3	-	250	225				
5	250	250	225				
7 1/2	250	225	200				
10	250	225	200				
15	225	200	200				
20 to 200	200	200	200				

**c.- SOBRECARGAS**

Un motor como máquina siempre llevará cualquier carga, aún si ésta es excesiva. Excluyendo la corriente de arranque o la de rotor bloqueado, un motor demanda una corriente cuando está en operación, y que es proporcional a la carga, la cual va desde la corriente sin carga, hasta la corriente a plena carga cuyo valor se encuentra estampado en la placa del motor. Cuando la carga excede el par normal del motor este demanda una corriente más elevada que la corriente a plena carga y esta condición se considera como una sobrecarga. La sobrecarga máxima existe bajo las condiciones del Rotor Bloqueado, en las cuales la carga es tan excesiva que el motor se para o no se puede arrancar y como consecuencia, demanda la corriente de rotor bloqueado.

Las sobrecargas pueden ser eléctricas o mecánicas en su origen. Trabajar un motor polifásico con una fase o línea con bajo voltaje, puede ser ejemplo de sobrecargas eléctricas.

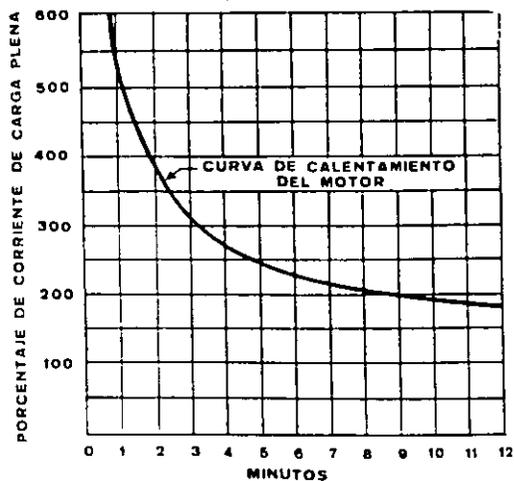
d.- PROTECCION DE SOBRECARGAS

El efecto de una sobrecarga es una elevación de temperatura en el devanado del motor. Mientras mayor sea la sobrecarga, más rápidamente se incrementará la temperatura a un punto tal que daña los aislantes y la lubricación del motor. Una relación inversa, por lo tanto, existe entre corriente y tiempo. Mientras mayor sea la corriente, más corto será el tiempo en el que el motor se dañe, o se queme.

Todas las sobrecargas acortan la vida del motor por deterioro del material aislante. Relativamente, las pequeñas sobrecargas de corta duración causan daño en pequeño grado, pero si se sostienen, harían tanto daño como las sobrecargas de magnitud más grande. La relación entre sobrecarga y tiempo se ilustra según la curva de calentamiento del motor.

**APLICACIONES DE LOS DATOS DE CURVA DE
CALENTAMIENTO DEL MOTOR.**

En 300% de sobrecarga, el motor en particular para el cual corresponde esta curva característica podría llegar a su temperatura permisible límite, en 3 minutos. El sobrecalentamiento o daño en el motor ocurriría si la sobrecarga persistiera más allá de este tiempo.





k.- ARRANCADOR MAGNETICO

Un alto porcentaje de aplicaciones requieren que el controlador tenga la suficiente capacidad de operación desde localizaciones apartadas, o que tenga una operación automática en respuesta a señales que le llegue de algún dispositivo piloto, tales como termostatos, interruptores de flotador o de presión, interruptores de límite, etc. Pudiera tal vez ser requerido también liberación de bajo voltaje o de protección. Los arrancadores manuales no pueden proporcionar este tipo de control y consecuentemente se usan los arrancadores magnéticos

El principio de operación que distingue un arrancador magnético de uno manual, es el uso de un electroimán. El electroimán consiste de una bobina de alambre devanada en un núcleo de hierro

Cuando la corriente se envía a través de la bobina, se produce un fuerte campo magnético que atrae la barra de hierro, llamada armadura.

Con el control manual, el arrancador debe ser montado de tal manera que sea accesible al operador. En el caso del control magnético las estaciones con botones u otros dispositivos piloto, pueden montarse en cualquier lugar de la máquina y conectadas por medio de un alambre que sirve como control, al circuito de la bobina del arrancador instalado a distancia

4-7-2 control de motores en jaula de ardilla

a.- ARRANQUE DIRECTO

El control más económico y más empleado para los motores de inducción jaula de ardilla es el arranque directo sobre la línea. Este tipo de control tiene como inconveniente la aplicación súbita de un par mayor que el de plena carga que puede dañar la flecha y la variación de voltaje en la línea del motor debido a la caída producida por la alta corriente de arranque del mismo. Estas depresiones ocasionan parpadeo de las lámparas y pueden hacer que otros motores se paren. Por estas razones las Compañías de Luz objetan el uso de arrancadores de línea con motores de tamaños medianos, mientras que en las fábricas que poseen sus propias plantas o subestaciones es el método comúnmente empleado

b.- ARRANQUE A TENSION REDUCIDA

Cuando las perturbaciones en la línea deben evitarse (conexión sobre línea de la Cia. de Luz) o la aplicación súbita de un par de arranque grande sea perjudicial (motores engranados, etc.), el motor debe arrancarse a voltaje reducido para reducir par y corriente de arranque. La corriente podrá reducirse lo más que permita la reducción en par, siendo el valor mínimo de éste el que determina el voltaje que debe aplicarse.

Hay varias maneras de reducir el par en el arranque de un motor. Las principales son

- 1.- Por caída en una resistencia variable en serie con el motor
- 2 - Por caída en una reactancia variable en serie con el motor.
- 3 - Mediante un autotransformador
- 4 - Conectando el motor en estrella en el arranque y cambiándolo a delta en la marcha

El arrancador seleccionado deberá satisfacer las condiciones siguientes:

- 1 - Producir mínima perturbación en el sistema
- 2 - Proporcionar el par de arranque necesario
- 3 - Ajustar automáticamente corriente y voltaje con la velocidad del motor
- 4 - Tener bajo costo
- 5 - Permitir selección del par de arranque
- 6.- Consumir poca energía.
- 7 - Requerir poco mantenimiento.

A continuación tabulamos los 4 métodos y las 7 condiciones, marcando con una x las que cumple cada uno:

METODO	CONDICION						
	1	2	3	4	5	6	7
Resistencia	x	x	x	-	x	-	-
Rreactancia	x	x	x	-	x	x	x
Autotransformador	x	x	-	x	x	x	-
Estrella-Delta	x	-	-	-	-	x	-



00055

El cuadro anterior muestra por qué el método de autotransformador es el normalmente usado. El método de resistencia requiere una grande capaz de disipar las pérdidas. El reactor suele ser voluminoso y debe ser adecuado a cada clase de motor. Suele emplearse en los motores de más de 200 HP.

4.7.3 tabla de métodos de arranque para motores de C.A.

MOTOR		ARRANCADOR	METODO	OPERACION	CLASE	OBSERVACION		
TIPO	FASES							
Inducción Jaula de Ardilla	Monofasico	A Tension Plena		Manual	2510	Baja Tension		
				Magnetico	8536			
	Trifasico	A Tension Plena			Manual	2510	Baja Tension	
					Magnético	8536		
					Comb con Int. de Fusibles	Magnetico		8538
					Comb con Int. Termomag			8539
					Reversible			8736
						Magnetico		8198
		A Tension Reducida	Por Resistencia Primaria			Magnetico	8547	Baja Tension
						Manual	2605	
						Magnetico	8606	
						Magnetico	8924	
					8198	A T en Aire		
Estrella Delta	CAMBIO DE CONEXIONES DE LOS DEVANADOS DEL MOTOR			Magnetico	8630	Baja Tension		
					8640			
					8810			
2 - Velocidades								
Rotor Devanado	Trifasico	Control Secundario	Por Resistencia Secundaria	Magnético	8650	Baja Tension		
Sincrono	Trifasico	A Tension Plena			Magnetico	8198	A T. en Aire	
						8820	Baja Tension	
	A Tension Reducida	Por Resistencia Primaria				8821		
						Por Autotransformador		8822

En infinidad de industrias se encuentra en su mayoría el uso de motores en corriente alterna. Para la completa protección de éstos el Código Nacional Eléctrico recomienda el siguiente diagrama:



EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTTO. DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN
ADMINISTRACIÓN DEL
MANTENIMIENTO



a.- TABLA DE SELECCION DE ARRANCADORES
MAGNETICOS A TENSION COMPLETA

CLASE 8536										
600 VOLTS. MAX. C.A.										
NUM. DE POLOS	TAMAÑO	CAPACIDADES			CAJA PARA USOS GENERALES NEMA-1	(TAM. 0-5) A PRUEBA DE AGUA LAM. INOXIDABLE NEMA-4	A PRUEBA DE POLVO NEMA-12 [▲]	A PRUEBA DE EXPLOSION		SIN CAJA TIPO ABIERTO
		VOLTS	MAX. HP.					CAJA NEMA-9	BLINDAJE TUBULAR NEMA-7-9	
			3 F.	1 F.						
2 POLOS	0	120 220	-	1 2	BG-1	BW-11	BA-1	SBE-1	SBR-1	BO-1
	1	120 220	-	2 3	CG-1	CW-11	CA-1	SCE-1	SCR-1	CO-1
	IP	120 220	-	3 5	CG-2	CW-12	CA-2	SCF-2	SCR-2	CO-2
3 POLOS	0	110 208-220 440-550	2 3 5	1 2 -	BG-2	BW-12	BA-2	SBE-2	SBR-2	BO-2
	1	110 208-220 440-550	3 7½ 10	2 3 -	CG-3	CW-13	CA-3	SCE-3	SCR-3	CO-3
	2	110 208-220 440-550	7½ 15 25	3 7½ -	DG-1	DW-11	DA-1	SDE-1	SDR-1	DO-1
	3	110 208-220 440-550	15 30 50	7½ 15 -	EG-1	EW-11	EA-1	SEE-1	SER-3	EO-1
	4	208-220 440-550	50 100	-	FG-1	FW-11	FA-1	SFE-1	SFR-1	FO-1
	5	208-220 440-550	100 200	-	GG-1	GW-11	GA-1	SGE-1	SGR-1	GO-1
	6	208-220 440-550	200 400	-	SHG-2	SHW-2	SHA-2			SHO-2
	7	208-220 440-550	300 600	-	JG-1	JW-1	JA-1			JO-1
	8	208-220 440-550	450 900	-	KG-1	KW-1	KA-1			KO-1

▲ Adecuado tambien para aplicaciones NEMA 3 y 3R

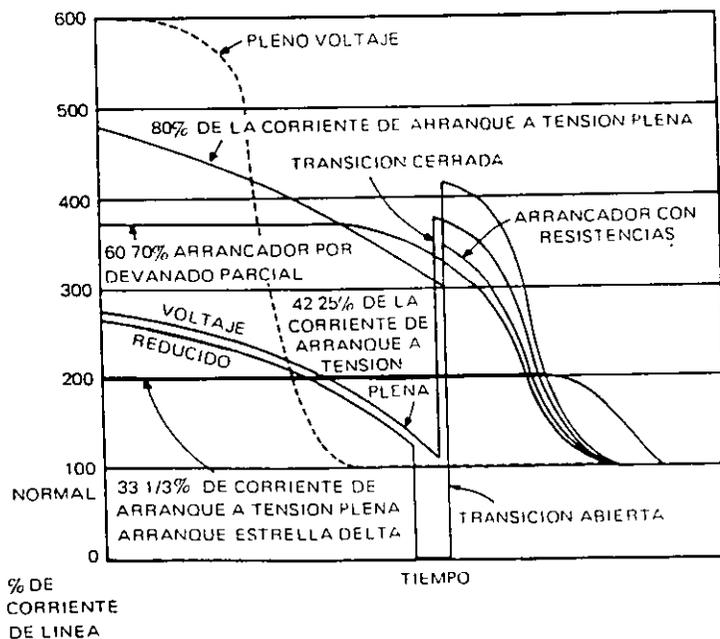
Los tipos indicados en esta tabla llevan protección por medio de elementos térmicos de atracción fusible

Cortés de Square D de México, S.A.

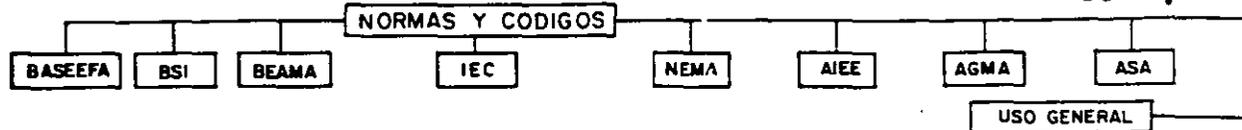
00057

a.— CARACTERISTICAS DE ARRANQUE

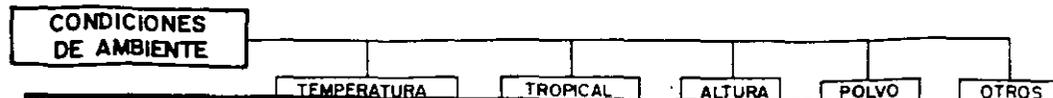
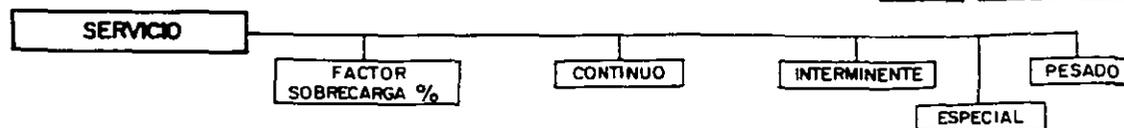
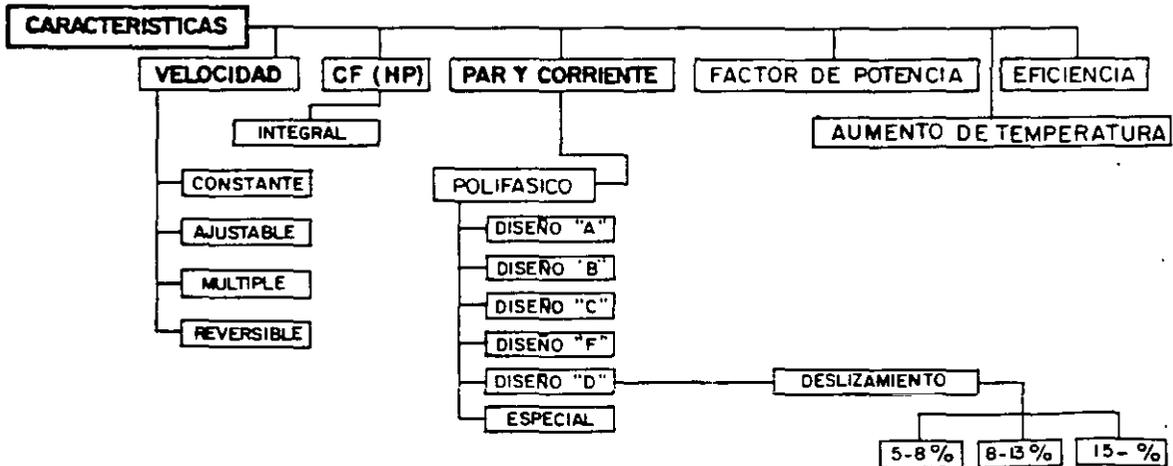
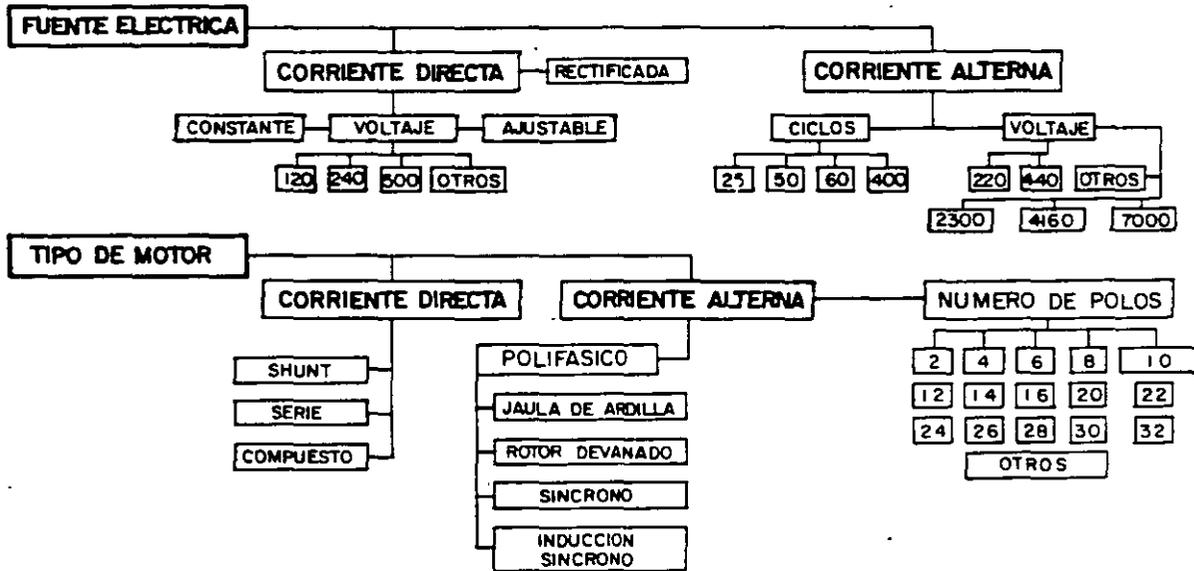
	DEVANADO PARCIAL	ESTRELLA DELTA	CON RESISTENCIA	CON AUTO TRANS	CON REACTOR
TRANSICION ABIERTA O CERRADA	CERRADA	ABIERTA CERRADA	CERRADA	ABIERTA CERRADA	CERRADA
% DE CORRIENTE DE LINEA A TENSION PLENA	60-70	33	65	42	65
% DE PAR DE ARRANQUE A TENSION PLENA	40 CON CAIDAS	33	42	42	42
% DE EFICIENCIA DEL PAR	60	100	65	100	65
AJUSTE DEL PAR O CORRIENTE DE ARRANQUE	NO	NO	SI	SI	SI
Nº DE PUNTAS REQUERIDAS EN EL MOTOR	6	6	3	3	3
TIPO DEL MOTOR	220 ESTD 440 ESP	ESP	ESTD.	ESTD	ESTD

b.— COMPARACION DE LA CORRIENTE DE ARRANQUE


FACTORES EN LA SELECCION DE MOTORE

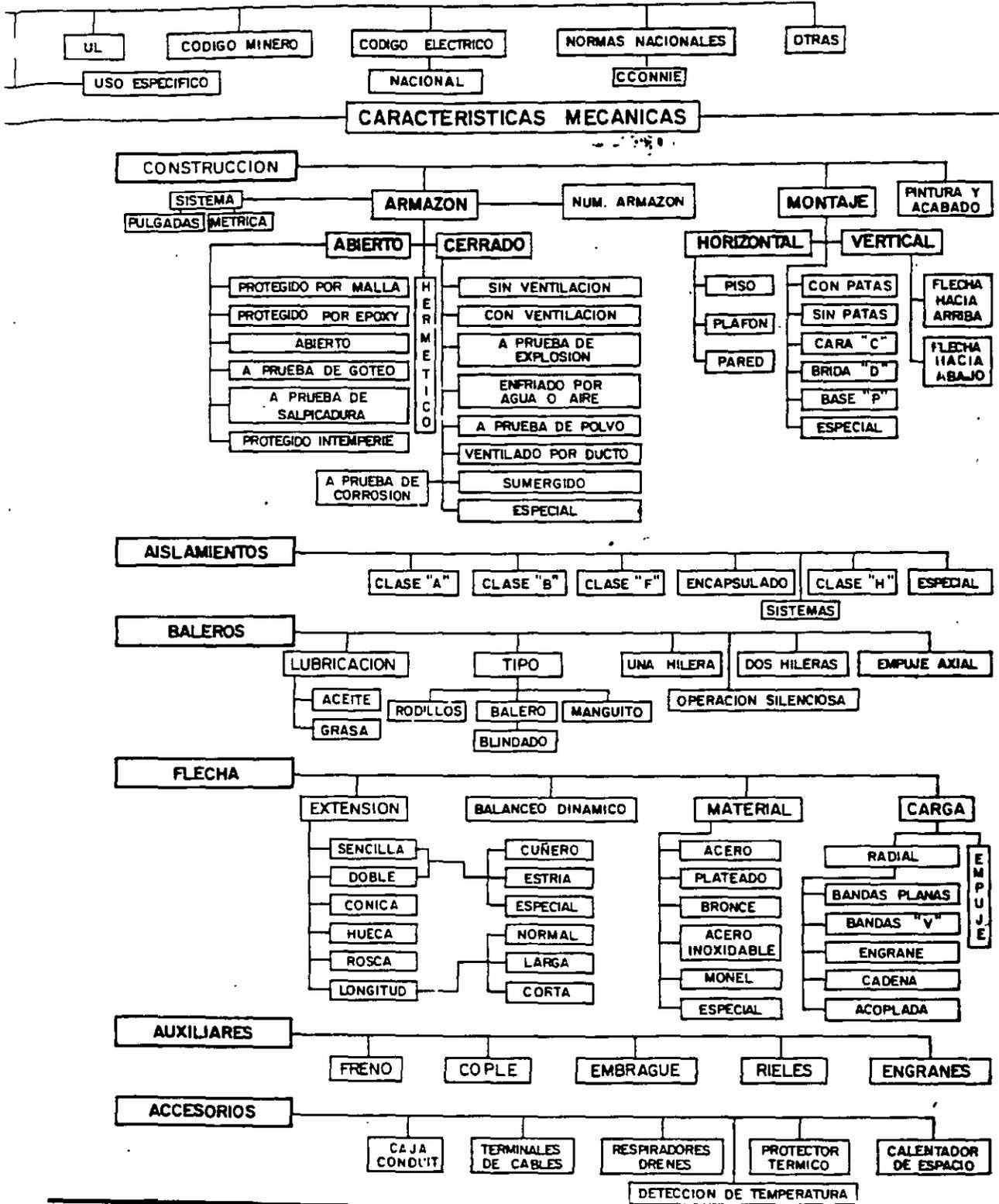


CARACTERISTICAS ELECTRICAS



3 TRIFASICOS Y DE CORRIENTE DIRECTA

00062



**SECCION 7
INSTALACION Y
MANTENIMIENTO DE
MOTORES ELECTRICOS**

Es normal que previo a la instalación del equipo se efectúe un estudio y revisión del mismo. Los motores eléctricos no son la excepción, si bien ha de reconocerse que las reglas a seguir son bastante simples y muy importantes, ya que de llevarse a efecto, se obtendrá una prolongada, correcta y económica operación.

7.1. RECEPCION.

Desempaque el motor con cuidado y asegúrese que no sufrió daño alguno durante su empaque y transporte, cerciorándose de que la flecha se mueve libremente, haciéndola girar con la mano.

La capa protectora contra oxidación y corrosión con la que va cubierta la extensión de flecha, puede eliminarse tomando las medidas de seguridad correspondientes con la aplicación de un solvente como thinner, gasolina, petróleo o cualquier otro similar

Compruebe que los datos de placa correspondan a la tensión y frecuencia de la red de energía eléctrica con que se pretende alimentar el motor.

Efectúe cuidadosamente las conexiones en las terminales siguiendo las instrucciones indicadas en la placa descriptiva.

7.2 INSTALACION.

El motor debe instalarse en un lugar donde se tenga libre flujo de aire, aún en aquellos casos donde se requiera usar alguna caseta o pantalla protectora.

La temperatura ambiente (excepto casos de fabricación específica) no deberá exceder de 40°C al nivel del mar o de 30°C a una altura máxima de 2280 m.s.n.m.

El motor deberá montarse sobre una cimentación rígida, procurando que asiente perfectamente la base y fijándolo por medio de tornillos o pernos del diámetro permisible por los barrenos de las patas.

Un montaje defectuoso puede motivar:

- I. Vibración excesiva.
- II. Ruido
- III. Corriente alta.
- IV. Operación a altas temperaturas.
- V. Falla de baleros.

I VIBRACION EXCESIVA.

Un problema frecuente en los motores es la excesiva vibración. Se tiene perfectamente entendido que todo motor o maquinaria en movimiento siempre tendrá cierta vibración que los mejores métodos de balanceo no pueden evitar totalmente cuando un motor es operado, la vibración aparece y consecuentemente se puede llegar a pensar que el motor es la causa del problema.

Normalmente un motor forma parte de un equipo que está constituido por uno o más mecanismos, pudiendo ser cualquiera de ellos el origen de la vibración.

Las causas más comunes que provocan vibración excesiva son:

- 1 Resonancia en la cimentación o estructura.
2. Alineamiento defectuoso.

IEM		MOTOR DE CORRIENTE ALTERNA	
FASES 3	POLOS 4	TIPO	ICCVL CP 7.5 ARMAZON 213 T
HERTZ	60	CONEXION A	
VOLTS	220/440	VER TABLA MAYOR	
AMPERES	20/10	VER TABLA MAYOR	
EFF.	1722		
...	1.30		
...	22 / T1		
TORNILLOS		6	24
...
RED PLAN	6206ZZ	MODELO	130
REFLEX	6207ZZ	MAQUINA	INTE INBURGOI
FABRICA Westinghouse			

3 Falsa sujeción de los tornillos o pernos que se encuentran dentro de la estructura y que fijan el motor a la cimentación.

4. Desbalance en cople, polea, engrane o similar

II. RUIDO

Es muy importante definir el tipo de ruido que puede llegar a manifestarse en un motor eléctrico, ya que su inmediata identificación impedirá daños que puedan perjudicar seriamente alguna de sus partes.

a. Rechinidos.

Este tipo de ruido indica que las superficies de partes que giran están en contacto directo. El origen de este ruido debe ser localizado y reparado de inmediato.

Las probables causas son: ventilador corrido rozando contra la pantalla, flecha rozando contra la cubierta del o los baleros, etcetera.

b. "Ruido sordo".

Estos ruidos indican un balero en mal estado. El continuar la operación con este desperfecto puede ocasionar rozamiento del rotor con el estator.

c "Fuentes ruidos magnéticos"

Los ruidos magnéticos son originados por falla en las conexiones, cortocircuito, u operación con una fase. Si se continúa operando el motor con cualquiera de estas fallas puede llegar a quemarse

Es probable que a pesar de haber revisado lo antes indicado, el motor continúe operando con ruidos; deberá pensarse que el origen de estos ruidos es una fuente externa o en realidad se trate de vibración.

III. CORRIENTE ALTA.

La corriente indicada en la placa es la que corresponde a la tensión nominal y a plena carga, por tanto en caso de llegar a tener lecturas de corriente diferente a la de la placa, se deberá medir la tensión de alimentación. Cuando la tensión de

línea es más alta que la indicada en la placa descriptiva, aumentará la corriente en el motor apreciablemente hasta que la saturación magnética de los materiales alcanza un punto tal, que la corriente se incrementa rápidamente hasta quemarse el motor.

Los motores están manufacturados para operar correctamente a carga nominal bajo una variación de tensión de $\pm 10\%$ y una variación en la frecuencia de $\pm 5\%$. Tensión y frecuencia combinados $\pm 10\%$, siempre y cuando la frecuencia permanezca dentro de $\pm 5\%$ de su valor nominal. Su funcionamiento dentro de esta variación combinada no deberá estar necesariamente de acuerdo con las normas establecidas para su operación a tensión y frecuencia nominales

IV OPERACION A ALTAS TEMPERATURAS:

Lo primero es determinar la temperatura a la que está operando el motor, el poner la mano sobre el mismo y pensar que está caliente, no significa que realmente el motor esté operando con exceso de temperatura, ya que deberá tenerse presente que el uso de aislamiento clase "B", permite sobrecargas en los motores que originen una temperatura total máxima de 130°C en el cobre, por tanto, es preferible hacer uso de un termómetro.

A continuación se indican las posibles causas de alta temperatura:

1. Verificar si el motor tiene suficiente aire frío para su ventilación, la ventilación es efectiva si:

- La flecha del ventilador está limpia.
- No hay obstáculos en la entrada y salida del aire
- No hay circulación del aire de salida a la entrada del motor (la temperatura del aire de entrada no debe ser mayor de 5°C sobre el ambiente)
- La diferencia entre las temperaturas de entrada y salida indican un incremento normal.
- La cantidad de aire es suficiente. Verifique que la pantalla (en los motores a prueba de goteo) está en su lugar; la distancia entre la cara inte-

rior de la tapa y la pantalla debe ser aproximadamente de 6.35 mm ($\frac{1}{4}$ ").

- La velocidad es correcta compruebe que la velocidad del motor sea la indicada en la placa descriptiva para plena carga.

2. Verificar que la carga que mueve el motor es correcta

En caso de que el ciclo de trabajo sea intermitente evitar que los arranques y paros sean demasiado frecuentes.

Revisar la tensión de línea. El voltaje incorrecto origina excesiva corriente a plena carga.

Revisar la frecuencia de la línea. las normas consideran permisible que los motores operen con variaciones de $\pm 5\%$ de la frecuencia nominal

Comprobar que no exista desbalance de tensión entre fases.

Revisar tensión y corriente a plena carga.

3. Desacoplar el motor y tomar lecturas entre fases de tensión de alimentación, corrientes y watts. para determinar si son normales.

4. Verificar que los baleros se encuentren en buen estado, ya que en caso contrario aumentará la carga del motor y esto en motores de poca capacidad representa un gran porcentaje de sobrecarga y de incremento en la temperatura

V FALLAS DE BALEROS

La falla o mal funcionamiento de baleros es un problema atribuible a cualquiera de las siguientes causas:

LUBRICACION

Inadecuada, excesiva o mala lubricación. En el caso de los baleros lubricables, éstos cuentan con una cámara para alojar la grasa, si esta cámara llega a saturarse totalmente la grasa no recirculará al interior del balero y esto provoca que el

balero se caliente hasta llegar a pegarse; la falta de lubricación es de las mismas consecuencias al balero o baleros

La causa más común en la falla de los baleros es lubricación defectuosa. Si el suministro de grasa es inadecuado, el balero trabajará en seco con el consecuente sobrecalentamiento y falla. Si el sobrecalentamiento del balero es excesivo el balero se pegará casi de inmediato, de no suceder así, quedarán rayadas las pistas y balas, teniéndose como consecuencia una operación ruidosa y con vibraciones.

El balero requiere de sólo una pequeña cantidad de lubricante en su interior para su correcta operación y evitar la oxidación; el espacio o caja que esta localizada en la tapa y junto al balero tiene por objeto almacenar la grasa. Demasiada lubricación provoca el mismo efecto que la escasez de la misma; en cuanto la bala o rodillo empieza a girar cualquier exceso de lubricación será expulsada a un lado de la pista; si el balero no puede desalojar el exceso por sí mismo, comenzará a expulsarlo generando presiones en su interior y por consiguiente alta temperatura.

La grasa se inyecta por la grasera y el tapón de purga sirve para expeler el exceso, haciendo operar el motor durante media hora. También es de suma importancia usar la grasa especificada o un sustituto autorizado. En el caso de aceite debe tener la suficiente viscosidad para que la película no se rompa bajo la carga, pero debe evitarse el exceso de viscosidad, ya que se producen altas cargas por fricción. La grasa no debe ser muy espesa ya que no penetraría al interior del balero, debe ser lo suficientemente suave para cumplir con sus funciones. Como regla general no es aconsejable mezclar diferentes lubricantes ya que probablemente la base de ellos no sea compatible y de inmediato pierda sus características específicas convirtiéndose en un compuesto altamente perjudicial.

DESALINEAMIENTO.

Es obvio que el desalineamiento de flecha acarreará serias consecuencias al balero, ya que por cada revolución la carga manifestará mayor intensidad en una parte del balero, dañando por fatiga

de los materiales componentes. A la velocidad de operacion estos continuos cambios de carga del balero tendran similitud con el efecto de un golpe sólido en las superficies de las balas o rodillos y pistas

SOBRECARGA.

Se tiene como una regla, que la vida de los baleros es inversamente proporcional al cubo de la carga, de aquí que un pequeño incremento de carga acorte sensiblemente la vida de los mismos. El material de las pistas se va deformando al continuo paso de las balas o rodillos, hasta que sufre fatiga y fractura o adelgazamiento del material que finalmente y en forma de rebaba acaba por incrustarse en todo el balero

Las indeseadas cargas radiales sobre un balero pueden ser producidas por desalineamiento o por excesiva tension de la banda, cuando se usa ese tipo de transmision el desalineamiento puede originar fuertes cargas que perjudiquen el equipo el cual esta acoplado al motor. En los sistemas de transmision por banda a mayor diametro de la polea receptora mayor será la carga axial impuesta a la flecha del motor y por consiguiente a los baleros. lo mismo sucede en los sistemas de transmision por banda de tipo V, aun en el caso de usar la minima cantidad posible, ya que con el objeto de evitar deslizamientos las someten a fuertes tensiones, que en caso de ser excesivas acortaran sensiblemente la vida de los baleros y de las bandas. Las bandas tendran la tension correcta cuando al empujarlas con la mano al centro del claro entre las poleas exista una deflexion de una profundidad igual a la altura de la banda V

AJUSTE INCORRECTO

Son cuatro las areas importantes donde el ajuste entre el balero y las otras partes del motor deben quedar dentro de los limites prescriptos con el objeto de prevenir fallas en la operacion

- 1) El ajuste entre el anillo interior del balero y la flecha
- 2) El ajuste entre el anillo exterior del balero y la caja en la tapa.

3) El claro o entrehierro entre balas o rodillos de balero y sus pistas.

4) El ajuste total entre el rotor, flecha y los baleros.

DAÑOS DURANTE LA INSTALACION.

Los daños durante la instalación son usualmente falta de cuidado o ignorancia. El golpear los baleros en las caras de los sellos o el anillo exterior al montarlo en la flecha, así como colocarlos mediante una prensa neumatica careciendo de los aditamentos indicados, son errores que acaban prematuramente la vida de los mismos. Es mas aconsejable sumergir el balero en aceite caliente (abajo de la temperatura de flamacion del mismo) y enfriar la flecha (con hielo seco) para su correcta insercion y montaje

VIBRACIONES DURANTE EL REPOSO

Si los motores equipados con baleros de balas o rodillos estan sujetos a vibraciones durante un largo periodo de tiempo en que el motor permanezca en reposo, marcara las pistas en los puntos de contacto. Este daño puede causarse cuando el motor es transportado largas distancias sin los cuidados necesarios

CORROSION

La corrosion en los baleros es el resultado de un prolongado almacenamiento en lugares con alto promedio de humedad en el ambiente y la introduccion al interior de los baleros de la misma. El herrumbre ataca las superficies de balas o rodillos y pistas inutilizandolos totalmente. Los motores deben almacenarse en un lugar limpio y seco lubricando periodicamente los baleros y demas partes con el objeto de mantener una pelicula de lubricante.

PASO DE CORRIENTE ELECTRICA AL BALERO.

La falla de baleros originada por el paso de corrientes es sumamente rara. En caso de haber sucedido así, debera solicitarse de inmediato diagnosis y correccion de la falla

**BALEROS INCORRECTOS O DEFECTUOSOS.**

La mayor parte de los motores estan equipados con baleros prelubricados; estos baleros tienen la cantidad y características de grasa requerida, estan sellados por ambos lados con unas cubiertas de lámina para impedir la fuga de grasa y la entrada de materias extrañas que podrían dañarlos. El resto de los motores tienen un sistema de lubricación y de baleros reengrasables, deberá acudir a la placa descriptiva para saber tamaño y tipo de los mismos y revisar que los baleros se encuentren en buen estado y que realmente son del mismo tipo que los que van a ser repuestos asegurando una eficiente operación.

7.3 NECESIDADES DE INSTALACION

Es importante saber las necesidades de montaje, el tipo de trabajo a efectuar y la instalación del caso en particular. Todos los motores horizontales pueden ser sometidos a operación vertical previa indicación a la fábrica. En algunos casos y debido a lo específico de la operación será necesario cambiar baleros. En la mayoría de los motores horizontales de baja capacidad es permisible, sin ningún cambio, poder operarlos en posición vertical con la flecha hacia arriba o hacia abajo siempre que el peso de la polea, cople o engrane o similar no exceda el peso del rotor.

Los motores para operación horizontal que sean destinados a transmisión por banda, cadena o similar, podrán ser montados en rieles tensores para que de acuerdo a las necesidades pueda ajustarse a la tensión correcta, de igual forma deberá tenerse mucha precaución al alinear las poleas, engranes, piñones o similar, ya que cualquier desalineamiento provocara incremento en la carga radial disminuyendo la vida de los baleros

7.4 MANTENIMIENTO.

El mantenimiento de los motores de inducción se reduce a lo siguiente.

- Limpiar o soplear con aire limpio y seco y a una presión menor de 3 Kg por cm² la superficie del motor, así como sus partes internas en motores abiertos.

En el caso de motores que esten expuestos a goteo o salpicadura de agua, líquidos corrosivos o compuestos químicos, deberá efectuarse la limpieza con mayor frecuencia

- Verificar que la operación de los baleros sea sin ruido o vibraciones para los motores con baleros reengrasables, seguir las instrucciones según número de horas de trabajo así como tipo de grasa indicadas en el motor

- Revisar montaje y alineación

- Efectuar mediante un reporte periodico lecturas de corriente y watts de entrada

- Comprobar la resistencia de aislamiento mediante un "Megger" periódicamente.

Una regla práctica es que la resistencia de aislamiento minima para operación segura sea de 2 Megohms para motores hasta de 550 volts de tensión de operación

Para bombas de pozo profundo el empleo de motores verticales flecha hueca, con disco trinquete de no retroceso (impide se vacie la columna de agua), es el más adecuado.

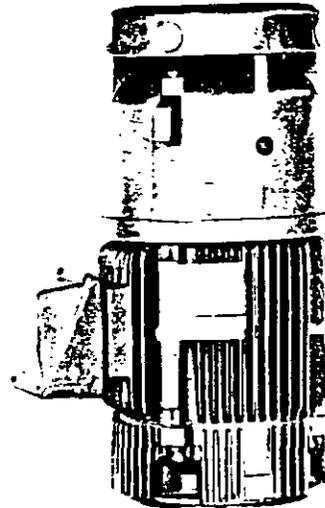
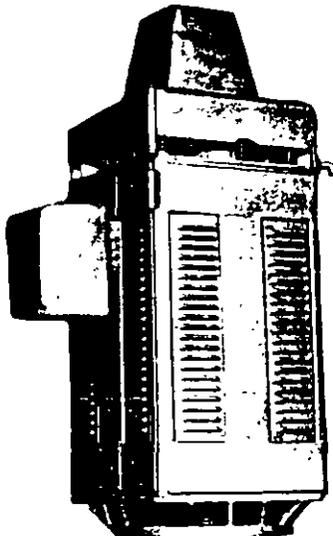
En ocasiones y dependiendo del fabricante de la bomba y tipo de la misma seleccionada, se solicitan motores verticales flecha sólida.

Es más común el uso de motores con flecha sólida en bombas autosoportadas y su aplicación generalmente es en bombas de recirculación para torres de enfriamiento, tomando el agua de una cisterna o de un cárcamo.

8.1 MOTORES DE LA LINEA ESTANDAR

Igual que en los motores horizontales, los nuevos motores verticales tipo goteo con alto empuje axial en armazón compacta, gozan de importantes ventajas que los hacen superiores a los de la antigua línea "CSP".

Sistema de aislamiento "mejorado" y no higroscópico: Este es un sistema de aislamiento que permite la operación del motor en un ambiente húmedo y que soporta una mayor temperatura, lo que da más capacidad de sobrecarga. Este sis-



tema de aislamiento se compone de materiales inorgánicos, no-higroscópicos para alta temperatura y cumplen sobradamente con lo especificado en normas para su clasificación.

Dimensiones reducidas para una misma capacidad: Esta reducción de dimensiones que facilita el manejo e instalación del motor, así como su almacenamiento y mantenimiento, ha sido posible debido a los mejores procesos de fabricación y materiales empleados en ella, principalmente los referentes al sistema de aislamiento.

Mayor capacidad de empuje axial: El aumento en la capacidad de empuje axial se debe a que, además de la reducción en el peso del rotor para la misma capacidad, se utilizan rodamientos para mayor empuje axial.

Ventilación mejorada: Todos los motores de la nueva línea T, tienen sistema de doble ventilación en el cual el aire fresco entra por las ventanas de la base y también entre la tapa y la cubierta superior, el aire caliente es expulsado por la parte superior entre el anillo y la tapa y desviado por un deflector para evitar su recirculación en el motor. Este sistema de ventilación permite una disipación de pérdidas más uniforme, alargando así la vida del motor.



EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTTO DE POZOS

**MANUAL DEL DIPLOMADO EN
ADMINISTRACIÓN DEL
MANTENIMIENTO**



69

PRUEBAS Y EVALUACION DE RESULTADOS

EXPOSITOR: ING. RICARDO ESPINOSA Y PATIÑO



EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTTO DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN
ADMINISTRACIÓN DEL
MANTENIMIENTO



00070

	
EVALUACION DE RESULTADOS	

MANTENIMIENTO DE SUBESTACIONES ELECTRICAS.

EVALUACION DE RESULTADOS

DE LA RESISTENCIA DE AISLAMIENTO EN TRANSFORMADORES

ESTADO DEL AISLAMIENTO	INDICE DE ABSORCION	INDICE DE POLARIZACION
MALO	MENOR DE 1.10	MENOR DE 1.0
DUDOSO	DE 1.10 A 1.25	MENOR DE 1.5
REGULAR	DE 1.25 A 1.40	DE 1.5 A 2.0
BUENO	DE 1.40 A 1.60	DE 2.0 A 3.0
MUY BUENO	MAYOR DE 1.60	DE 3.0 A 4.0

$$\text{INDICE DE ABSORCION} = \frac{\text{RESISTENCIA A LOS 60 SEGS}}{\text{RESISTENCIA A LOS 30 SEGS}}$$

$$\text{INDICE DE POLARIZACION} = \frac{\text{RESISTENCIA A LOS 10 MIN}}{\text{RESISTENCIA A 1 MIN}}$$

MANTENIMIENTO DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

EVALUACION DE RESULTADOS**FACTOR DE POTENCIA DEL ACEITE AISLANTE PARA
INTERRUPTORES Y TRANSFORMADORES.**

- UN ACEITE AISLANTE NUEVO EN OPTIMAS CONDICIONES DEBE TENER UN FACTOR DE POTENCIA DE 0.051 A 20 GRADOS. CENTI-GRADOS. AUNQUE EN CAMPO UN ACEITE CON $FP = 0.51$ PUEDE CONSIDERARSE EN BUENAS CONDICIONES. SI SU VALOR FUERA MAYOR, CONVIENE TRATAR EL ACEITE POR MEDIO DE UN EQUIPO ADECUADO QUE LO FILTRE, DESGASIFIQUE Y LO SEQUE.

EVALUACION DE RESULTADOS**DE LA RIGIDEZ DIELECTRICA DEL ACEITE**

- UN ACEITE NUEVO O REGENERADO DEBE SOPORTAR 30 KV DURANTE UN MINUTO SIN ROMPER.

EVALUACION DE RESULTADOS**DE LA RESISTENCIA DE CONTACTO PARA
INTERRUPTORES Y CUCHILLAS DESCONECTORAS**

- LAS LECTURAS MEDIDAS CON EL APARATO DEBERAN COMPARARSE CON LOS DATOS DE PRUEBA DEL FABRICANTE DE QUE SE TRATE PARA DETERMINAR QUE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN LA MEDICION EFECTUADA EN CAMPO SEAN CORRECTOS. AUNQUE EN CASOS GENERALES SE ACEPTAN LECTURAS CON VALORES MAXIMOS DE 30 MICRO-OHMS.

MANTENIMIENTO DE SURESTACIONES ELÉCTRICAS

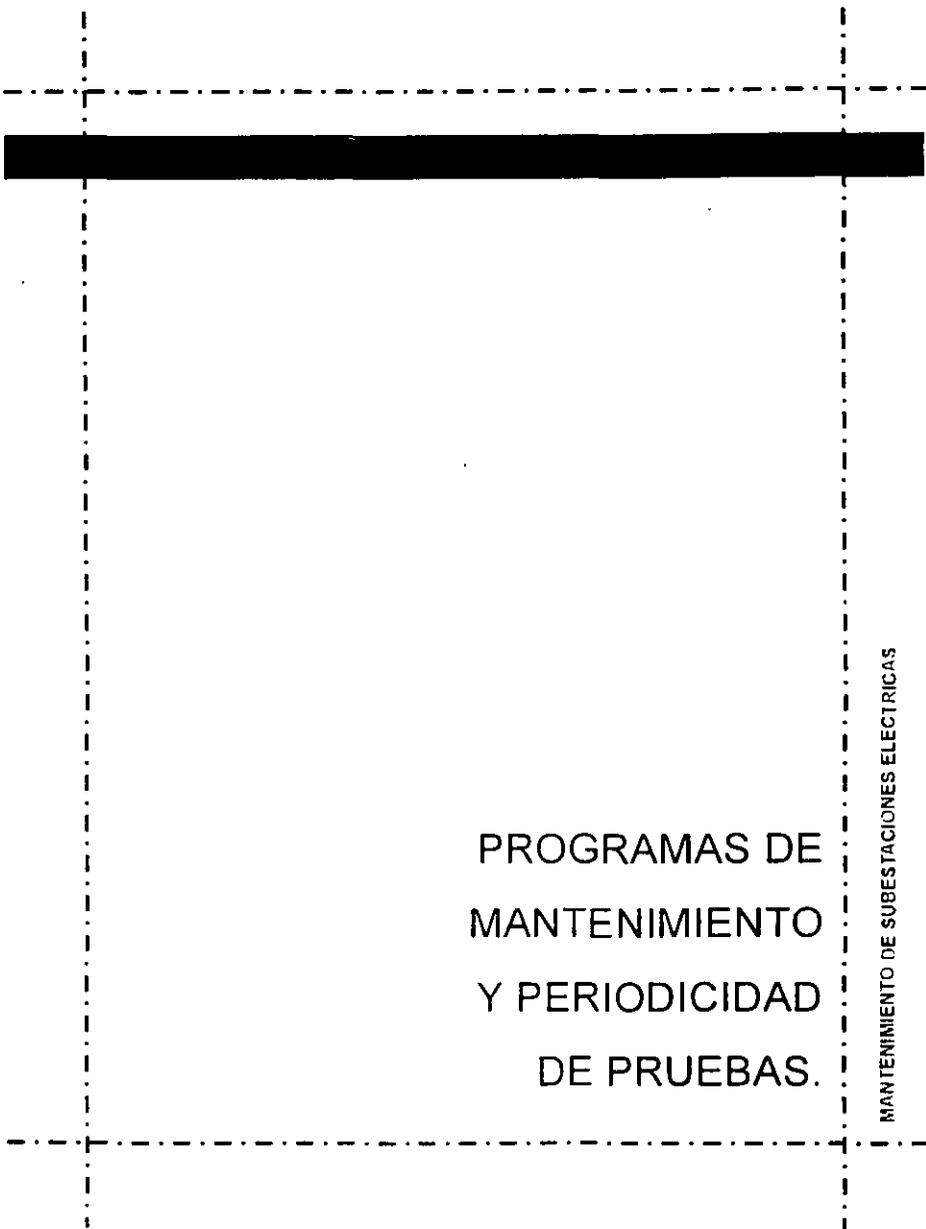


EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTTO. DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO



68076



PROGRAMAS DE
MANTENIMIENTO
Y PERIODICIDAD
DE PRUEBAS.

MANTENIMIENTO DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

PROGRAMAS DE MANTENIMIENTO Y PERIODICIDAD.**CABLES.**FRECUENCIA

- RESISTENCIA DE AISLAMIENTO.
-POR LO MENOS UNA VEZ POR AÑO.

ALTO POTENCIAL:

- EN LA RECEPCION
- DESPUES DE UNA REPARACION
- PERIODICAMENTE CADA 5 AÑOS
- CUANDO LA MEDICION DE LA RESISTENCIA DE AISLAMIENTO SEA MENOR QUE LA CALCULADA.

MANTENIMIENTO DE SUBESTACIONES ELECTRICAS.

PROGRAMAS DE MANTENIMIENTO Y PERIODICIDAD.**TRANSFORMADORES.**

	PROGRAMA
• LIQUIDO AISLANTE	
-RESISTENCIA DIELECTRICA	
-NUMERO DE NEUTRALIZACION	
-COLOR	ANUAL
• RESISTENCIA DE AISLAMIENTO	ANUAL
• INDICE DE POLARIZACION.	ANUAL
• FACTOR DE POTENCIA	ANUAL
• ALTO POTENCIAL (HIGH-POT)	CADA 5 AÑOS
• PRUEBA DE VOLTAJE REDUCIDO	CADA 5 AÑOS

MANTENIMIENTO DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

CONCLUSIONES

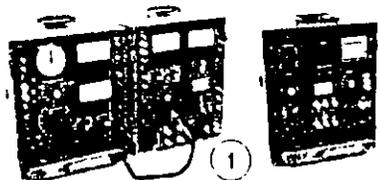
TOMAR SIEMPRE EN CONSIDERACION:

- LA UTILIZACION DE LOS DIFERENTES PROGRAMAS DE INSPECCION, MANTENIMIENTO Y PRUEBAS PARA LOS DIFERENTES EQUIPOS INVOLUCRADOS EN UNA SUBESTACION ELECTRICA
- EL ANALISIS DE COSTOS POR ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO.
- EL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO GENERAL DE LA PLANTA.
- LA CAPACITACION DEL PERSONAL DE LA PLANTA Y LA SELECCION DE PERSONAL EXTERNO A LA PLANTA PARA LOS TRABAJOS DE MANTENIMIENTO
- LA REALIZACION DE PROCEDIMIENTOS, BITACORAS Y ESTADISTICAS SOBRE LO RELACIONADO AL MANTENIMIENTO
- LA UTILIZACION DE EQUIPO DE PRUEBAS CONFIABLE Y VERIFICADO
- TODAS LAS MEDIDAS DE SEGURIDAD PARA ESTAS ACTIVIDADES

MANTENIMIENTO DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

Equipos de Medición y Prueba Utilizados

Probador Universal de Relevadores
Multi-Amp, modelo SR-51/2PC.



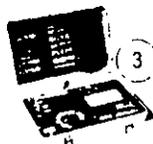
Unidad de prueba de relevadores de sobrecorriente, alto y bajo voltaje, diferenciales, térmicos de tiempo, relevadores auxiliares de c.a. y c.d., así como interruptores termomagnéticos y relevadores de sobrecarga de motores. Adicionalmente puede ser utilizado en aplicaciones misceláneas tal como calibración de instrumentos y transductores, como una fuente de alimentación variable multi propósito, etc

Fuente de Alta Corriente
Multi-Amp, modelo MS-1A



Unidad de prueba de relevadores de sobrecarga (elementos térmicos) de motores e interruptores termomagnéticos en caja moldeada. Además cuenta con un medidor de aislamiento de 500 y 1000 volts y mide hasta 1000 Megohms.

Medidor de Resistencia de Aislamiento
(Megóhmetro)
AEMC, modelo:5110



Medidor de Resistencia de Aislamiento portátil, multi-rango, de alta sensibilidad, desde 10 kilohms hasta 3000 Gigaohms. Además tiene cuatro rangos de voltajes de prueba de 500, 1000, 2500 y 5000 volts

Potencial Aplicado en C.D.
AVO Biddle, catálogo 220123



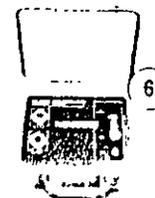
Equipo para verificar la calidad de aislamientos eléctricos en cables, tableros, aisladores, etc. Este equipo está diseñado para hacer pruebas de aceptación y mantenimiento en aislamientos eléctricos

Micro-Ohmetro Digital
AEMC, modelo 5600



Equipo para mediciones en donde la resistencia es muy baja, tales como en embobinados de motores, resistencia de contactos de interruptores y contactores, etc. Además cuenta con cuatro terminales para una conexión tipo kelvin para obtener una mejor exactitud en la medición.

Medidor de Relación de Transformación (DTR)
AEMC, modelo 8500



Equipo para probar transformadores de potencia, transformadores de potencial y de corriente. Este medidor es portátil, automático, con precisión de $\pm 0.1\%$ de lectura, carátula de cristal líquido que exhibe las lecturas de relación de vueltas, corriente de excitación y polaridad

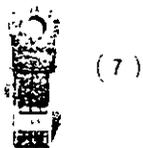
Equipos de Medición y Prueba Utilizados

Medidor de Resistencia a Tierra
AEMC, modelo 4500



Equipo para mediciones de resistencia muy pequeñas en sistemas de tierras grandes, incluso en condiciones difíciles tales como altas corrientes parásitas o una resistencia excesiva en los electrodos auxiliares. Además puede ser utilizado para mediciones de resistividad del terreno mediante el método de las cuatro terminales

Medidor de Resistencia a Tierra
AEMC, modelo 3730



Equipo para medir la resistencia de los electrodos y la resistencia de la malla sin necesidad de electrodos auxiliares. Este instrumento es utilizado en ocasiones en donde es difícil desconectar el conductor de la malla a tierra y a veces imposible tomar la medición con un equipo de prueba convencional de 2 o 3 electrodos

Probador de Rigidez Dieléctrica
AVO Megger, modelo OTS60SX



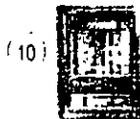
Equipo semiautomático para determinar la rigidez dieléctrica de aceites aislantes (hasta 60 kV).

Termómetro Infrarrojo
Raytek, modelo Raynger ST6 LSE



Medidor de temperatura par localizar áreas calientes en conexiones eléctricas, en motores, rodamientos, transformadores, etc, etc.

Sistema de Monitoreo
Square D, modelo PowerLogic



Instrumento digital, multi-funcional de medición de parámetros eléctricos, para la administración y calidad de energía.

Medidor de Armónicas
AEMC, modelo 721



Equipo de alta sensibilidad que permite realizar mediciones de calidad de la energía.

Multímetro Digital de Gancho
AVO Megger, modelo DCM 1000



Instrumento de medición de mano diseñado para medir c.d. o c.a. de hasta 1000 amperes, así como voltaje de hasta 750 volts de c.a. y c.d., potencia aparente, factor de potencia, frecuencia de hasta 1000 Hz. Además, cuenta con un adaptador trifásico para comparar cargas de potencia.

Multímetros Digitales
Fluke, modelo 8060A



Instrumentos de medición de parámetros eléctricos como corriente y voltaje de c.a. y c.d. Además, resistencia y frecuencia



ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCIÓN (NORMAS DE CONSTRUCCIÓN)

NORMAS Y ESPECIFICACIONES

1.0 General

Todas las instalaciones en el alcance del trabajo del contratista se deberán diseñar, inspeccionar, construir y probar de acuerdo con las siguientes regulaciones, códigos y especificaciones (de aquí en adelante referidas como "Especificaciones del Proyecto")

- a) Leyes y regulaciones Mexicanas, indicadas en el inciso 2.0 de este anexo
- b) Planos y especificaciones del Tecnólogo
- c) Especificaciones generales PEMEX indicadas en el Anexo "B"
- d) Estandares y códigos de diseño internacional, indicadas en el inciso 3.0 de este anexo.

En caso de haber algún conflicto entre ellas, la más estricta prevalecerá

En caso de que no se den los requerimientos específicos en las "especificaciones del proyecto" y no apliquen regulaciones, las otras reconocidas internacionalmente en el campo de la refinería y las del contratista aplicarán después de ser revisadas por PEMEX REFINACION

Las especificaciones del proyecto son listadas a continuación

2.0 Leyes y regulaciones Mexicanas.

- a) Ley general del Equilibrio Ecológico y Protección del Ambiente y sus Reglamentos, Normas Oficiales Mexicanas (aire, agua, residuos ruido, etc)
- b) Ley de Aguas Nacionales
- c) Normas Oficiales Mexicanas
- d) Reglamento de Seguridad e Higiene PEMEX
- e) Manual de Seguridad GPASI-SI-8200 Rev 2 y la disposición administrativa sobre aspectos de Seguridad para Contratistas que desarrollan trabajos en las Instalaciones Industriales de PEMEX-REFINACIÓN,
- f) Instructivo No 11 de la Secretaría de Salud
- g) RCDF Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal ultima edición
- h) MDOC (CFE) Manual de Diseño de Obras Civiles por sismo y por viento de Comisión Federal de Electricidad Última Edición



EXPLORACION Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTTO DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO



00083

3.0 Estándares y Códigos del Diseño Internacional.

Las secciones aplicable de la última edición de los codigos y estándares nternacionales enlistados, deberan ser cumplidas

ANSI	AMERICAN NATIONAL STANDARD INSTITUTE
API	AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE
ASME	AMERICAN SOCIETY OF AMERICAN ENGINEERS
NACE	NATIONAL ASSOCIATION OF CORROSION ENGINEERS
AWS	AMERICAN WELDING SOCIETY
TEMA	TUBULAR EXCHANGER MANUFACTURERS ASSOCIATION
NFPA	NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION
HI	HIDRAULIC INSTITUTE
NEMA	NATIONAL ELECTRICAL MANUFACTURE 3 ASSOCIATION
IEC	INTERNACIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION
NEC	NATIONAL ELECTRICAL CODE
ISA	INSTRUMENT SOCIETY OF AMERICA
SSPC	STEEL STRUCTURES PAINTING COUNCIL
ASTM	AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS
EPA	ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY
AASHTO	AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS
AWWA	AMERICAN WATER WORK ASSOCIATION
OSHA	OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALT ASSOCIATION
ISO	International Standards Organization (ISO 9000)
NOM-001-1999	Normas Oficiales Mexcicanas



EXPLORACION Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTTO. DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO



00084

4.0 Especificaciones de PEMEX.

NORMA	TITULO	AÑO EDICIÓN
2.221.01	SISTEMAS ELECTRICOS DE EMERGENCIA.	1986
2.223.01	SISTEMAS DE CONEXION A TIERRA.	1974
1.030.01	GUÍA PARA LA ELABORACIÓN DE PLANOS Y FORMATOS PARA DOCTOS DIVERSOS	1991
2.225.01	CANALIZACIONES ELECTRICAS Y TELEFONICAS SUBTERRANEAS	1986
2.227.03	PRUEBAS DE AISLAMIENTO EN CAMPO DE EQUIPO ELECTRICO	1988
2.231.01	ALUMBRADO PARA INSTALACIONES INDUSTRIALES.	1987
2.241.01	MOTORES ELÉCTRICOS HASTA 200 CP C/ADICIONES. MODIFICACIONES Y ACLARACIONES	1986
2.241.02	MOTORES DE INDUCCION Y SINCRONOS MAYORES DE 200 CP	1988
2.245.01	CONTROL Y PROTECCIÓN DE MOTORES DE INDUCCION HASTA 600 VOLTS	1990
2.251.01	TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN Y POTENCIA.	1986
2.251.02	EVALUACIÓN DE CARACTERISTICAS Y VALORES DE GARANTIA DE TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCION Y POTENCIA	1987
2.253.01	REQUISITOS GENERALES PARA TABLEROS DE CUARTOS DE CONTROL.	1990
2.253.02	TABLEROS EN ALTA TENSION.	1987
2.253.03	CENTROS DE CONTROL DE MOTORES EN BAJA TENSION	1990
2.280.01	DISEÑO DE SISTEMAS DE INTERCOMUNICACIÓN Y VOCEO TIPO INDUSTRIAL EN INSTALACIONES MARITIMAS Y TI RRESTRES	1990
2.313.01	AISLAMIENTOS TERMICOS PARA ALTA TEMPERATURA	1991
2.115.02	DISEÑO DE CIMENTACIONES PARA ESTRUCTURAS ESBELTAS	1974
2.115.03	ANALISIS Y DISEÑO DE CIMENTACIONES DE MAQUINARIA	1974
2.131.01	EFFECTOS DEL VIENTO EN LAS ESTRUCTURAS	1988
2.131.02	PRINCIPIOS GENERALES DE DISEÑO ESTRUCTURAL	1975
2.131.05	DEFLEXIONES PERMISIBLES EN ESTRUCTURAS DE CONCRETO	1991
2.143.01	DRENAJES EN ZONAS INDUSTRIALES	1985
2.201.01	SÍMBOLOS ELÉCTRICOS	1990
2.201.02	IDENTIFICACION DE DIBUJOS REQÑ'S COMUNICACIONES ELÉCTRICAS	SÍMBOLOS DE 1980
2.201.03	SÍMBOLOS DE COMUNICACIONES ELÉCTRICAS	1990
2.203.01	CLASIFICACION DE ÁREAS PELIGROSAS Y SELECCION DE EQUIPO ELÉCTRICO.	1990
2.343.01	DISEÑO DE RECIPIENTES A PRESION.	1991
2.401.01	SIMBOLOGIA DE EQUIPO DE PROCESO.	1987
2.411.01	SISTEMA DE PROTFCCIÓN ANTICORROSIVA A BASE DE RECUBRIMIENTOS	1989
2.425.01	SISTEMAS DE TUBERÍAS EN PLANTAS INDUSTRIALES	1991
2.431.01	SISTEMAS PARA AGUA DE SERVICIO CONTRA-INCENDIO	1986
2.413.01	SISTEMA DE PROTECCIÓN CATODICA	1990
2.441.01	CAMBIADORES DE CALOR DE ENVOLVENTE HAZ DE TUBOS	1988
2.441.02	CAMBIADORES DE CALOR ENFRIADOS POR AIRE	1990



EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTTO DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN
ADMINISTRACIÓN DEL
MANTENIMIENTO



00085

2.445.01	REQUISITOS PARA ADQUISICIÓN DE PLATOS DE TORRES DE FRACCIONAMIENTO.	1986
2.451.01	INSTRUMENTOS Y DISPOSITIVOS DE CONTROL.	1991
2.451.03	SIMBOLOGÍA E IDENTIFICACIÓN DE INSTRUMENTOS.	1987
2.461.01	SISTEMA DE DESFOGUES.	1990
3.102.01	TRAZO Y NIVELES.	1975
3.103.01	DEMOLICIONES Y DESMANTELAMIENTOS.	1976
3.115.04	CIMENTACIONES PILOTES	1990
3.115.06	ADEMÉS Y ATAGUIAS	1991
3.121.02	EXCAVACIONES.	1985
3.121.04	RELLENOS DE EXCAVACIONES	1985
3.121.03	CORTES	1985
3.121.07	ACARREOS	1985
3.121.08	CLASIFICACIÓN DE MATERIALES PARA EL PAGO DE EXCAVACIONES	1986
3.123.03	PAVIMENTOS DE CONCRETO.	1991
3.133.01	CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURAS DE ACERO	1983
3.133.02	PROTECCIÓN CONTRA FUEGO DE ESTRUCTURAS METÁLICAS	1990
3.135.01	CIMBRAS PARA CONCRETO	1985
3.135.02	ELABORACIÓN, TRANSPORTE, COLOCACIÓN, ACABADO, COMPACTACIÓN Y CURADO DE CONCRETO	1986
3.135.03	ACERO DE REFUERZO PARA CONCRETO:	1991
3.135.04	UNION MECÁNICA DE VARILLAS DE REFUERZO PARA CONCRETO	1991
3.135.09	CONCRETOS Y MORTEROS ESPECIALES PARA CIMENTACIONES	1989
3.135.10	CONCRETO COLADO CON BOMBA	1990
3.135.11	EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO	1991
3.135.12	SOPORTES ELEVADOS DE CONCRETO PARA TUBERÍAS	1991
3.137.13	EL CONCRETO EN CLIMA CALUROSO	1987
3.137.14	EL CONCRETO EN CLIMA FRÍO	1987
3.143.01	DRENAJES EN PLANTAS INDUSTRIALES.	1991
3.143.02	ALBAÑALES	1988
3.143.03	TUBERÍAS DE ASBESTO CEMENTO	1989
3.143.04	DRENAJES DE TUBOS DE CONCRETO	1991
3.145.01	FOSAS SÉPTICAS	1990
3.151.01	MORTEROS	1985
3.151.03	DALAS, CASTILLOS Y DIAGONALES DE CONCRETO EN MUROS.	1985
3.151.04	SISTEMAS DE IMPERMEABILIZACIÓN	1986
3.151.07	CERCAS Y BARDAS	1984
3.153.01	RECUBRIMIENTO DE PISOS.	1987
3.153.02	RECUBRIMIENTOS DE MUROS.	1987
3.153.03	APLICACIONES DE PINTURA EN MUROS Y PLAFONES	1987
3.153.04	APLANADOS Y PLAFONES DE YESO	1988
3.153.05	ACABADO DE AZÓTEAS	1990
3.155.01	INSTALACIONES HIDRAULICAS Y SANITARIAS.	1991
3.157.03	CERRAJERIA.	1991
3.157.04	TECHADOS Y CUBIERTAS DE LAMINA	1991

3.157.05	VIDRIERIA	1984
3.223.01	INSTALACION DE SISTEMAS DE CONEXION A TIERRA.	1990
3.225.01	CANALIZACIONES ELECTRICAS SUBTERRANEAS.	1983
3.231.01	INSTALACION DE SISTEMAS DE ALUMBRADO PARA PLANTAS INDUSTRIALES	1985
3.242.11	FALSOS PLAFONES.	1984
3.251.01	INSTALACION DE SUBESTACIONES ELECTRICAS DE MEDIA POTENCIA.	1983
3.251.02	INSTALACION DE SUBESTACIONES HASTA 10.000 KVA	1983
3.255.01	GABINETES Y CAJAS DE INTERRUPCION	1987
3.280.01	INSTALACION DE LOS SISTEMAS DE INTERCOMUNICACION Y VOCEO EN INSTALACIONES MARITIMAS Y TERRESTRES.	1990
3.313.01	APLICACION DE AISLAMIENOS TERMICOS.	1990
3.343.01	FABRICACION DE RECIPIENTES A PRESION	1979
3.403.01	COLORES Y LETREROS PARA IDENTIFICACION DE INSTALACIONES Y EQUIPO DE TRANSPORTE	1991
3.411.01	APLICACION E INSPECCION DE RECUBRIMIENTOS PARA PROTECCION ANTICORROSIVA.	1991
3.413.01	INSTALACION DE SISTEMAS PARA PROTECCION CATODICA.	1990
3.451.03	INSTALACION DE MEDIDORES DE FLUJO DE PRESION DIFERENCIAL.	1975
4.137.01	CEMENTOS HIDRAULICOS REQUISITOS DE CALIDAD	1985
4.137.02	AGREGADOS PARA CONCRETO.	1985
4.137.03	ACERO DE REFUERZO PARA CONCRETO.	1985
4.137.04	AGUA PARA ELABORAR CONCRETO.	1985
4.137.05	ADITIVOS PARA CONCRETO REQUISITOS DE CALIDAD	1990
4.137.06	CONCRETO FRESCO Y CONCRETO ENDURECIDO	1986
4.137.08	ELABORACION Y CURADO EN OBRA DE ESPECIMENES DE CONCRETO	1986
4.137.09	CONTENIDO DE AIRE. PESO VOLUMETRICO Y RENDIMIENTO DE CONCRETO.	1991
4.137.10	CONCRETO Premezclado.	1986
4.137.12	CABECEO DE ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO.	1985
4.143.02	TUBOS DE CONCRETO PARA DRENAJES INDUSTRIALES. CONTROL DE CALIDAD. MUESTREO Y PRUEBAS	1984
4.311.00	CLASIFICACION AWS DE METALES DE APORTE EN SOLDADURA	1978
4.311.01	ELECTRODOS DE ACERO DULCE CON REVESTIMIENTO PARA SOLDADURA DE ARCO. R.U.	1976
4.311.02	VARILLAS DE HIERRO Y ACERO PARA SOLDADURA CON GAS R.U.	1984
4.311.03	ELECTRODOS DE ALUMINIO Y ALEACIONES DE ALUMINIO PARA SOLDADURA DE ARCO. R.U.	1978
4.311.04	ELECTRODOS DE ACERO AL CROMO-NIQUEL RESISTENTES A LA CORROSION. REVESTIDOS. R.U.	1979
4.311.05	ELECTRODOS DE ACERO DE BAJA ALEACION CON REVESTIMIENTO. R.U.	1984
4.311.06	ELECTRODOS DE COBRE Y ALEACION DE COBRE R.U.	1983
4.311.08	METAL DE APORTE DE BRONCE (SOLDADURA FUERTE). R.U.	1978
4.311.07	VARILLAS DE COBRE Y ALEACIONES DE COBRE R.U.	1978
4.311.09	ELECTRODOS DESNUDOS Y VARILLAS DE ACERO AL CROMO Y CR-NI. RESISTENTES A LA CORROSION R.U.	1978
4.311.10	VARILLAS Y ELECTRODOS DESNUDOS DE ALUMINIO Y ALEACIONES R.U.	1978
4.311.11	ELECTRODOS DE NIQUEL Y ALEACIONES CON REVESTIMIENTO. R.U.	1978
4.311.12	ELECTRODOS DE TUNGSTENO PARA SOLDADURA DE ARCO. R.U.	1978

4 311.13	ELECTRODOS Y VARILLAS PARA METALIZAR SUPERFICIES R.U.	1978
4.311.14	ELECTRODOS Y VARILLAS DESNUDOS DE NIQUEL Y ALEACIONES R.U.	1992
4.311.15	VARILLAS Y ELECTRODOS REVESTIDOS PARA SOLDAR HIERRO FUNDIDO R.U.	1978
4.311.16	VARILLAS Y ELECTRODOS DESNUDOS DE TITANIO Y SUS ALEACIONES. R.U.	1992
4.311.17	ELECTRODOS DESNUDOS DE ACERO DULCE Y FUNDENTES P/SOLD DE ARCO SUMERGIDO. R.U.	1979
4 311.18	ELECTRODOS DE ACERO DULCE PARA SOLD DE ARC METALICO. PROTEGIDO CON GAS. R.U.	1979
4 311 19	ELECTRODOS DESNUDOS Y VARILLAS DE ALEACIONES DE MAGNESIO R.U.	1978
4.311.20	ELECTRODOS DE ACERO DULCE CON NUCLEO FUNDENTE P/SOLD. DE ARCO R.U	1984
4.311.21	ELECTRODOS Y VARILLAS PARA METALIZACION COMPUESTA. R.U	1978
4.315.01	REQUISITOS GRALES. P/TUBOS DE A/C. DE ALEACIONES FERRITICAS Y AUSTENITICAS	1990
4.315.02	TUBOS SOLDADOS DE ACERO AUSTENITICO PARA CALDERAS, SOBRECALENTADORES, CAMBIADORES DE CALOR, Y CONDENSADORES	1990
4 315.03	TUBOS CON Y SIN COSTURA DE AC. INOXIDABLE AUSTENITICO PARA SERVICIO GENERAL.	1983
4.315.04	REQUISITOS GRALES. PARA TUBOS ESPECIALES DE ACERO AL CARBONO Y ALEACIONES DE ACERO	1990
4 315.05	TUBOS S/COSTURA Y TUBOS SOLDADOS DE AC AUSTENITICO INOXIDABLE	1990
4 315 06	TUBOS SOLDADOS. ACERO AUSTENITICO DE GRANDES DIAMETROS. PARA SERVICIOS CORROSIVOS Y ALTA TEMPERATURA.	1986
4 411 01	RECUBRIMIENTO PARA PROTECCION ANTICORROSIVA	1990
5 280.01	SELECCION DE MATERIALES. INSPECCION Y PRUEBAS DE LOS SISTEMAS DE INTERCOMUNICACION Y VOCEO EN INSTALACIONES MARITIMAS Y TERRESTRES.	1990
K - 101	CRITERIOS Y RECOMENDACIONES DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE TUBERIAS DE PROCESO. SERVICIOS AUXILIARES E INTEGRACION.	1986
DG-GPASI-SI-3600	NORMA DE SEGURIDAD Y CONTRAINCENDIO PARA TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS INFLAMABLES Y COMBUSTIBLES DE PEMEX REFINACION.	Mar-98
DG-GPASI-IT-0202	PROCEDIMIENTO PARA LA INSPECCION DE TUBERIA RECIENTE CONSTRUIDAS ANTES DE OPERAR.	Dic-97
GPEI-IT-904	PROCEDIMIENTO PARA EFECTUAR TRABAJOS DE BARRENADO (TAPPING-MACHINE) EN TUBERIAS EN OPERACION	1988
GPEI-SI-2505	REGLAS BASICAS DE SEGURIDAD PARA TRABAJOS EN DRENAJES ACEITOSOS, QUIMICOS, PLUVIALES, SANITARIOS O DE CUALQUIER INDOLE EN LOS CENTROS DE TRABAJO DE LA STI	Abr-87
GPEI-IT-3001	INSTALACION DE NIPLERIA EN LINEAS Y EQUIPOS DE PROCESO	Feb-86
DG-GPASI-SI-8200	REGLAMENTO DE SEGURIDAD PARA CONTRATISTAS Y SU DISPOSICION ADMINISTRATIVA (ANEXO)	Abr-98
GPEI-IT-0206	PROCEDIMIENTO PARA LA RECEPCION DE VALVULAS DE ALIVIO NUEVAS.	Jul-87
GPEI-SI-6370	RECOMENDACIONES BASICAS DE SEGURIDAD PARA EL DISEÑO, CONSTRUCCION Y REACONDICIONAMIENTO DE CUARTOS DE CONTROL DE LAS PLANTAS DE PROCESO	Ago-89
GPASI-SI-6910	ESPECIFICACIONES BASICAS PARA EL DISEÑO DE LA INSTRUMENTACION Y PROTECCIONES EN LOS RECIPIENTES A PRESION PARA ALMACENAMIENTO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO	Mar-95
GPASI-IT-6920	PROCEDIMIENTO PARA LLEVAR A CABO LA VERIFICACION DE LA INEXISTENCIA DE CONDICIONES INSEGURAS EN LAS NUEVAS INSTALACIONES DE PEMEX-REFINACION Y EL CUMPLIMIENTO DE LOS	Ago-00



EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTTO DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN
ADMINISTRACIÓN DEL
MANTENIMIENTO



00088

REQUERIMIENTOS AMBIENTALES.		
DG-GPASI-SI-3610	NORMA PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCION DE REDES DE AGUA CONTRA INCENDIO EN CENTROS DE TRABAJO DE PEMEX-REFINACION	Jul-96
GPASI-IT-3620	DICTAMEN NORMATIVO DE LAS MEDIDAS ADICIONALES DE SEGURIDAD (M.A.S.) EN TANQUES ATMOSFERICOS.	Oct-94
NO.01.2.01 Rev. 1	PROTECCION CONTRA INCENDIO DE LAS INSTALACIONES DE PROCESO	Feb-76
NO.07.0.15	REQUISITOS MINIMOS DE SEGURIDAD EN LOS DRENAJES DE LAS INSTALACIONES DE LAS ÁREAS INDUSTRIALES.	Nov-73
NO 09 0.02 Rev. 1	APLICACIONES Y USO DE PROTECCION CATÓDICA EN TUBERIAS ENTERRADAS Y SUMERGIDAS.	Abr-74
DN 09.0 07	DICTAMEN NORMATIVO. COLORES PARA IDENTIFICACION DE TUBERIAS QUE CONDUCE FLUIDOS (LÍQUIDOS O GASES)	Jul-88
BSI - 25	RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD PARA LOS TRABAJADORES DE LA CONSTRUCCION DE INSTALACIONES INDUSTRIALES. (BOLETIN)	1982
DG-GPASI- IT-0400	PROCEDIMIENTO PARA EFECTUAR LAS PRUEBAS HIDROSTATICAS A TUBERIAS Y EQUIPOS DE LAS INSTALACIONES DEPENDIENTES DE PEMEX REFINACION.	Feb-96
GPEI- IT -905	PROCEDIMIENTO PARA LLEVAR A CABO LA REVISION DE LA TORNILLERIA DE LAS NUEVAS INSTALACIONES DEPENDIENTES DE LA SUBDIRECCION DE TRANSFORMACION INDUSTRIAL.	Abr-88
T - 300	PRUEBA DE PRESION EN CAMPO PARA TUBERIA DE PROCESO Y SERVICIOS AUXILIARES. EQUIPO E INSTRUMENTOS	
GPEI- IT - 4205	GUÍA PARA SELECCIONAR EL TRATAMIENTO TÉRMICO DE RELEVADO DE ESFUERZO DE LAS SOLDADURAS DE TUBERIA Y RECIPIENTES A PRESIÓN.	May-89
PR.10 4.01	PROCEDIMIENTO PARA LA REVISION Y VALIDACION DE LA INGENIERIA DE PROYECTOS DE INSTALACIONES Y SUS MODIFICACIONES DESDE EL PUNTO DE VISTA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL	
DN.07.0.02	DICTAMEN NORMATIVO SOBRE ESPECIFICACIONES DE DISEÑO PARA TANQUES ATMOSFERICOS DE ALMACENAMIENTO. A CARGO DE LA SUBDIRECCION DE TRANSFORMACION INDUSTRIAL.	Jun-89
GPEI - IT - 0203	ESPECIFICACIONES MINIMAS DE SEGURIDAD PARA SISTEMAS DE DESFOGUE.	Jul-89
NO 09.0.04	REGLAMENTACION CON RESPECTO A LA INSTALACION DE VALVULAS DE BLOQUEO EN LAS VÁLVULAS DE SEGURIDAD	Jun-97
NO 07.2.08	INSTALACION Y REVISION DE TUBERIAS, VALVULAS Y ACCESORIOS DE 1-1/2" DE DIÁMETRO Y MENORES EN LINEAS Y EQUIPOS DE PROCESO Y ALMACENAMIENTO	Sep-74
NO.07.2.11	CLASIFICACION DE AREAS PELIGROSAS Y SELECCION DE EQUIPO ELECTRICO EN LAS INSTALACIONES DE REFINACION Y PETROQUIMICA	Ene-73
NO 07 2.07	MATERIALES PARA TUBERIAS DE PROCESO QUE MANEJAN HIDROCARBUROS Y DIVERSOS PRODUCTOS CON DIFERENTES CONDICIONES DE OPERACION. REV. 1	Mar-77
NO 01.0.10	EXTINGUIDORES PORTATILES CONTRA INCENDIO. PARTE 1 (EXTINGUIDORES DE POLVO QUIMICO SECO) REV. 1	May-75
NO.01 0 09	MATERIALES PARA TUBERIA DE AGUA CONTRA INCENDIO. REV.2.	May-77
NO.01.0.12	MANGUERAS PARA SERVICIO CONTRA INCENDIO EN INSTALACIONES INDUSTRIALES. REV.1	Sep-72
NO.07.0.06	MATERIALES PARA TUBERIAS QUE MANEJAN AGUA, VAPOR Y AIRE CON DIFERENTES CONDICIONES DE OPERACION. REV.1. CONDICIONES DE OPERACION REV. 1	Sep-75
IN 02 0.01	INSTRUCTIVO PARA EL USO Y MANTENIMIENTO DE CINTURONES Y ARNESES DE SEGURIDAD.	1989
GS- E 001 REV.6	BASES DE DISEÑO Y CONSTRUCCION DE INSTALACIONES ELECTRICAS CON ADENDUM (2001)	Ago-00



**MANUAL DEL DIPLOMADO EN
ADMINISTRACIÓN DEL
MANTENIMIENTO**



EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTTO DE POZOS

00089

DG-ASIPA-SI-8300	NORMA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE PRODUCTOS CONTENIDOS EN TANQUES DE ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTADOS POR TUBERIAS.	Oct-99
NOM-009-ENER-1995	EFICIENCIA ENERGETICA EN AISLAMIENTOS TERMICOS INDUSTRIALES.	Nov-95
NO.01.0.15	SISTEMAS DE ASPERSORES P/PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO VIII-78	Ago-78
GPEI-IT-0208	PROCEDIMIENTO PARA LA RECEPCION DE EQUIPOS Y TUBERIAS DE PROCESO Y SERVICIOS AUXILIARES EN NUEVAS INSTALACIONES DE LA SUBDIRECCION DE TRANSFORMACION INDUSTRIAL.	Jul-88
GPEI-IT-0200	PROCEDIMIENTO DE REVISION INICIAL DE NIPLERIA DE PLANTAS EN CONSTRUCCION	Feb-86
DG-GPASI-IT-00204	PROCEDIMIENTO PARA EL REGISTRO, ANALISIS Y PROGRAMACION DE LA MEDICION PREVENTIVA DE ESPESORES.	Jun-96
BSI - S / No.	REGLAMENTO DE SEGURIDAD E HIGIENE DE PETROLEOS MEXICANOS REFINACION Y PETROQUIMICA. CAPITULO XXI (OBRAS).	Jul-96
NOM-122-STPS-1996	CONDICIONES DE SEGURIDAD E HIGIENE PARA EL FUNCIONAMIENTO DE LOS RECIPIENTES SUJETOS A PRESION Y GENERADORES DE VAPOR O CALDERAS QUE OPEREN EN LOS CENTROS DE TRABAJO.	Jul-97
DG-GPASI-SI-2720	NORMA SOBRE SISTEMAS AUTOMATICOS PARA LA DETECCION Y ALARMA POR FUEGO O POR ATMOSFERAS RIESGOSAS (CANCELA Y SUBSTITUYE A DN.09 0.01. NO. 189)	May-97
S/No:	PROCEDIMIENTO Y REGLAMENTO PARA EL USO DEL PERMISO DE TRABAJO.	1996
DG-GPASI-SI-2510	REGLAS DE SEGURIDAD PARA EFECTUAR TRABAJOS EN ESPACIOS CONFINADOS	1995
DG-GPASI-SI-2703	DICTAMEN NORMATIVO SOBRE LOS REQUISITOS MINIMOS DE SEGURIDAD Y CRITERIOS DE OPERACION DE LOS DRENAJES DE LAS AREAS INDUSTRIALES DE PEMEX REFINACION	1992
GPEI-IT-3004	PROCEDIMIENTO PARA CONTROLAR LA CALIDAD DE TUBERIAS Y CONEXIONES DE ALEACIONES EN LAS REFINERIAS DE LA STI	1991
DG-GPASI-IT-0207	PROCEDIMIENTO PARA LA INSPECCION Y PRUEBA DE VALVULAS DE RELEVO DE PRESION	1997
GPEI-SI-3610	ESPECIFICACIONES Y REQUISITOS GENERALES PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE REDES DE AGUA CONTRA INCENDIO EN CENTROS DE TRABAJO DE PEMEX REF.	1996
GPEI-IT-6920	PROCEDIMIENTO PARA LLEVAR A CABO LA VERIFICACION DE LA NO EXISTENCIA DE CONDICIONES INSEGURAS EN LAS NUEVAS INSTALACIONES DE PEMEX- REFINACION Y EL CUMPLIMIENTO DE LOS REQUERIMIENTOS AMBIENTALES	Ago-00
DG-GPASI-SI-2330	NORMA SOBRE DISTANCIAS MINIMAS Y DISTRIBUCION DE INSTALACIONES INDUSTRIALES	Ago-97
DG-GPASI-IT-4901	PROCEDIMIENTO PARA AUTORIZAR Y REGISTRAR MODIFICACIONES EN LOS SISTEMAS DE TUBERIAS Y EQUIPOS DE LAS INSTALACIONES DE PEMEX - REFINACION	1996
A - 07	ESPECIFICACION PARA AISLAMIENTO	1997
N - 100	ESPECIFICACION AIRE ACONDICIONADO DUCTOS DE BAJA PRESION	1990
N - 101	ESPECIFICACION AIRE ACONDICIONADO. AISLAMIENTO DE DUCTOS	1990
I - 102	SIMBOLOS Y CLAVES DE IDENTIFICACION DE INSTRUMENTOS	
DG-GPASI-IT-0903	PROCEDIMIENTO PARA EFECTUAR LA REVISION DE LA TORNILLERIA DE TUBERIAS Y EQUIPOS DE LAS INSTALACIONES EN OPERACION DE PEMEX- REFINACION.	Ago-95
DG-GPASI-SI-2740	CRITERIOS PARA LA INSTALACION DE VALVULAS DE AISLAMIENTO DE ACTIVACION REMOTA	Sep-98
CR - E - 02	RECOMENDACIONES GENERALES PARA LA APLICACION DE LA NORMALIZACION DE SOPORTES Y PUENTES ELEVADOS PARA TUBERIA EN LOS PROYECTOS DE PEMEX	
NOM-093-SCFI-1994	VALVULAS DE RELEVO DE PRESION (SEGURIDAD, SEGURIDAD-ALIVIO Y ALIVIO) OPERADAS POR RESORTE Y PILOTO; FABRICADAS DE ACERO Y BRONCE	May-97
S/No	REGLAMENTO DE LA LEY FEDERAL SOBRE METROLOGIA Y NORMALIZACION	Ene-99



EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTTO DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO



00090

NORMALIZACION		
NOM-026-STPS-1998	COLORES Y SEÑALES DE SEGURIDAD E HIGIENE. E IDENTIFICACION DE RIESGOS POR FLUIDOS CONDUCCIDOS EN TUBERIAS.	Oct-98
NOM-114-STPS-1994	SISTEMA PARA LA IDENTIFICACION Y COMUNICACION DE RIESGOS POR SUSTANCIAS QUIMICAS EN LOS CENTROS DE TRABAJO.	Oct-98
S/No.	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES PARA LA INFRAESTRUCTURA Y ADQUISICIÓN DE LA INSTRUMENTACION Y SISTEMAS DE CONTROL DISTRIBUIDO Y AVANZADO PARA SU APLICACIÓN EN LOS PROYECTOS DE MODERNIZACION Y CONSTRUCCIÓN DE NUEVAS UNIDADES DE PROCESO.	Jun-97
SP-61	PRESSURE TESTING OF STEEL VALVES. (STANDARD PRACTICE MSS)	ULTIMA EDICION
P-RH2-300-28000-0001	PROCEDIMIENTO PARA LA ELABORACION DEL REPORTE DE TRABAJADORES LESIONADOS	Jun-98
SP-GPASI-SI-2310	PROCEDIMIENTO PARA LA AUTORIZACION DE TRABAJO EN INSTALACIONES INDUSTRIALES DE LA SUBDIRECCIÓN DE PRODUCCIÓN. GERENCIA DE PROTECCIÓN AMBIENTAL Y SEGURIDAD INDUSTRIAL	Oct-98
2.207.03	PRINCIPIOS GENERALES DE DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO. PRIMERA EDICIÓN.	1975
GPASI-IT-0004	PROCEDIMIENTO PARA LA REVISION DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO ATMOSFERICO.	Ene-88
K-330	APLICACION PARA RECIPIENTES Y CAMBIADORES DE CALOR	
PC-4300	PROCEDIMIENTO PARA EL CONTROL DE ACCESO A LA REFINERIA "FRANCISCO J. MADERO"	Ene-98
DN.03.0.01	NOMENCLATURA PARA LA IDENTIFICACION DE MATERIAL Y DOCUMENTOS RELACIONADOS CON LA SEGURIDAD INDUSTRIAL.	Ene-87
GPASI-IT-0005	PROCEDIMIENTO PARA EFECTUAR LA INSPECCION DE CAMBIADORES DE CALOR EN INSTALACIONES DE PEMEX-REFINACION	Jun-96



EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTTO. DE POZOS

**MANUAL DEL DIPLOMADO EN
ADMINISTRACIÓN DEL
MANTENIMIENTO**



00091

SISTEMAS DE ILUMINACION

2.5 cálculo de alumbrado

2.5.1 alumbrado de interiores

a.- METODOS

Desde principio de 1960, el método para calcular el nivel de iluminación promedio en un espacio ha sido el método IES de **cavidad zonal**. Este método supone que cada local está constituido por tres diferentes zonas o cavidades. Cada una de ellas será tratada en conjunto, ya que tienen un efecto en cada una de las otras cavidades para producir iluminación uniforme. Este método calcula niveles de iluminación promedio horizontales a través de un espacio.

Quando se necesita un nivel de iluminación en un punto específico, se debe usar el método de "punto por punto". El método de "punto por punto" utiliza la curva fotométrica que nos muestra la distribución de candiela potencia, producida por la lámpara o luminario y por medio de trigonometría básica, el diseñador puede conocer los niveles de iluminación en superficies tanto horizontales como verticales.

2.5.1.1 método de cavidad zonal

a.- DESCRIPCIÓN

Este sistema, también llamado "método de lumen", divide el local en tres cavidades separadas. Estas son:

- (1) Cavidad del techo
- (2) Cavidad del local
- (3) Cavidad del piso

(1) **Cavidad de techo.** Es el área medida desde el plano del luminario al techo. Para luminarios colgantes existirá una cavidad de techo, para luminarios colocados directamente en el techo o empotrados en el mismo no existirá cavidad de techo.

(2) **Cavidad de local.** Es el espacio entre el plano de trabajo donde se desarrolla la tarea y la parte interior del luminario, el plano de trabajo se encuentra localizado normalmente arriba del nivel del piso. En algunos casos, donde el plano de trabajo es considerado a nivel del piso, el espacio desde el luminario al piso se considera como cavidad de local. En el lenguaje de iluminación la distancia desde el plano de trabajo a la parte interior del luminario es llamado "altura de montaje del luminario".

(3) **Cavidad de piso.** Se considera desde el piso a la parte superior del plano de trabajo, o bien, el nivel donde se realiza la tarea específica. Para áreas de oficina esta distancia es aproximadamente de 76 cms (2.5 pies). Para bancos de trabajo en industrias deberá considerarse 92 cms (3 pies) aproximadamente. Si el trabajo o tarea se desarrolla en el piso, no existe cavidad de piso. En la Fig. No. 1 se muestra el espaciamiento relativo de las cavidades del local: techo y piso, así como la "altura de montaje" de los luminarios.

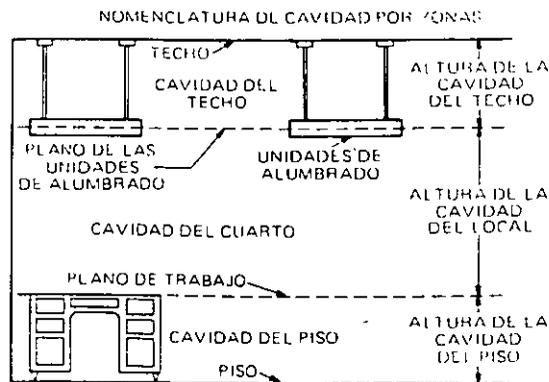


Fig. 1

Para nuestros cálculos nos referiremos a las tres cavidades por los símbolos normalmente usados para describirlos:

h_{cc} = Altura de la cavidad del techo

h_{lc} = Altura de cavidad del local

h_{pc} = Altura de cavidad de piso

b.-TEORIA DEL METODO DE CAVIDAD ZONAL

La teoría básica considerada en este método de cálculo de iluminación es que la luz producida por una lámpara o luminario es reflejada por todas las superficies del área. Las reflexiones múltiples de la luz desde el luminario y desde las superficies del local actúan para producir la luz en el plano de trabajo. Debido a este hecho es muy importante determinar

- (1) Las dimensiones del local
- (2) Las reflectancias del local referente a.
 - 2.1) techo
 - 2.2) paredes, y
 - 2.3) piso
- (3) Características de la lámpara
- (4) Características del luminario
- (5) Efectos ambientales
 - 5.1) polvo y suciedad
 - 5.2) temperatura
- (6) Mantenimiento planeado del sistema de iluminación

Con el objeto de producir un lux en el plano de trabajo, el sistema de iluminación debe producir un lúmen sobre cada metro cuadrado. De hecho, la definición de lux es

Un lúmen por metro cuadrado, o bien, establecido en forma matemática.

$$1 \text{ lúmen} = 1 \text{ lux} \\ \frac{\quad}{\text{m}^2}$$

Por lo tanto, un nivel de iluminación promedio de 1,000 luxes sobre un área de 10 m² requerirá de 10,000 lúmenes. (desde el sistema de iluminación) que sean dirigidos al plano de trabajo.

Conforme la fuente de luz se encuentre mas distante del plano de trabajo, el nivel de iluminación se reducirá en proporción al cuadrado de la distancia. Por ejemplo, si un sistema de iluminación produce 1,000 luxes a una distancia de 10 metros, entonces a 20 metros el mismo sistema no producirá la mitad sino una cuarta parte del nivel de iluminación, o sea 250 luxes, ⁽¹⁾ o sea.

$$I = \frac{1}{d^2} = \frac{1}{(2)^2} = \frac{1}{4} = \text{Una cuarta parte del nivel original}$$

donde: I = nivel de iluminación
d = distancia del luminario al plano de trabajo

Cuatro veces la distancia no producirá $\frac{1}{4}$ parte sino $\frac{1}{(4)^2}$ o un $\frac{1}{16}$ del nivel original.

NOTA (1) Generalmente para fuentes puntuales cercanas, puede variar ligeramente cuando se utilizan fuentes difusas.

TERMINADO DEL LOCAL

Es muy importante recordar que los colores de las superficies del local tienen un gran efecto en el nivel de iluminación producido por un sistema. Usar colores claros en las paredes, techos y pisos, dará como resultado un nivel mayor de iluminación que si se usan colores oscuros. Lo anterior se aplica a muebles dentro del local, materiales colgantes y alfombras.

c.- FORMULAS BASICAS - METODO DE CAVIDAD ZONAL

La fórmula básica para determinar el número de luminarios necesarios para producir un nivel de iluminación deseado para un espacio conocido es como sigue

$$\text{Luxes} = \frac{\text{No. de luminarios} \times \text{lámparas/luminarios} \times \text{lúmenes/lámparas} \times \text{C.U.} \times \text{m.f.}}{\text{Area}}$$

donde: C.U. = coeficiente de utilización

m.f = factor de mantenimiento

= L.L.D. X L.D.D

L.L.D. = depreciación de lúmenes de la lámpara

L.D.D = depreciación del luminario

FACTORES DE DEPRECIACION

Obsérvese que la fórmula requiere del conocimiento de las lámparas, luminario y factores de mantenimiento

Trataremos ahora cómo determinar los factores y dónde encontrarlos.

(a) Factores de lámpara

1) Valor de lúmenes iniciales

2) Lúmenes mantenidos o lúmenes medios (promedio) producidos por la lámpara a través de sus horas de vida (L.L.D = depreciación de lúmenes de la lámpara)

(b) Factores de luminario

1) Factor de depreciación de luminario (L.D.D. = factor de depreciación de luminario debido al polvo)

2) Coeficiente de utilización (c.u.)

A. Los fabricantes de lámparas publican datos en los cuales se indica el valor inicial de producción lumínica y el valor medio (promedio), o la depreciación de lúmenes de la lámpara a través de las horas de vida (L.L.D.)



B Los fabricantes de luminarios publican datos sobre los mismos, los cuales incluyen la pérdida de luz debido al polvo y suciedad en la superficie de los luminarios y controlentes (en caso de que se usen). También normalmente proporcionan el coeficiente de utilización para diferentes tamaños de local, usando diferentes reflectancias de las superficies. El coeficiente de utilización es un parámetro que nos indica qué tan eficiente es el luminario en convertir los lúmenes producidos por la lámpara en nivel de iluminación útil.

Un coeficiente de utilización de .80 significa que de la luz emitida por la lámpara solamente un .80 u 80% se puede utilizar en el plano de trabajo. Esto indica que el coeficiente de utilización depende de otros factores independientes del luminario, como son las reflectantes de las superficies del local discutidas anteriormente.

Hemos establecido que el método de cavidad zonal provee un nivel de iluminación promedio uniforme en un local. Sin embargo, es válido siempre y cuando el luminario se encuentre localizado correctamente y tenga una distribución adecuada en relación a la altura de montaje y espaciamiento entre luminarios conforme a los valores recomendados.

Los fabricantes de luminarios especifican el espaciamiento máximo entre luminarios en relación a la altura de montaje. Este factor es conocido como la relación del "espaciamiento a altura de montaje" o S/M H.

d.— PASOS A SEGUIR PARA CALCULAR UN SISTEMA DE ILUMINACIÓN

Con objeto de simplificar el procedimiento de cálculo para determinar el número de luminarios así como la localización de estos en el área, se deben seguir los siguientes pasos

- (1) Determinar el tipo de trabajo que se desarrollará en el local. Esto servirá para determinar la calidad y cantidad de luz que se necesita.

El Illuminating Engineering Society of North America indica los niveles de iluminación recomendados para trabajos específicos.

- (2) Determinar qué fuente luminosa deberá usarse.
- (3) Determinar qué condiciones ambientales prevalecerán en el área. Esto nos ayudará a determinar los efectos de polvo, suciedad y las condiciones ambientales que se deberán tomar en cuenta.
- (4) Determinar las condiciones físicas y operaciones del área y cómo se usará. Esto incluye dimensiones del local, valores de reflectancia, localización del plano de trabajo y características operacionales, tales como

Horas diarias de trabajo y periodo de tiempo en años del sistema durante el cual será usado

- (5) Seleccionar el luminario que se usará. Algunos de los factores que ayudan a determinar el luminario que deberá usarse son
- a) Altura de montaje
 - b) Tipo de lámpara seleccionada
 - c) Características de depreciación del luminario
 - d) Restricciones físicas del montaje (colgante, empotrado, abierto, cerrado, etc.)
 - e) Mantenimiento requerido (limpieza del reflector y el reemplazo de las lámparas)
 - f) Costo, tamaño y peso
 - g) Aspecto estético

- (6) Determinar los factores de depreciación de luz para el área. Los factores de pérdida de luz se pueden dividir en dos categorías

- a) No recuperables
- b) Recuperables

Los factores no recuperables se consideran como

La temperatura ambiental, la cual puede afectar el compor-

tamiento del luminario; voltaje de alimentación al luminario, voltaje de alimentación al luminario, características del balastro y características de las superficies del luminario (el material actual cambia sus características a través de sus horas de vida)

Los factores recuperables son

La depreciación de la producción lumínica de la lámpara, las lámparas fuera de operación, depreciación de la luminaria debido al polvo, depreciación de la superficie del local debido al polvo.

Multiplicando todos los factores de pérdida se obtiene un factor de pérdida neta

Con el fin de simplificar los cálculos, usaremos en el siguiente ejemplo únicamente los dos factores que afectan en mayor proporción la pérdida de luz, a saber

L L D = Depreciación de lúmenes de lámpara

L D D = Depreciación del luminario debido al polvo

Multiplicando estos dos factores obtenemos el factor de mantenimiento (m f.)

- (7) Cálculo de las relaciones de cavidad

- (a) Cavidad de local
- (b) Cavidad de techo
- (c) Cavidad de piso

La fórmula para el cálculo de la relación de cavidad es:

$$\text{Relación de Cavidad} = \frac{5 \times \text{altura} \times (\text{largo} + \text{ancho})}{\text{largo} \times \text{ancho}}$$

Donde:

Altura = Altura de cavidad de local, piso o techo

- (8) Determinar las reflectantes efectivas correspondientes a las cavidades de techo y piso. Este procedimiento contempla el efecto de interreflexión de la luz considerando las diferentes superficies del local. En la tabla 11a, se indican las reflectancias efectivas.

Si todas las superficies son altamente reflectivas, o si los luminarios se encuentran localizados directamente en el

techo, no será necesario efectuar este cálculo. En este caso se puede usar el valor actual de las reflectancias de las superficies (estimadas o medidas) para determinar el coeficiente de utilización.

- (9) Determinar el coeficiente de utilización (c.u.)

El coeficiente de utilización se encuentra en los datos técnicos proporcionados por el fabricante, para el luminario que se usará. (Ver tabla 12a y 12b)

Se notará que con el objeto de seleccionar el valor apropiado del c.u. de esas tablas, se deberán conocer primeramente las reflectancias efectivas de techo, pared y piso. La mayoría de las tablas muestran solamente un valor como reflectancia de piso. Este valor es 20% y es considerado como un valor normal. En caso de que el valor de reflectancia sea mayor o menor del 20% se debe corregir de acuerdo con los datos disponibles en la tabla No. 13.

- (10) Cálculo del número de luminarios requeridos

Con los datos anteriores se debe aplicar la fórmula siguiente

$$\text{No. de luminarios} = \frac{\text{área} \times \text{lúmenes (promedio mantenido)}}{\text{No. de lámparas/luminario} \times \text{lúmenes/lámpara} \times \text{coeficiente de utilización} \times \text{factor de mantenimiento}}$$

Ejemplo.

- Dimensiones del local
Longitud 150 metros
Ancho 30 metros
Altura 8.5 metros
- Altura del plano de trabajo 1.0 metros
- Altura de montaje del luminario 6.0 metros (refiérase a la Fig No. 1)
- Las reflectancias del local son:
Paredes 30%
Techo 80%
Piso 20%
- La lámpara será:
Lumalux L.U.-400
Lúmenes iniciales por lámpara 50,000
L.L.D. = .90
- El luminario escogido requiere una lámpara por luminario (luminario tipo 16)
- La depreciación del luminario debido al polvo, el factor es 85 u 85%
- El nivel de iluminación requerido, es de 1,000 luxes

En las tablas de relación de cavidad encontramos que las relaciones son:

- Cavidad de local = 1.2
- Cavidad del techo = 0.3
- Cavidad del piso = 0.2

Estos factores también pueden ser calculados como sigue

$$\text{- Cavidad de techo} = \frac{5 \times 1.5 (30 + 150)}{30 \times 150} = \frac{5 \times 1.5 \times 180}{4,500} = 0.3$$

$$\text{Relación de cavidad de local} = \frac{5 \times 6 (30 + 150)}{4,500} = 1.2$$

$$\text{Relación de cavidad de piso} = \frac{5 \times 1 (30 + 150)}{4,500} = 0.2$$

Tomando en cuenta las relaciones de cavidad, podemos determinar las reflexiones efectivas y de esta manera determinar el valor neto efectivo de reflectancias para techo y piso, las cuales son.

$$P_{cc} = \text{Reflectancia efectiva de techo} = .74$$

$$P_{fc} = \text{Reflectancia efectiva de piso} = .19$$

En la tabla de coeficientes de utilización de luminarios podemos encontrar que el coeficiente de utilización para este luminario en particular es aproximadamente de 0.7941 ≈ 0.795

Tomando 0.795 como coeficiente de utilización, se puede calcular el número de luminarios como sigue

$$\text{No de luminarios} = \frac{4,500 \times 1,000}{1 \times 50,000 \times 0.795 \times 765} = 147.98 \approx 148$$

Por lo tanto, el número de luminarios será de 148

Calcularemos el área promedio de luminario como sigue

$$\frac{\text{área total}}{\text{No de luminarios}} = \frac{4,500}{148} = 30.40 \text{ m}^2$$

El espaciamiento entre luminarios se determinará obteniendo la raíz cuadrada del área promedio por luminario:

$$\text{Espaciamiento promedio} = \sqrt{\text{área/luminario}} = \sqrt{30.40} = 5.51 \text{ mts}$$

El número aproximado de luminarios en cada hilera se puede encontrar dividiendo primero la longitud del local por el espaciamiento promedio, posteriormente dividiendo el ancho del local por el espaciamiento promedio

$$\text{a lo largo} = \frac{150}{5.51} = 27.22 \text{ luminarios}$$

$$\text{a lo ancho} = \frac{30}{5.51} = 5.44 \text{ luminarios}$$

El número instalado en cada hilera podrá ser 29 X 5 = 145 ó 28 X 6 = 168

La localización se determinará de acuerdo con las limitaciones físicas del espacio en el local

Deberemos también asegurarnos de que la relación de espaciamiento a altura de montaje no exceda lo especificado por el fabricante de luminarios

La máxima relación S/M.H. para este luminario en particular es de 1.5 o sea que el espaciamiento no debe ser mayor que 1.5 veces la altura de montaje. En nuestro ejemplo, la altura de montaje es de seis metros; podremos sin embargo, utilizar hasta nueve metros entre luminarios y aún así mantener uniforme nuestro nivel de iluminación

En nuestro ejemplo, el espaciamiento es de 5 a 5.5 metros, por lo tanto, la distribución es la adecuada.



EXPLORACION Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTTO DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO

00096

e.- TABLA DE RELACIONES DE CAVIDAD

DIMENSIONES DEL LOCAL		DIMENSIONES DE LA CAVIDAD																																
8	8	12	19	25	31	37	44	50	62	75	88	100	112	125	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
	10	11	17	22	28	34	39	45	56	67	79	90	101	113	124	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
	14	10	15	20	25	30	34	38	43	51	59	69	78	88	96	105	117	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
	20	07	10	13	17	20	23	26	31	35	44	52	61	70	79	88	96	105	117	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
	30	08	12	16	20	24	28	32	40	48	55	63	71	79	87	95	103	111	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
40	07	11	15	19	23	26	30	37	45	53	59	65	74	81	88	95	103	111	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
10	10	10	15	20	25	30	35	40	50	60	70	80	90	100	110	120	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
	14	09	13	17	21	26	30	34	43	51	60	69	78	86	93	101	110	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
	20	07	10	13	17	20	23	26	33	40	47	53	60	66	73	80	87	94	106	120	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
	30	06	09	12	16	19	22	25	31	37	44	50	56	62	69	75	81	87	94	100	125	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	40	06	09	12	15	17	20	23	29	35	41	47	53	59	65	71	76	82	88	94	117	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
12	12	08	12	17	21	25	29	33	42	50	58	67	75	84	92	100	117	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
	16	07	11	15	18	22	25	29	36	44	51	58	65	72	80	87	94	106	125	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
	24	06	09	12	16	19	22	25	31	37	44	50	56	62	69	75	81	87	94	100	125	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	35	06	08	11	14	17	19	22	28	33	39	44	50	55	60	66	72	78	82	88	110	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	50	05	08	10	13	15	18	21	26	31	36	41	46	51	56	62	67	72	78	82	102	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
70	05	07	10	12	15	17	20	24	29	34	39	44	49	54	58	62	67	72	78	97	122	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
14	14	07	11	14	18	21	25	29	36	43	50	57	64	71	78	85	100	114	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
	20	06	09	12	15	18	21	24	30	36	42	47	52	57	63	69	73	78	84	105	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	30	05	08	10	13	16	18	21	26	31	37	42	47	52	57	63	68	73	78	84	105	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	42	05	07	10	12	14	17	19	22	27	32	37	41	45	49	53	57	61	65	70	88	119	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	60	04	07	09	11	13	15	18	22	26	31	35	39	44	48	52	56	61	65	70	88	109	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
90	04	06	08	10	12	14	16	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60	66	83	124	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
17	17	06	09	12	15	18	21	23	29	35	41	47	53	59	65	70	82	94	117	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
25	05	07	10	12	15	17	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	80	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
35	04	07	09	11	13	15	17	22	26	31	35	39	44	48	52	56	61	67	70	87	109	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
50	04	06	08	10	12	14	16	20	24	28	32	35	39	43	47	50	54	58	67	84	115	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
80	04	05	07	09	11	13	15	18	22	26	30	34	38	42	46	50	54	58	67	84	115	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
120	03	05	07	08	10	12	13	17	20	23	27	30	33	36	39	42	45	48	54	67	84	115	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
20	20	05	07	10	12	15	17	20	25	30	35	40	45	50	55	60	70	80	100	125	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	30	04	06	08	10	12	15	17	21	25	29	33	37	41	45	49	53	58	66	82	124	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	45	04	05	07	09	11	13	14	18	22	25	29	33	36	40	43	47	51	58	72	91	105	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	60	03	05	07	08	10	12	13	17	20	23	27	30	34	37	40	43	46	51	60	75	91	101	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	90	03	04	06	08	09	11	12	16	19	22	25	28	31	34	37	40	43	47	54	67	84	101	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
150	03	04	06	07	08	10	11	14	17	20	23	26	29	32	34	37	40	46	57	72	90	101	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
24	24	04	05	08	10	12	13	17	21	25	29	33	37	41	45	50	58	67	82	103	124	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	32	04	05	07	09	11	13	15	18	22	26	29	33	36	40	43	47	51	58	72	90	110	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	50	03	05	06	08	09	11	12	15	18	22	25	28	31	34	37	40	44	50	62	78	94	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	70	03	04	06	07	08	10	11	14	17	20	22	25	28	30	33	36	38	44	55	69	82	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	100	03	04	05	06	08	09	10	13	16	18	21	24	26	29	31	33	36	41	50	63	77	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
160	02	04	05	06	07	08	10	12	14	17	19	21	24	26	28	30	33	38	47	59	71	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
30	30	03	05	07	08	10	12	13	17	20	23	27	30	33	37	40	47	54	67	84	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	45	03	04	06	07	08	10	11	14	17	19	22	25	27	30	33	38	44	55	69	82	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	60	03	04	05	06	07	09	10	12	15	17	20	22	25	27	30	35	40	50	62	78	94	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	90	02	03	04	06	07	08	09	11	13	16	18	20	22	25	27	31	36	45	56	67	82	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	150	02	03	04	05	06	07	08	10	12	14	16	18	20	22	24	28	32	40	50	60	75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
200	02	03	04	05	06	07	08	10	11	13	15	17	19	20	22	26	30	37	47	54	66	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
36	36	03	04	06	07	08	10	11	14	17	19	22	25	28	30	33	39	44	55	69	83	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	50	02	04	05	06	07	08	10	12	14	17	19	21	25	26	29	33	38	48	59	72	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	75	02	03	04	05	06	07	08	10	12	14	16	18	20	23	25	29	33	41	51	61	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	100	02	03	04	05	06	07	08	09	11	13	15	17	19	21	23	26	30	38	47	57	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	150	02	03	03	04	05	06	07	09	10	12	14	16	17	19	21	24	28	35	43	52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
200	02	02	03	04	05	06	07	08	10	11	13	15	16	18	20	23	26	33	41	49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
42	42	02	04	05	06	07	08	10	12	14	16	19	21	24	26	28	33	38	47	59	71	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	60	02	03	04	05	06	07	08	10	12	14	16	18	20	22	24	28	32	40	50	60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	90	02	03	03	04	05	06	07	09	10	12	14	16	17	19	21	24	28	35	44	52	-	-											



MANUAL DEL DIPLOMADO EN ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO



EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTTO DE POZOS

00097

f.- PORCENTAJE DE LAS REFLECTANCIAS EFECTIVAS DE TECHO O PISO PARA VARIAS COMBINACIONES DE REFLECTANCIAS

% DE REFLECTANCIA BASE*	90										80										70										60										50									
	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0
RELACION DE CAVIDAD																																																		
0.2 -																																																		
0.4																																																		
0.6																																																		
0.8																																																		
1.0																																																		
1.2 -																																																		
1.4																																																		
1.6																																																		
1.8																																																		
2.0																																																		
2.2																																																		
2.4																																																		
2.5																																																		
2.8																																																		
3.0																																																		
3.2																																																		
3.4																																																		
3.6																																																		
3.8																																																		
4.0																																																		
4.2																																																		
4.4																																																		
4.6																																																		
4.8																																																		
5.0																																																		
6.0																																																		
7.0																																																		
8.0																																																		
9.0																																																		
10.0																																																		

*Techo, piso, o piso de la cavidad.



EXPLORACION Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTTO DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO



00098

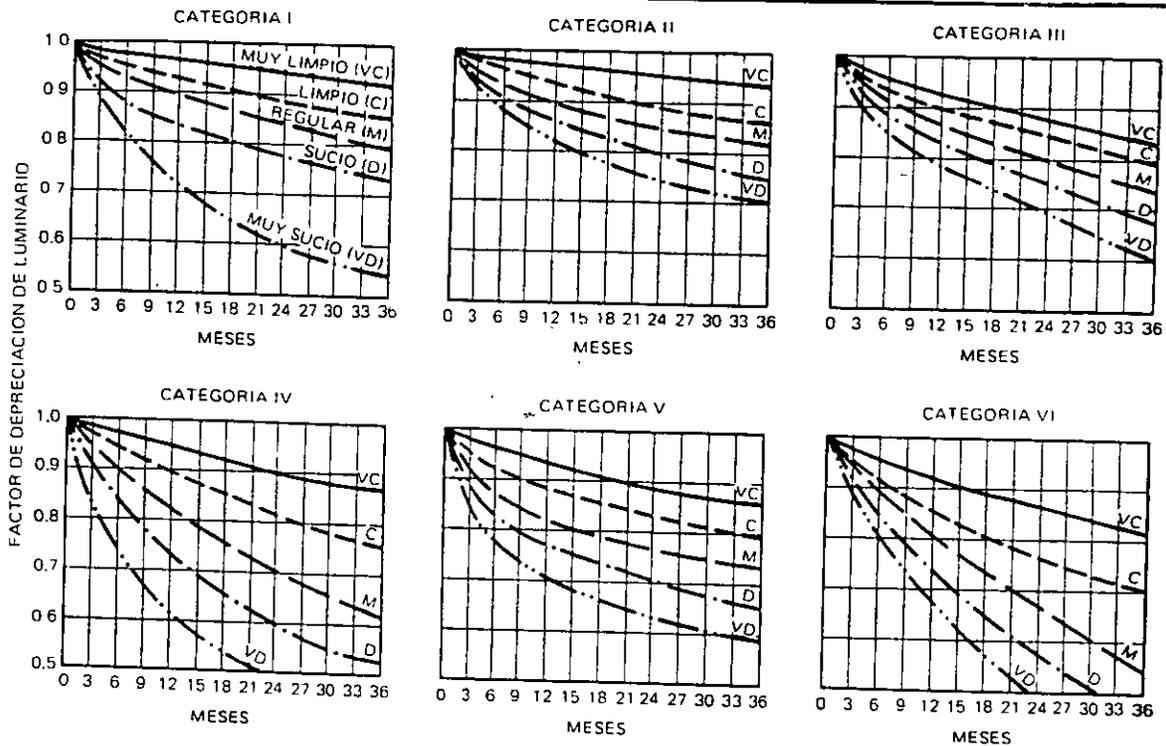
% DE REFLECTANCIA BASE*	40	30	20	10	0
% DE REFLECTANCIA DE PARED	90 80 70 60 50 40 30 20 10 0	90 80 70 60 50 40 30 20 10 0	90 80 70 60 50 40 30 20 10 0	90 80 70 60 50 40 30 20 10 0	90 80 70 60 50 40 30 20 10 0
RELACION DE CAVIDAD					
0.2	40 40 39 39 39 38 38 37 36 36	31 31 30 30 20 20 20 28 28 27	21 20 20 20 20 19 19 19 17	11 11 11 10 10 10 10 09 09 09	02 02 02 01 01 01 01 00 00 0
0.4	41 40 39 39 38 37 36 35 34 34	31 31 30 30 29 28 28 27 26 25	22 21 20 20 20 19 19 18 18 16	12 11 11 11 11 10 10 09 09 08	04 03 03 02 02 02 01 01 00 0
0.6	41 40 39 38 37 36 34 33 32 31	32 31 30 29 28 27 26 26 25 23	23 21 21 20 19 19 18 18 17 15	13 13 12 11 11 10 10 09 08 08	05 05 04 03 03 02 02 01 01 0
0.8	41 40 38 37 36 35 33 32 31 29	32 31 30 29 28 26 25 25 23 22	24 23 21 20 19 19 18 17 16 14	15 14 13 12 11 10 10 09 08 07	07 06 05 04 04 03 02 02 01 0
1.0	42 40 38 37 35 33 32 31 29 27	33 32 30 29 27 25 24 23 22 20	25 23 22 20 19 18 17 16 15 13	16 14 13 12 12 11 10 09 08 07	08 07 06 05 04 03 02 02 01 0
1.2	42 40 38 36 34 32 30 29 27 25	33 32 30 28 27 25 23 22 21 19	25 23 22 20 19 17 16 14 12	17 15 14 13 12 11 10 09 07 06	10 08 07 06 05 04 03 02 01 0
1.4	42 39 37 35 33 31 29 27 25 23	34 32 30 28 26 24 22 21 19 18	26 24 22 20 18 17 16 15 13 12	18 16 14 13 12 11 10 09 07 06	11 09 08 07 06 04 03 02 01 0
1.6	42 39 37 35 32 30 27 25 23 22	34 33 29 27 25 23 22 20 18 17	26 24 22 20 18 17 16 15 13 11	19 17 15 14 12 11 09 08 07 06	12 10 09 07 06 05 03 02 01 0
1.8	42 39 36 34 31 29 26 24 22 21	35 33 29 27 25 23 21 19 17 16	27 25 23 20 18 17 15 14 12 10	19 17 15 14 13 11 09 08 06 05	13 11 09 08 07 05 04 03 01 0
2.0	42 39 36 34 31 28 25 23 21 19	35 33 29 26 24 22 20 18 16 14	28 25 23 20 18 16 15 13 11 09	20 18 16 14 13 11 09 08 06 05	14 12 10 09 07 05 04 03 01 0
2.2	42 39 36 33 30 27 24 22 19 18	36 32 29 26 24 22 19 17 15 13	28 25 23 20 18 16 14 12 10 09	21 19 16 14 13 11 09 07 06 05	15 13 11 09 07 06 04 03 01 0
2.4	43 39 35 33 29 27 24 21 18 17	36 32 29 26 24 22 19 16 14 12	29 26 23 20 18 16 14 12 10 08	22 19 17 15 13 11 09 07 06 05	16 13 11 09 08 06 04 03 01 0
2.6	43 39 35 32 29 26 23 20 17 15	36 32 29 25 23 21 18 16 14 12	29 26 23 20 18 16 14 11 09 08	23 20 17 15 13 11 09 07 06 04	17 14 12 10 08 06 05 03 02 0
2.8	43 39 35 32 28 25 22 19 16 14	37 33 29 25 23 21 17 15 13 11	30 27 23 20 18 15 13 11 09 07	23 20 18 16 13 11 09 07 05 03	17 15 13 10 08 07 05 03 02 0
3.0	43 39 35 31 27 24 21 18 16 13	37 33 29 25 22 20 17 15 12 10	30 27 23 20 17 15 13 11 09 07	24 21 18 16 13 11 09 07 05 03	18 16 13 11 09 07 05 03 02 0
3.2	43 39 35 31 27 23 20 17 15 13	37 33 29 25 22 19 16 14 12 10	31 27 23 20 17 15 12 11 09 06	25 21 18 16 13 11 09 07 05 03	19 16 14 11 09 07 05 03 02 0
3.4	43 39 34 30 26 23 20 17 14 12	37 33 29 25 22 19 16 14 11 09	31 27 23 20 17 15 12 10 08 06	26 22 18 16 13 11 09 07 05 03	20 17 14 12 09 07 05 03 02 0
3.6	44 39 34 30 26 22 19 16 14 11	38 33 29 24 21 18 15 13 10 09	32 27 23 20 17 15 12 10 08 05	26 22 19 16 13 11 09 06 04 03	20 17 15 12 10 08 05 04 02 0
3.8	44 38 33 29 25 22 18 16 13 10	38 33 28 24 21 18 15 13 10 08	32 28 23 20 17 15 12 10 07 05	27 23 19 17 14 11 09 06 04 02	21 18 15 12 10 08 05 04 02 0
4.0	44 38 33 29 25 21 18 15 12 10	38 33 28 24 21 18 14 12 09 07	33 28 23 20 17 14 11 09 07 05	27 23 20 17 14 11 09 06 04 02	22 18 15 13 10 08 05 04 02 0
4.2	44 38 33 29 24 21 17 15 12 10	38 33 28 24 20 17 14 12 09 07	33 28 23 20 17 14 11 09 07 04	28 24 20 17 14 11 09 06 04 02	22 19 16 13 10 08 06 04 02 0
4.4	44 38 33 28 24 20 17 14 11 09	39 33 28 24 20 17 14 11 09 06	34 28 24 20 17 14 11 09 07 04	28 24 20 17 14 11 08 06 04 02	23 19 16 13 10 08 06 04 02 0
4.6	44 38 32 28 23 19 16 14 11 08	39 33 28 24 20 17 13 10 08 06	34 29 24 20 17 14 11 09 07 04	29 25 20 17 14 11 08 06 04 02	23 20 17 13 11 08 06 04 02 0
4.8	44 38 32 27 22 19 16 13 10 08	39 33 28 24 20 17 13 10 08 05	35 29 24 20 17 13 10 08 06 04	29 25 20 17 14 11 08 06 04 02	24 20 17 14 11 08 06 04 02 0
5.0	45 38 31 27 22 19 15 13 10 07	39 33 28 24 19 16 13 10 08 05	35 29 24 20 16 13 10 08 06 04	30 25 20 17 14 11 08 06 04 02	25 21 17 14 11 08 06 04 02 0
6.0	44 37 30 25 20 17 13 11 08 05	39 33 27 23 18 15 11 09 06 04	36 30 24 20 16 13 10 08 05 02	31 26 21 18 14 11 08 06 03 01	27 23 18 15 12 09 06 04 02 0
7.0	44 36 29 24 19 16 12 10 07 04	40 33 26 22 17 14 10 08 05 03	36 30 24 20 15 12 09 07 04 02	32 27 21 17 13 11 08 06 03 01	28 24 19 15 12 09 06 04 02 0
8.0	44 35 28 23 18 15 11 09 06 03	40 33 26 21 16 13 09 07 04 02	37 30 23 19 15 12 08 06 03 01	33 27 21 17 13 10 07 05 03 01	30 25 20 15 12 09 06 04 02 0
9.0	44 35 26 21 16 13 10 08 05 02	40 33 25 20 15 12 09 07 04 02	37 29 23 19 14 11 08 06 03 01	34 28 21 17 13 10 07 05 02 01	31 25 20 15 12 09 06 04 02 0
10.0	43 34 25 20 15 12 08 07 05 02	40 32 24 19 14 11 08 06 03 01	37 29 22 18 13 10 07 05 03 01	34 28 21 17 12 10 07 05 02 01	31 25 20 15 12 09 06 04 02 0

*Techo, piso, o piso de la cavidad

TIPO DE LUMINARIO	DISTRIBUCION TIPICA Y % DE LUMENES DE LA LAMPARA	$\rho_{cc} \rightarrow$												WDRc ^c								
		80			70			50			30				10			0				
		$\rho_w \rightarrow$			$\rho_w \rightarrow$			$\rho_w \rightarrow$			$\rho_w \rightarrow$				$\rho_w \rightarrow$			$\rho_w \rightarrow$				
CATEGORIA DE MANT.	MAXIMO ESPACIAMIENTO S/MH	RCR ^c	COEFICIENTE DE UTILIZACION PARA 20% DE REFLECTANCIA EFECTIVA DE PISO ($\rho_{fc} = 20$)																			
<p>Reflector con ventilacion para distribucion intermedia con lamara clara de descarga de alta intensidad.</p>	<p>10% 76%</p>	1.0	0	91	91	91	89	89	89	84	84	84	81	81	81	77	77	77	75			
			1	84	81	79	82	80	78	79	77	76	76	74	73	73	73	72	71	69	.16	
			2	77	73	70	76	72	70	73	70	68	70	68	66	66	66	66	66	65	63	.16
			3	71	66	63	69	65	62	67	64	61	65	62	60	63	61	59	57	57	57	.15
			4	65	60	56	64	59	56	62	58	55	60	57	54	59	56	54	52	52	52	.15
			5	59	54	50	59	54	50	57	53	50	56	52	49	54	51	48	47	47	47	.14
			6	54	49	45	54	49	45	52	48	45	51	47	44	50	47	44	42	42	42	.14
			7	50	44	40	49	44	40	48	43	40	47	43	39	46	42	39	38	38	38	.14
			8	45	40	36	45	40	36	44	39	36	43	39	35	42	38	35	34	34	34	.13
			9	41	36	32	41	36	32	40	35	32	39	35	32	38	35	32	30	30	30	.13
			10	38	33	29	37	32	29	37	32	29	36	32	29	36	32	29	27	27	27	.12
<p>Reflector con ventilacion para distribucion difusa con lamara clara de descarga de alta intensidad.</p>	<p>14% 77 1/2%</p>	1.5	0	92	92	92	90	90	90	86	86	86	82	82	82	79	79	79	77			
			1	85	82	80	83	81	79	79	78	76	76	75	74	74	72	71	70	70	.19	
			2	77	73	70	75	72	69	73	70	67	70	68	66	68	66	64	63	63	63	.19
			3	70	65	61	68	64	60	66	62	59	64	61	58	62	59	57	56	56	56	.18
			4	63	58	53	62	57	53	60	56	52	58	55	52	57	54	51	49	49	49	.18
			5	57	51	47	56	51	47	55	50	46	53	49	46	52	48	45	44	44	44	.17
			6	51	45	41	51	45	41	49	44	40	48	43	40	47	43	40	38	38	38	.16
			7	46	40	35	45	39	35	44	39	35	43	38	35	42	38	34	33	33	33	.16
			8	41	35	31	41	35	31	40	34	31	39	34	30	38	33	30	29	29	29	.15
			9	37	31	27	37	31	27	36	30	27	35	30	27	34	30	26	25	25	25	.15
			10	33	27	24	33	27	23	32	27	23	31	27	23	31	26	23	22	22	22	.14
<p>Reflector con ventilacion para distribucion intermedia con lamara forada de descarga de alta intensidad.</p>	<p>6 1/2% 75 1/2%</p>	1.0	0	96	96	96	93	93	93	87	87	87	82	82	82	77	77	77	75			
			1	89	87	84	86	84	83	82	80	79	78	76	75	74	73	72	70	70	70	.14
			2	82	79	76	80	77	74	76	74	72	73	71	69	70	68	67	65	65	65	.13
			3	76	72	68	74	70	67	71	68	65	68	66	63	66	63	61	60	60	60	.13
			4	70	66	62	69	65	61	66	63	60	64	61	58	62	59	57	55	55	55	.13
			5	65	60	56	64	59	56	62	58	54	60	56	53	58	55	52	51	51	51	.12
			6	60	55	51	59	55	51	57	53	50	56	52	49	54	51	48	47	47	47	.12
			7	56	51	47	55	50	46	53	49	46	52	48	45	50	47	44	43	43	43	.12
			8	52	47	43	51	46	43	50	45	42	48	44	41	47	43	41	40	40	40	.11
			9	48	43	39	47	42	39	46	42	39	45	41	38	44	40	38	36	36	36	.11
			10	45	40	36	44	39	36	43	39	36	42	38	35	41	37	35	34	34	34	.10
<p>Reflector con ventilacion para distribucion difusa con lamara forada de alta intensidad.</p>	<p>12% 69%</p>	1.5	0	93	93	93	89	89	89	83	83	83	77	77	77	71	71	71	68			
			1	85	83	81	82	80	78	77	75	74	72	71	69	67	66	65	63	63	63	.15
			2	78	74	71	76	72	69	71	68	66	67	65	63	63	61	60	58	58	58	.14
			3	71	67	63	69	65	62	65	62	59	62	59	57	58	56	54	53	53	53	.14
			4	65	60	56	64	59	55	60	56	53	57	54	51	54	52	50	48	48	48	.13
			5	60	54	50	58	53	49	55	51	48	53	49	46	50	47	45	43	43	43	.13
			6	54	49	45	53	48	44	51	46	43	48	45	42	46	43	40	39	39	39	.13
			7	49	44	40	48	43	39	46	41	38	44	40	37	42	39	36	34	34	34	.12
			8	45	39	35	44	38	35	42	37	34	40	36	33	38	35	32	31	31	31	.12
			9	41	35	31	40	34	31	38	33	30	36	32	29	35	31	28	27	27	27	.12
			10	37	31	27	36	31	27	34	30	26	33	29	26	32	28	25	24	24	24	.11
<p>Reflector acabado pintura porcelanizada con lamara fluorescente reflector 14°CW</p>	<p>13% 74%</p>	1.3	0	100	100	100	96	96	96	89	89	89	82	82	82	76	76	76	73			
			1	88	85	82	85	82	79	79	77	74	73	72	70	68	67	66	63	63	63	.27
			2	78	72	67	75	70	66	70	66	62	65	62	59	61	58	56	53	53	53	.26
			3	69	62	57	66	60	56	62	57	53	58	54	51	54	51	48	46	46	46	.23
			4	61	54	48	59	52	47	55	50	45	52	47	43	49	45	42	39	39	39	.22
			5	54	46	41	52	45	40	49	43	39	46	41	37	43	39	36	33	33	33	.20
			6	48	41	35	47	40	35	44	38	34	41	36	32	39	34	31	29	29	29	.19
			7	43	36	31	42	35	30	40	34	29	37	32	28	35	31	27	25	25	25	.17
			8	39	32	27	38	31	26	36	30	25	34	28	24	32	27	24	22	22	22	.16
			9	35	28	23	34	27	23	32	26	22	30	25	21	28	24	20	19	19	19	.15
			10	32	25	20	31	24	20	29	23	19	28	22	19	26	21	18	17	17	17	.14

d ρ_{cc} = % de reflectancia efectiva de cavidad de techo
b ρ_{pw} = % de reflectancia de paredes
c RCR = Relacion de cavidad de local.
d Maximo espaciamiento S/MH = Relacion de espaciamiento maximo del luminario a altura de montaje

h.- CATEGORIAS DE MANTENIMIENTO



CATEGORIA DE MANTENIMIENTO	PARTE SUPERIOR	PARTE INFERIOR
I	1 Nada	
II	1 Nada 2. Transparente con 15% o más de luz hacia arriba a través de las aberturas 3 Translúcida con 15% o más de luz hacia arriba a través de las aberturas 4 Opaca con 15% o más de luz hacia arriba a través de las aberturas	1 Nada 2 Rejillas o reflectores
III	1 Transparente con menos del 15% de luz hacia arriba a través de las aberturas. 2. Translúcida con menos del 15% de luz hacia arriba a través de las aberturas. 3 Opaca con menos del 15% de luz a través de las aberturas	1 Nada 2. Rejillas o reflectores
IV	1 Transparente sin aberturas 2 Translucido sin aberturas 3. Opaco sin aberturas	1 Nada 2 Rejillas
V	1 Transparente sin aberturas 2 Translucido sin aberturas 3 Opaco sin aberturas	1. Transparente sin aberturas 2 Translucido sin aberturas
VI	1. Nada 2 Transparente sin aberturas. 3 Translucido sin aberturas. 4. Opaco sin aberturas	1 Transparente sin aberturas 2. Translucido sin aberturas 3 Opaco sin aberturas



EXPLORACION Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACION
Y MANTTO DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO



00102

I.- FACTORES UTILIZADOS PARA REFLECTANCIAS EFECTIVAS DE PISO DIFERENTES AL 20%

% DE REFLECTANCIA EFECTIVA DE CAVIDAD DE TECHO <i>pcc</i>	80				70				50			30			10		
	70	50	30	10	70	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10
Para 30% de reflectancia efectiva de cavidad de piso (20% = 1.00)																	
RELACION DE CAVIDAD DE LOCAL																	
1	1.092	1.082	1.075	1.068	1.077	1.070	1.064	1.059	1.049	1.044	1.040	1.028	1.026	1.023	1.012	1.010	1.008
2	1.079	1.066	1.055	1.047	1.068	1.057	1.048	1.039	1.041	1.033	1.027	1.026	1.021	1.017	1.013	1.010	1.006
3	1.070	1.054	1.042	1.033	1.061	1.048	1.037	1.028	1.034	1.027	1.020	1.024	1.017	1.012	1.014	1.009	1.005
4	1.062	1.045	1.033	1.024	1.055	1.040	1.029	1.021	1.030	1.022	1.015	1.022	1.015	1.010	1.014	1.009	1.004
5	1.056	1.038	1.026	1.018	1.050	1.034	1.024	1.015	1.027	1.018	1.012	1.020	1.013	1.008	1.014	1.009	1.004
6	1.052	1.033	1.021	1.014	1.047	1.030	1.020	1.012	1.024	1.015	1.009	1.019	1.012	1.006	1.014	1.008	1.003
7	1.047	1.029	1.018	1.011	1.043	1.026	1.017	1.009	1.022	1.013	1.007	1.018	1.010	1.005	1.014	1.008	1.003
8	1.044	1.026	1.015	1.009	1.040	1.024	1.015	1.007	1.020	1.012	1.006	1.017	1.009	1.004	1.013	1.007	1.003
9	1.040	1.024	1.014	1.007	1.037	1.022	1.014	1.006	1.019	1.011	1.005	1.016	1.009	1.004	1.013	1.007	1.002
10	1.037	1.022	1.012	1.006	1.034	1.020	1.012	1.005	1.017	1.010	1.004	1.015	1.009	1.003	1.013	1.007	1.002
Para 10% de reflectancia efectiva de cavidad de piso (20% = 1.00)																	
RELACION DE CAVIDAD DE LOCAL																	
1	923	929	935	940	933	939	943	948	956	960	963	973	976	979	989	991	993
2	931	942	950	958	940	949	957	963	962	968	974	976	980	985	988	991	995
3	939	951	961	969	945	957	966	973	967	975	981	978	983	988	988	992	996
4	944	958	969	978	950	963	973	980	972	980	986	980	986	991	987	992	996
5	949	964	976	983	954	968	978	985	975	983	989	981	988	993	987	992	997
6	953	969	980	986	958	972	982	989	977	985	992	982	989	995	987	993	997
7	957	973	983	991	961	975	985	991	979	987	994	983	990	996	987	993	998
8	960	976	986	993	963	977	987	993	981	988	995	984	991	997	987	994	998
9	963	978	987	994	965	979	989	994	983	990	996	985	992	998	988	994	999
10	965	980	989	995	967	981	990	995	984	991	997	986	993	998	988	994	999
Para 10% de reflectancia efectiva de cavidad de piso (20% = 1.00)																	
RELACION DE CAVIDAD DE LOCAL																	
1	859	870	879	886	873	884	893	901	916	923	929	948	954	960	979	983	987
2	871	887	903	919	886	902	916	928	926	938	949	954	963	971	978	983	991
3	882	904	915	942	898	918	934	947	936	950	964	958	969	979	976	984	993
4	893	919	941	958	908	930	948	961	945	961	974	961	974	984	975	985	994
5	903	931	953	969	914	939	956	970	951	967	980	964	977	988	975	985	995
6	911	940	961	976	920	945	965	977	955	972	985	966	979	991	975	986	996
7	917	947	967	981	924	950	970	982	959	975	988	968	981	993	975	987	997
8	922	953	971	985	929	955	975	986	963	978	991	970	983	995	976	988	998
9	928	958	975	988	933	959	980	989	966	980	993	971	985	996	976	988	998
10	933	962	979	991	937	963	983	992	969	982	995	973	987	997	977	989	999

**j.- HOJA DE CALCULO DEL NIVEL DE
 ILUMINACION PROMEDIO**
INFORMACION GENERAL

 IDENTIFICACION

 NIVEL DE ILUMINACION PROMEDIO LUXES

DATOS DEL LUMINARIO

 FABRICANTE

 NUMERO DE CATALOGO
DATOS DE LAMPARAS

 TIPO Y COLOR

 NUMERO DEL LUMINARIO

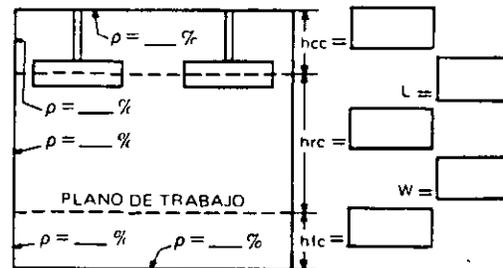
 LUMENES TOTALES POR LUMINARIO
SELECCION DEL COEFICIENTE DE UTILIZACION

Paso 1 Establezca las dimensiones

Paso 2 Determine las relaciones de cavidad

 RELACION CAVIDAD DE LOCAL RCR =

 RELACION CAVIDAD DEL TECHO CCR =

 RELACION CAVIDAD DE PISO FRC =

 Paso 3 Obtenga la reflectancia efectiva de cavidad de techo (ρ_{cc})

 ρ_{cc} =

 Paso 4 Obtenga la reflectancia efectiva de cavidad de piso (ρ_{fc})

 ρ_{fc} =

Paso 5 Obtenga el coeficiente de utilización de los datos del fabricante (cu)

 cu =




SELECCIONES DE PERDIDA DE LUZ

NO RECOBRABLES	SI RECOBRABLES
TEMPERATURA AMBIENTAL DEL LUMINARIO <input style="width: 150px; height: 20px;" type="text"/>	DEPRECIACION DE LAS SUPERFICIES DEL LOCAL RSDD <input style="width: 150px; height: 20px;" type="text"/>
VOLTAJE DEL BALASTRO <input style="width: 150px; height: 20px;" type="text"/>	DEPRECIACION DE LUMENES DE LA LAMPARA LLD <input style="width: 150px; height: 20px;" type="text"/>
FACTOR DEL BALASTRO <input style="width: 150px; height: 20px;" type="text"/>	FACTOR DE LAMPARAS FUERA DE OPERACION LBO <input style="width: 150px; height: 20px;" type="text"/>
DEPRECIACION DE LAS SUPERFICIES DEL LUMINARIO <input style="width: 150px; height: 20px;" type="text"/>	DEPRECIACION DEL LUMINARIO LDD <input style="width: 150px; height: 20px;" type="text"/>
FACTOR TOTAL DE PERDIDA DE LUZ LLF (PRODUCTO DE LOS FACTORES INDIVIDUALES) <input style="width: 300px; height: 20px;" type="text"/>	

CALCULOS

$$\text{Número de luminarios} = \frac{(\text{luxes}) \times (\text{área en metros cuadrados})}{(\text{Lumenes por luminario}) \times (\text{fcu}) \times (\text{LLF})}$$

$$= \text{ = }$$

CALCULADO POR

FECHA

2.5.1.2 método de punto por punto

a.- DESCRIPCIÓN

El cálculo de iluminación en un punto, ya sea en un plano horizontal, vertical o inclinado consiste en dos partes. Una componente directa y una reflejada. El total de esas dos componentes es la iluminación del punto en cuestión.

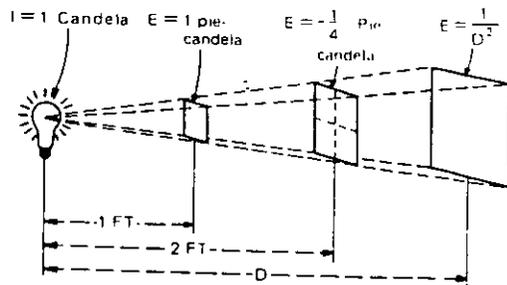
LEY DE LA INVERSA DE LOS CUADRADOS

Cuando la distancia de la fuente es al menos cinco veces la máxima dimensión de la fuente, para calcular la iluminación se utiliza la ley de la inversa de los cuadrados. En tal caso, la iluminación es proporcional a las candelas de la fuente en la dirección dada e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia de la fuente al punto (Ver Fig No 1) de donde:

$$E = \frac{I}{D^2}$$

donde

- E = Iluminación en el plano normal al rayo de luz/
- I = Candelas de la fuente en la dirección del rayo de luz/
- D = Distancia de la fuente al plano



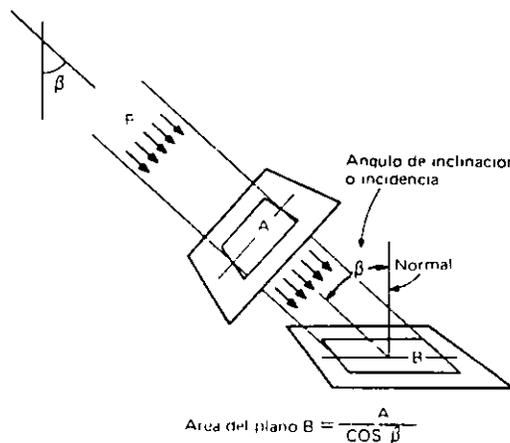
(a) Iluminación $E = \frac{\text{Flujo en lúmenes (F)}}{\text{Área en pies}^2 (A)}$

Fig 1 Ley de la inversa de los cuadrados

Si la superficie en la cual se requiere determinar la iluminación está inclinada, en lugar de normal a los rayos de luz, la relación anterior se afecta por el coseno del ángulo de incidencia o inclinación, por lo tanto:

$$E = \frac{I}{D^2} \cos \beta$$

donde β es el ángulo entre el rayo de luz y la normal al plano. (Ver fig No 2)



$$\text{Área del plano B} = \frac{A}{\cos \beta}$$

(b) $I = \frac{F}{A} \cos \beta$

Fig 2 Cálculo de punto por punto asumiendo una fuente puntual

b.- FORMULAS BÁSICAS – METODO DE PUNTO POR PUNTO

Para los casos particulares en donde el plano de trabajo sobre el cual se desea determinar el nivel de iluminación en el plano vertical u horizontal se requiere aplicar las siguientes formulas (Ver Fig 3)

(a) ILUMINACIÓN EN EL PLANO HORIZONTAL

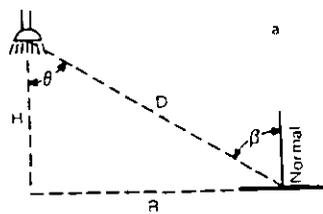
$$E_h = \frac{I \times \cos \phi}{D^2} = \frac{I \times \cos \phi}{D^2}$$

$$= \frac{I \times H}{D^3} = \frac{I \times \cos^3 \phi}{H^2}$$

(b) ILUMINACION EN EL PLANO VERTICAL

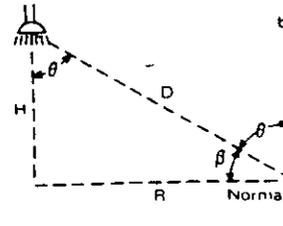
$$E_v = \frac{I \times \text{Sen } \phi}{D^2} = \frac{I \times \text{Cos } \beta}{D^2}$$

$$= \frac{I \times R}{D^3} = \frac{I \times \text{Cos}^2 \phi \times \text{Sen } \phi}{H^2}$$



Pies candelas (en el plano horizontal)

$$= \frac{\text{Candelas de potencia} \times \text{cos } \theta}{D^2}$$



Pies candelas (en el plano vertical)

$$= \frac{\text{Candelas de potencia} \times \text{sen } \theta}{D^2}$$

Atmidades fundamentales para calculo de puntos donde es aplicable la ley de inversa de los cuadrados

Fig. 3 Relaciones fundamentales para el calculo de iluminacion al metodo de Punto por Punto

c.- PASOS A SEGUIR PARA CALCULAR UN SISTEMA DE ILUMINACION

Para facilitar el cálculo del nivel luminoso en luxes en el plano horizontal se anexa la tabla siguiente. Esta se usa siguiendo los siguientes tres pasos:

- a - Determine el ángulo en grados en la parte superior del cuadro.
- b - De la curva de distribución de la fuente luminosa determine la intensidad luminosa de la fuente en esa dirección particular.
- c. - Multiplique la intensidad luminosa (candelas) por el factor multiplicador, el cual se encuentra en la parte inferior del cuadro y luego divida el resultado por la intensidad luminosa (100 ó 100,000). La respuesta así obtenida es la iluminación en luxes en ese punto.



EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTTO DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO



00107

b.- TABLA DE CALCULO DE NIVELES LUMINOSOS POR EL SISTEMA "PUNTO POR PUNTO"

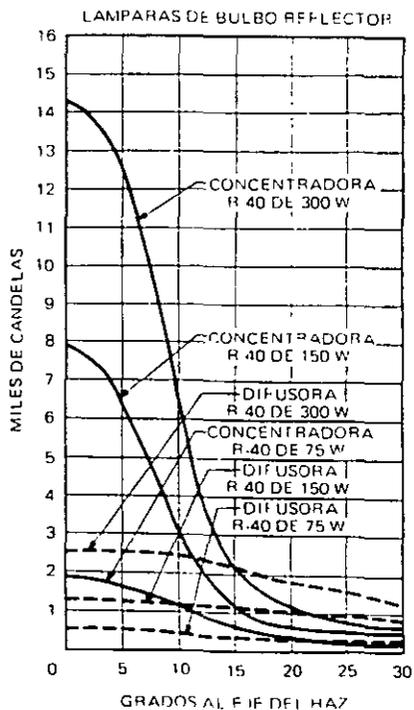
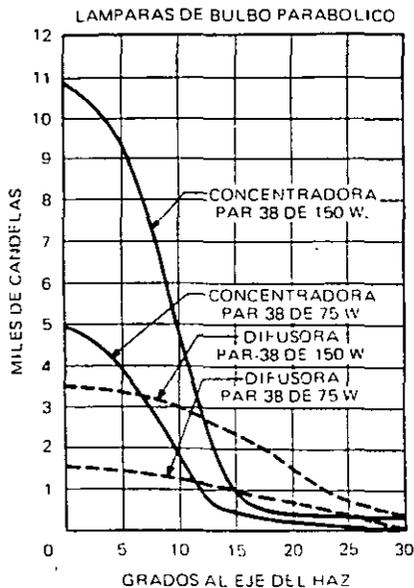
Números superiores: Angulo entre la dirección de la luz y el eje vertical.
Números inferiores: LUX sobre el plano horizontal para la intensidad luminosa de la fuente en esa dirección.

		DISTANCIA HORIZONTAL AL EJE DE LA FUENTE LUMINOSA (m)														
		3.95	4.25	4.55	4.85	5.50	6.10	6.70	7.30	7.90	8.55	9.15	10.65	12.20	15.25	
LUX POR CADA 100 CANDELAS																
ALTURA DE LA FUENTE LUMINOSA SOBRE LA SUPERFICIE EN METROS	0.80	81°	82°	83°	84°	85°	85°	86°	86°	86°	87°	87°	87°	87°	87°	
	0.90	0.90	0.70	0.58	0.48	0.38	0.25	0.20	0.15	0.13	0.08	0.07	0.04	0.00	0.00	
1.20	73°	74°	75°	76°	77°	78°	79°	80°	81°	81°	82°	82°	82°	82°	82°	
1.50	69°	70°	72°	73°	74°	75°	76°	77°	78°	79°	80°	81°	81°	81°	81°	
1.80	66°	67°	68°	69°	70°	71°	72°	73°	74°	75°	76°	77°	78°	79°	80°	
2.10	62°	63°	65°	66°	67°	68°	69°	70°	71°	72°	73°	74°	75°	76°	77°	
2.45	58°	60°	62°	63°	64°	65°	66°	67°	68°	69°	70°	71°	72°	73°	74°	
2.75	55°	57°	59°	61°	63°	65°	66°	68°	69°	71°	72°	73°	74°	75°	76°	
3.05	52°	54°	56°	58°	61°	63°	65°	67°	69°	71°	72°	73°	74°	75°	76°	
3.35	50°	52°	54°	56°	59°	61°	63°	65°	67°	69°	70°	71°	72°	73°	74°	
3.65	47°	49°	51°	53°	56°	59°	61°	63°	65°	67°	68°	71°	73°	74°	75°	
3.95	45°	47°	49°	51°	54°	57°	59°	62°	63°	65°	67°	70°	72°	73°	74°	
4.25	43°	45°	47°	49°	52°	55°	58°	60°	62°	63°	65°	68°	71°	73°	74°	
4.55	41°	43°	45°	47°	50°	53°	56°	58°	60°	62°	63°	67°	70°	72°	73°	
4.90	39°	41°	43°	45°	48°	51°	54°	56°	58°	60°	62°	66°	69°	71°	72°	
5.20	37°	39°	41°	43°	46°	49°	52°	54°	56°	58°	60°	64°	67°	69°	71°	
5.50	36°	38°	40°	42°	45°	48°	51°	53°	55°	57°	59°	63°	66°	68°	70°	
5.80	34°	36°	38°	40°	43°	46°	49°	52°	54°	56°	58°	62°	65°	67°	69°	
6.10	33°	35°	37°	39°	42°	45°	48°	50°	53°	54°	56°	60°	63°	65°	68°	
6.40	32°	34°	36°	37°	41°	44°	47°	49°	51°	53°	55°	59°	62°	64°	67°	
6.70	31°	33°	35°	36°	39°	42°	45°	47°	49°	51°	53°	57°	60°	62°	65°	
7.00	29°	31°	33°	35°	38°	41°	44°	46°	48°	50°	51°	55°	58°	60°	63°	
7.30	28°	30°	32°	34°	37°	40°	43°	45°	47°	49°	51°	55°	58°	60°	63°	
7.60	27°	29°	31°	33°	36°	39°	41°	42°	44°	46°	48°	52°	55°	57°	60°	
8.25	26°	28°	29°	31°	34°	37°	39°	42°	44°	46°	48°	52°	55°	57°	60°	
9.15	23°	25°	27°	28°	31°	34°	36°	38°	40°	42°	44°	48°	51°	53°	56°	
10.05	22°	23°	24°	26°	29°	31°	34°	36°	38°	40°	42°	46°	49°	51°	54°	
11.00	20°	21°	23°	24°	27°	29°	31°	33°	35°	37°	39°	43°	46°	48°	51°	
12.20	18°	19°	21°	22°	25°	27°	29°	31°	33°	35°	37°	41°	44°	46°	49°	
13.70	16°	17°	18°	20°	23°	25°	27°	29°	31°	33°	35°	39°	42°	44°	47°	
15.25	15°	16°	17°	18°	21°	23°	25°	27°	29°	31°	33°	37°	40°	42°	45°	
16.75	13°	14°	15°	16°	19°	21°	23°	25°	27°	29°	31°	35°	38°	40°	43°	
18.30	12°	13°	14°	15°	17°	19°	21°	23°	25°	27°	29°	33°	36°	38°	41°	
21.35	11°	11°	12°	13°	15°	17°	19°	21°	23°	25°	27°	31°	34°	36°	39°	
	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.18	0.17	0.17	0.16	0.16	0.15	0.13	0.11	0.11	

LUX POR CADA 100 000 CANDELAS

24.40	9°	10°	11°	11°	13°	14°	15°	16°	17°	18°	19°	21°	22°	23°	24°	25°
30.50	150.40	149.30	147.20	145.50	144.90	143.70	140.30	137.10	134.40	131.60	127.90	120.20	111.40	103.31	95.31	87.31
38.10	7°	8°	9°	9°	10°	11°	12°	13°	14°	15°	16°	18°	19°	20°	21°	22°
45.70	97.61	97.12	96.60	96.30	96.30	96.30	93.20	91.75	90.48	89.14	88.10	84.40	79.93	71.40	63.00	54.60
53.35	62.97	62.86	62.62	62.50	62.00	61.61	61.13	60.59	60.01	59.38	58.72	57.00	55.21	51.20	47.20	43.20
60.95	43.95	43.87	43.70	43.70	43.40	43.24	42.90	42.80	42.40	42.16	41.95	41.02	40.08	38.13	36.13	34.13
	32.38	32.34	32.30	32.20	32.13	31.90	31.91	31.75	31.64	31.45	31.24	30.76	30.24	28.99	27.99	26.99
	32.43	32.40	32.37	32.32	32.24	32.00	32.00	31.80	31.70	31.50	31.20	30.70	30.20	28.90	27.90	26.90
	24.84	24.82	24.79	24.74	24.70	24.63	24.63	24.46	24.40	24.28	24.15	23.90	23.60	22.82	22.82	22.82

El nivel luminoso sobre las superficies verticales se obtiene haciendo el plano vertical que comprende la fuente luminosa— puede ser determinado usando el factor de multiplicación contenido al final de cada columna. El nivel luminoso sobre la superficie horizontal se obtiene multiplicando el nivel luminoso sobre las superficies verticales por el factor de multiplicación contenido al final de cada columna.

**d.- CURVAS DE DISTRIBUCION
 LUMINOSA**

LUX

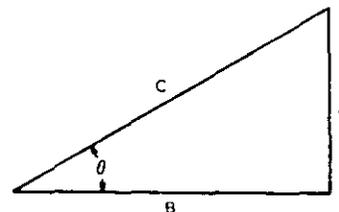
ALTURA DE MONTAJE (m)	DISTANCIA DESDE EL CENTRO DEL HAZ (m)				
	0	0,30	0,60	1,20	1,80
PAR-38 de 75 w. Concentradora					
1,50	1940	540	90	20	10
2,30	860	480	80	10	10
3,05	490	370	130	10	10
4,60	220	190	120	20	10
PAR-38 de 75 w. Difusora					
1,50	600	460	170	20	10
2,30	270	220	160	20	10
3,05	150	130	120	40	10
4,60	70	60	60	40	20
PAR-38 de 150 w. Concentradora					
1,50	1900	1450	130	70	20
2,30	1050	1180	170	40	30
3,05	1050	870	340	30	20
4,60	470	430	290	40	10
PAR-38 de 150 w. Difusora					
1,50	1380	1070	370	40	10
2,30	610	550	370	60	20
3,05	350	320	270	90	20
4,60	150	150	140	90	40
R-30 de 75 w. Concentradora					
1,50	760	420	90	30	10
2,30	340	250	90	20	10
3,05	190	170	80	20	10
4,60	80	80	50	20	10
R-30 de 75 w. Difusora					
1,50	160	150	110	20	10
2,30	70	70	60	30	10
3,05	40	40	40	30	10
4,60	20	20	20	20	10
R-40 de 150 w. Concentradora					
1,50	3000	960	190	60	30
2,30	1300	750	230	60	30
3,05	750	560	250	50	20
4,60	330	300	170	50	20
R-40 de 150 w. Difusora					
1,50	510	440	300	80	20
2,30	230	210	180	90	40
3,05	130	120	110	80	40
4,60	60	60	50	40	30
R-40 de 300 w. Concentradora					
1,50	5600	1960	350	130	40
2,30	2500	1650	350	90	60
3,05	1400	1160	490	90	50
4,60	600	590	410	90	40
R-40 de 300 w. Difusora					
1,50	1000	890	540	160	50
2,30	450	400	320	170	70
3,05	250	230	210	140	80
4,60	110	110	100	80	60

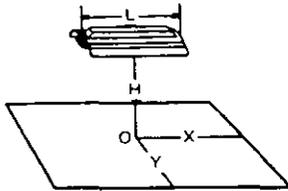
e.- TABLA DE LAS FUNCIONES
TRIGONOMETRICAS APLICABLES AL
METODO

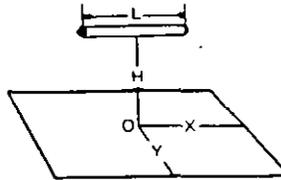
θ°	sen θ	cos θ	tg θ	cos ² θ	cos ³ θ	θ°	sen θ	cos θ	tg θ	cos ² θ	cos ³ θ
0	0,0000	1,000	0,0000	1,000	1,000	46	0,719	0,695	1,035	0,483	0,335
1	0,0175	1,000	0,0175	1,000	1,000	47	0,731	0,682	1,072	0,465	0,317
2	0,0349	0,999	0,0349	0,999	0,998	48	0,743	0,669	1,111	0,448	0,300
3	0,0523	0,999	0,0524	0,997	0,996	49	0,755	0,656	1,150	0,430	0,282
4	0,0698	0,998	0,0699	0,995	0,993	50	0,766	0,643	1,192	0,413	0,266
5	0,0872	0,996	0,0875	0,992	0,989	51	0,777	0,629	1,235	0,396	0,249
6	0,105	0,995	0,1051	0,989	0,984	52	0,788	0,616	1,280	0,379	0,233
7	0,122	0,993	0,1228	0,985	0,978	53	0,799	0,602	1,327	0,362	0,218
8	0,139	0,990	0,1405	0,981	0,971	54	0,809	0,588	1,376	0,345	0,203
9	0,156	0,988	0,1589	0,976	0,964	55	0,819	0,574	1,428	0,329	0,189
10	0,174	0,985	0,1763	0,970	0,955	56	0,829	0,559	1,483	0,313	0,175
11	0,191	0,982	0,1944	0,964	0,946	57	0,839	0,545	1,540	0,297	0,162
12	0,208	0,978	0,2126	0,957	0,936	58	0,848	0,530	1,600	0,281	0,149
13	0,225	0,974	0,2309	0,949	0,925	59	0,857	0,515	1,664	0,265	0,137
14	0,242	0,970	0,2493	0,941	0,913	60	0,866	0,500	1,732	0,250	0,125
15	0,259	0,966	0,2679	0,933	0,901	61	0,875	0,485	1,804	0,235	0,114
16	0,276	0,961	0,2867	0,924	0,888	62	0,883	0,470	1,881	0,220	0,103
17	0,292	0,956	0,3057	0,915	0,875	63	0,891	0,454	1,963	0,206	0,0936
18	0,309	0,951	0,3249	0,905	0,860	64	0,899	0,438	2,050	0,192	0,0842
19	0,326	0,946	0,3443	0,894	0,845	65	0,906	0,423	2,144	0,179	0,0755
20	0,342	0,940	0,3640	0,883	0,830	66	0,914	0,407	2,246	0,165	0,0673
21	0,358	0,934	0,3839	0,872	0,814	67	0,921	0,391	2,356	0,153	0,0597
22	0,375	0,927	0,4040	0,860	0,797	68	0,927	0,375	2,475	0,140	0,0526
23	0,391	0,921	0,4245	0,847	0,780	69	0,934	0,358	2,605	0,128	0,0460
24	0,407	0,914	0,4452	0,835	0,762	70	0,940	0,342	2,747	0,117	0,0400
25	0,423	0,906	0,4663	0,821	0,744	71	0,946	0,326	2,904	0,106	0,0347
26	0,438	0,899	0,4877	0,808	0,726	72	0,951	0,309	3,078	0,0955	0,0295
27	0,454	0,891	0,5095	0,794	0,707	73	0,956	0,292	3,271	0,0855	0,0250
28	0,470	0,883	0,5317	0,780	0,688	74	0,961	0,276	3,487	0,0762	0,0211
29	0,485	0,875	0,5543	0,765	0,669	75	0,966	0,259	3,732	0,0670	0,0173
30	0,500	0,866	0,5773	0,750	0,650	76	0,970	0,242	4,011	0,0585	0,0142
31	0,515	0,857	0,6009	0,735	0,630	77	0,974	0,225	4,331	0,0506	0,0114
32	0,530	0,848	0,6249	0,719	0,610	78	0,978	0,208	4,705	0,0432	0,0090
33	0,545	0,839	0,6494	0,703	0,590	79	0,982	0,191	5,145	0,0364	0,0070
34	0,559	0,829	0,6745	0,687	0,570	80	0,985	0,174	5,671	0,0302	0,0052
35	0,574	0,819	0,7002	0,671	0,550	81	0,988	0,156	6,314	0,0245	0,0038
36	0,588	0,809	0,7265	0,655	0,530	82	0,990	0,139	7,115	0,0194	0,0027
37	0,602	0,799	0,7535	0,638	0,509	83	0,993	0,122	8,144	0,0149	0,0018
38	0,616	0,788	0,7813	0,621	0,489	84	0,995	0,105	9,514	0,0109	0,0011
39	0,629	0,777	0,8098	0,604	0,469	85	0,996	0,0872	11,430	0,0076	0,0007
40	0,643	0,766	0,8391	0,587	0,450	86	0,9976	0,0698	14,300	0,0048	0,0003
41	0,656	0,755	0,8693	0,570	0,430	87	0,9986	0,0523	19,081	0,0027	0,0001
42	0,669	0,743	0,8004	0,552	0,410	88	0,9994	0,0349	28,636	0,0012	0,0000
43	0,682	0,731	0,9325	0,535	0,391	89	0,9998	0,0175	57,290	0,0003	0,0000
44	0,695	0,719	0,9656	0,517	0,372	90	1,0000	0,0000	infinito	0,0000	0,0000
45	0,707	0,707	1,0000	0,500	0,354						

FORMULAS TRIGONOMETRICAS

$\text{Seno } \theta = \frac{A}{C}$ $\text{Coseno } \theta = \frac{B}{C}$
 $\text{Tangente } \theta = \frac{A}{B}$ $\text{Cotangente } \theta = \frac{B}{A}$
 $\text{Secante } \theta = \frac{C}{B}$ $\text{Cosecante } \theta = \frac{C}{A}$



**f.- NIVEL LUMINOSO PRODUCIDO POR UNA
 LUMINARIA INDUSTRIAL Y UNA
 LAMPARA FLUORESCENTE DESNUDA**

Luminaria

 Luminaria de 1,20 m., 4200 lúmenes
 Luminaria de 1,80 m., 6200 lúmenes
 Luminaria de 2,40 m., 8400 lúmenes

Lámpara

 Lámpara de 1,20 m., 2800 lúmenes
 Lámpara de 1,80 m., 4100 lúmenes
 Lámpara de 2,40 m., 5600 lúmenes

**NIVEL LUMINOSO BAJO
 LA LUMINARIA**

L (m.)	H (m.)	DISTANCIA EN DIRECCION "Y" (m.)				
		0	0,60	1,20	1,80	2,40
1,20	0,60	2120	630	100	30	10
	1,20	730	460	190	80	30
	1,80	330	280	170	110	40
1,80	0,60	2350	760	150	40	20
	1,20	910	610	280	110	50
	1,80	500	390	260	130	70
2,40	0,60	2540	860	200	70	20
	1,20	1060	730	310	130	70
	1,80	570	460	290	170	90

**NIVEL LUMINOSO BAJO LA
 LAMPARA DESNUDA**

L (m.)	H (m.)	DISTANCIA EN DIRECCION "Y" (m.)				
		0	0,60	1,20	1,80	2,40
1,20	0,60	550	230	70	20	—
	1,20	190	130	70	30	—
	1,80	90	80	50	30	—
1,80	0,60	630	280	90	30	—
	1,20	250	180	100	60	—
	1,80	120	110	80	50	—
2,40	0,60	630	300	110	40	—
	1,20	270	210	120	60	—
	1,80	150	130	90	50	—

L (m.)	H (m.)	DISTANCIA EN DIRECCION "X" (m.)				
		0	0,60	1,20	1,80	2,40
1,20	0,60	2120	1270	220	40	20
	1,20	730	530	230	110	90
	1,80	330	290	190	110	100
1,80	0,60	2350	1840	760	130	20
	1,20	910	790	400	170	110
	1,80	500	410	260	150	130
2,40	0,60	2540	2340	1290	240	110
	1,20	1060	960	640	290	120
	1,80	570	520	410	240	130

L (m.)	H (m.)	DISTANCIA EN DIRECCION "X" (m.)				
		0	0,60	1,20	1,80	2,40
1,20	0,60	550	320	50	10	—
	1,20	190	130	70	20	10
	1,80	90	80	40	20	10
1,80	0,60	630	520	150	20	10
	1,20	250	200	110	50	20
	1,80	120	110	80	60	20
2,40	0,60	630	590	320	50	10
	1,20	270	240	160	80	30
	1,80	150	130	100	60	30

Estos valores están basados en la emisión luminosa (lúmenes) indicada. Una simple proporción puede usarse para determinar los valores del nivel luminoso (lux) para otras luminarias o lámparas de distinta emisión luminosa.

g.— FUENTES DE ILUMINACION QUE SE DEBEN CONSIDERAR PARA EL CALCULO DE PUNTO POR PUNTO

FUENTE LINEAL DE LONGITUD INFINITA

Deberá considerarse la expresión:

$$E_p = \frac{L \times W}{2D}$$

donde:

- Ep = iluminación en el punto P en pies-bujías
- L = luminancia de la fuente en pies-Lamberts
- W = ancho de la fuente en pies
- D = distancia de la fuente al punto P en pies

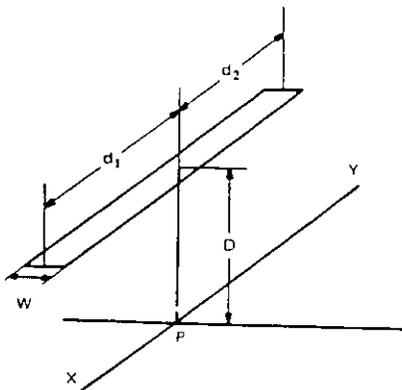


Fig 1 Símbolos usados en el calculo de la iluminación en puntos específicos con fuentes lineales infinitas

La expresión anterior es exacta solamente en el caso de una fuente lineal de longitud infinita, pero su exactitud será dentro del 10% si ambas distancias d_1 y d_2 son mayores que $1.5D$. La exactitud será dentro del 5% si d_1 y d_2 son mayores que $2D$. Se debe notar que la iluminación producida por una fuente lineal de longitud infinita varía inversamente a la distancia de la fuente y no inversamente al cuadrado de la distancia como en el caso de fuentes puntuales

FUENTES SUPERFICIALES DE AREA INFINITA

Una fuente superficial de área infinita colocada en un plano paralelo al plano de trabajo produce iluminación de acuerdo a la siguiente relación.

$$\text{pies-bujías en el plano de trabajo} = \frac{\text{Luminancia en pies-lamberts de una fuente infinita}}{\rho}$$

Este tipo de relación es aplicable cuando se tienen plafones luminosos. La iluminación es teóricamente independiente de la distancia

COMPONENTE REFLEJADA PARA SUPERFICIES HORIZONTALES

La componente de iluminación reflejada en un plano horizontal se calcula exactamente de la misma manera como la iluminación promedio usando el metodo de lúmenes, excepto que el coeficiente de reflexión se sustituye por el coeficiente de utilización de acuerdo a la siguiente formula

$$\text{Iluminación reflejada (horizontal)} = \frac{\text{Lúmenes por luminario} \times \text{RRC}}{\text{Área del luminario (en el plano de trabajo)}}$$

donde:

$$\text{RRC} = \text{LC}_w + \text{RPM} (\text{LC}_{cc} - \text{LC}_w)$$

LC_w = Coeficiente de luminancia de la pared

LC_{cc} = Coeficiente de luminancia de la cavidad de techo

RPM = Factor multiplicador de la posición de local

COMPONENTE REFLEJADA PARA SUPERFICIES VERTICALES

Para determinar la iluminación reflejada en las superficies verticales se usa la formula anterior pero sustituyendo el coeficiente de reflexión de la pared por el coeficiente de utilización quedando la fórmula siguiente

$$\text{Iluminación Reflejada Vertical} = \frac{\text{Lúmenes por luminario} \times \text{WRRC}}{\text{Área por luminario (en el plano de trabajo)}}$$

donde:

$$\text{WRRC} = \frac{\text{LC}_w}{\rho} - \text{WDRC}$$

ρ = Reflectancia promedio de la pared

WDRC = Coeficiente de radiación directa de la pared

2-5-2 alumbrado exterior

2-5-2-1 alumbrado público

a.- LAMPARAS INCANDESCENTES, FLUORESCENTES O VAPOR DE MERCURIO

Para llevar a cabo una verdadera y buena iluminación de alumbrado público, es esencial que la instalación este bien proyectada. El diseño deberá seguir las normas practicas americanas para el alumbrado de calles y carreteras, teniendo en consideración los siguientes puntos

- a.1 - La clasificación de la carretera en función del tráfico.
- a.2.- El nivel adecuado de iluminación para la clasificación de la carretera.
- a.3 - La selección de luminarias en relación con la distribución de luz requerida.
- a.4.- Los emplazamientos adecuados de las luminarias (altura de montaje, distancia de separación entre unas y otras, longitud del brazo) para proporcionar la cantidad y calidad de iluminación requerida

a.1 CLASIFICACION DE LAS CARRETERAS

Se debera hacer una clasificación en función del trafico aplicable a todas las carreteras para que el diseño del sistema de alumbrado esté en relación con las necesidades particulares de cada una. La tabla nos muestra la clasificación segun el volumen del trafico de vehiculos, recomendada por el "Street Lighting Committee" del "Institute of Traffic Engineers"¹. Se recomienda que todas las carreteras se clasifiquen además segun el tráfico de peatones durante las horas nocturnas de mayor actividad

CLASIFICACION DEL TRAFICO	*VEHICULOS POR HORA
Trafico muy ligero	Menos de 150
Trafico ligero	150 a 500
Trafico medio	500 a 1200
Trafico pesado	1200 a 2400
Trafico muy pesado	2400 a 4000
Trafico máximo	Más de 4000

*Durante la noche, a la hora de máximo trafico, en ambas direcciones.
¹ Instituto de Ingenieros de Trafico, Comité de Alumbrado de Calles.

Trafico ligero o sin peatones.— El que puede haber en las carreteras de barrios residenciales o zonas de almacenes, autopistas, calles elevadas o subterráneas y carreteras en campo

Trafico de peatones medio.— El que puede haber en calles de barrios comerciales de segundo orden y en calles de algunas zonas industriales

Trafico de peatones pesado.— El que puede haber en las calles de los barrios comerciales

a.2. NIVEL DE ILUMINACION

El nivel adecuado de iluminación para cada clasificación de las calles puede determinarse en la tabla siguiente. Los valores de la lista son los niveles mínimos en servicio, requeridos para proporcionar un buen alumbrado publico normal. En

algunas instalaciones pueden ser requeridos niveles mas altos por razones distintas de la seguridad del tráfico. El nivel luminoso mas bajo en cualquier punto del pavimento no debe ser nunca menos de 1/4 del citado en la tabla. Esto se aplicará a todas las carreteras excepto a las que tienen un tráfico muy ligero de vehiculos en donde el mínimo admisible puede llegar a ser 1/10 de la iluminación usual

Nivel luminoso recomendado en Lux (lúmenes por m²) para calles*.

Trafico de peatones	Clasificación del tráfico de vehiculos			
	Muy ligero menos de 150	Ligero (150 a 500)	Medio 500 a 1200	Pesado o mas (mas de 1200)
Pesado	9	12	15	18
Medio	6	9	12	15
Ligero o nulo	3	6	9	12

*Para calzadas oscuras, con una reflectancia aproximada del 3%. Con calzadas mas claras, niveles luminosos mas bajos, proporcionaran la misma efectividad.

a.3 SELECCION DE UNIDADES DE ALUMBRADO

Las fuentes luminosas usadas en el alumbrado público son las incandescentes, las de vapor de mercurio y las fluorescentes, y cada una de ellas proporcionara resultados excelentes cuando se utilicen adecuadamente. La consideración fundamental al seleccionar la unidad de alumbrado y la combinación de lamparas es su distribución fotométrica que procurara la cantidad y uniformidad de iluminación deseada, además de crear unas buenas condiciones visuales en los alrededores. La elección entre sistemas que cumplan estos requisitos se hace generalmente teniendo en cuenta su aspecto y el costo relativo

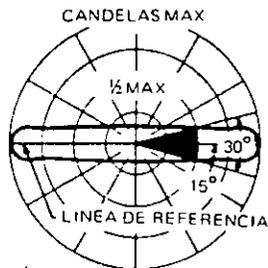
Las unidades de alumbrado público se clasifican generalmente con relación a la forma de distribución lateral en cinco tipos generales que a continuación se detallan. La "anchura" se define por el ángulo que forman la línea de referencia paralela al bordillo y la línea radial que pasa por el punto de máxima emisión luminosa de la linterna en bujías

UNIDAD DE ALUMBRADO DE TIPO I

Las lamparas de tipo I tienen distribución lateral en dos sentidos, con una anchura de 15° a cada lado de la línea de referencia y una variación aceptable de 10° a menos de 20°. Las dos concentraciones principales de luz están en direcciones opuestas a lo largo de la calle. El plano vertical de máxima iluminación es paralelo a la línea de la acera. La distribución de



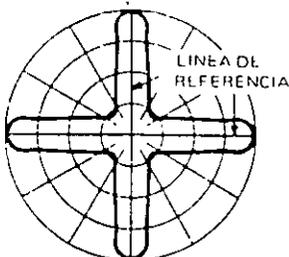
luz es similar en ambos lados de este plano vertical. Este tipo de distribución es aplicable, en general, cuando la unidad de alumbrado se coloca próxima al eje de la calle



UNIDAD DE ALUMBRADO TIPO I DE CUATRO DIRECCIONES

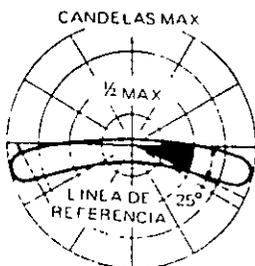
Las lámparas de tipo I cuatro direcciones, tienen una distribución con cuatro concentraciones principales de luz, formando entre ellos ángulos de aproximadamente 90°, con una variación de anchura total de 20° a menos de 40° como las del tipo I

Este tipo de distribución es aplicable generalmente a unidades de alumbrado situadas sobre o cerca del centro de una intersección de calles de ángulo recto



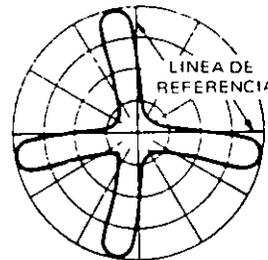
UNIDADES DE ALUMBRADO TIPO II

Las unidades de alumbrado con distribución de luz tipo II tienen una anchura lateral de 25°, con una variación aceptable de 20° hasta menos de 30°. Esta distribución es aplicable, en general, a unidades de alumbrado situadas en o cerca de las aceras de calles relativamente estrechas, cuya anchura no exceda de 1.6 veces la altura de montaje



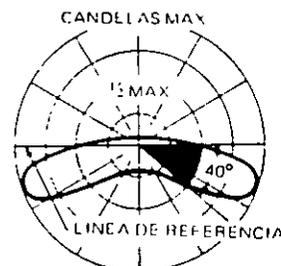
UNIDADES DE ALUMBRADO TIPO II DE CUATRO DIRECCIONES

Las unidades de alumbrado con distribución de luz tipo II de cuatro direcciones tienen cuatro concentraciones principales de luz, cada una con una anchura de 20° a menos de 30°, como las de tipo II. Este tipo de distribución es aplicable, en general, a unidades de alumbrado situadas cerca de una esquina de una intersección de calles de ángulo recto.



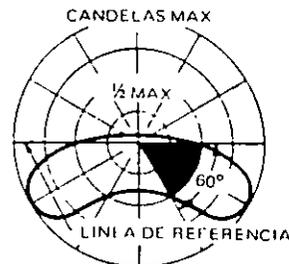
UNIDADES DE ALUMBRADO TIPO III

Las unidades de alumbrado de distribución de luz de tipo III tienen una anchura lateral de 40° con una variación aceptable de 30° a menos de 50°. Este tipo de distribución se proyecta para montaje de unidades de alumbrado en o cerca de un costado de una calle de mediana anchura, cuya anchura no exceda de 2.7 veces la altura de montaje



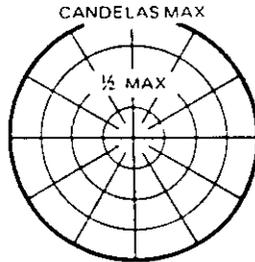
UNIDADES DE ALUMBRADO TIPO IV

Las unidades de alumbrado de distribución de luz de tipo IV tienen una anchura lateral de 60° con una variación aceptable de 50° o más. Este tipo de distribución se proyecta para montaje al costado de la calle, y se emplea generalmente en calles anchas, cuya anchura no excede de 3.7 veces la altura de montaje



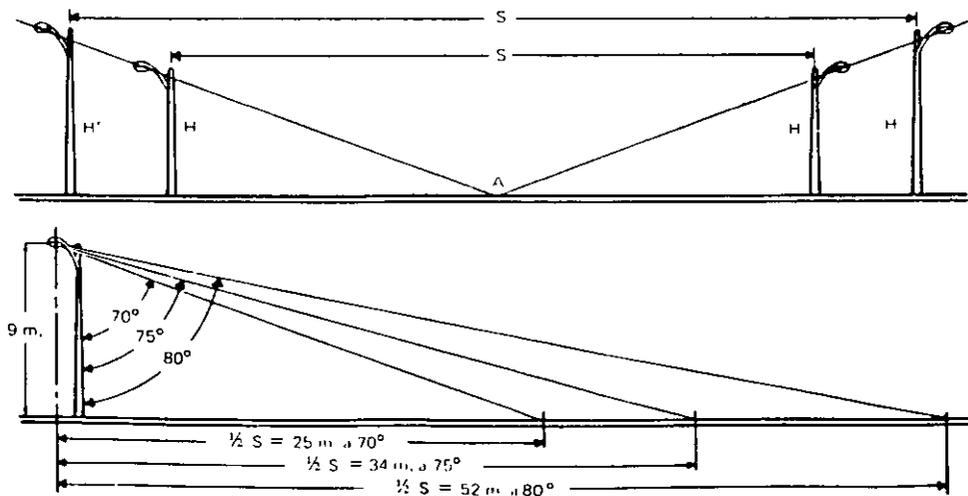
UNIDADES DE ALUMBRADO TIPO V

Las unidades de alumbrado de tipo V tienen distribución de luz, circular, es decir la misma emisión en todos los ángulos laterales. Esta distribución se proyecta para unidades de alumbrado montadas, en o cerca del centro de la calle, en las islas centrales de avenidas y en cruces.


a. 4. EMPLAZAMIENTO DE LAS UNIDADES DE ALUMBRADO.

Dos consideraciones son de una importancia fundamental en la determinación de la altura de montaje óptima la conveniencia de reducir al mínimo el deslumbramiento directo y la necesidad de una distribución razonablemente uniforme de iluminación sobre la superficie de la carretera. Cuanto mas alta esté montada la unidad de alumbrado, mas distanciado estará por encima de la línea normal de vision, y menor será su deslumbramiento.

Por otra parte, para alcanzar la iluminación uniforme se requiere una cierta relación entre la altura de montaje, la distancia entre unidades de alumbrado y el ángulo vertical de máxima emisión luminosa para la unidad de alumbrado en cuestión (generalmente entre 70° y 80°).

RELACION DE LA DISTANCIA ENTRE LAMPARAS A LA ALTURA DE MONTAJE


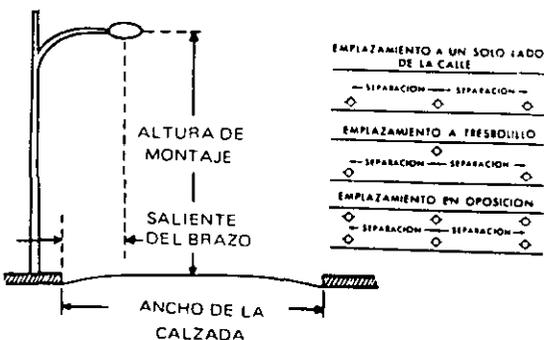
Para una unidad de alumbrado dada, la relación de la distancia entre postes, a la altura de montaje deberá ser lo suficientemente baja para que el rayo de luz de máxima emisión luminosa puede incidir en la calzada por lo menos a la mitad de la distancia al poste contiguo. Para proporcionar una mayor uniformidad sobre las carreteras de gran tráfico, la distancia entre postes se reduce a veces hasta un 50%, lo que proporciona un 100 % de solape de los haces verticales.

Las alturas de montaje recomendadas por la "American Standard Practice" para el alumbrado de calles y carreteras con el mínimo deslumbramiento y la máxima uniformidad, vienen dadas en las tablas siguientes. A veces pueden desearse mayores alturas de montaje, pero variar las alturas que a continuación se dan tanto en más como en menos, no puede considerarse una buena práctica.

b.- ALTURA DE MONTAJE DE LAMPARAS

* La altura de montaje es admisible en aquellos casos en los que el contraste entre el brillo de la unidad de alumbrado y sus alrededores es relativamente bajo.

Emisión luminosa de la lámpara (lúmenes)	Tipo I	Tipo II	Tipo III	Tipo IV y V
	m	m	m	m.
2500	7.60	6.00	6.00	6.00
4000	7.60	7.60	7.60	7.60
6000	7.60	7.60	7.60	7.60
10000	—	* 7.60 a 9	* 7.60 a 9	7.60
15000	—	9	* 7.60 a 9	* 7.60 a 9
20000	—	9	9	* 7.60 a 9
50000	—	—	—	* 7.60 a 9

**c.- ESTUDIOS CARACTERISTICOS DE
 ALUMBRADO DE CALLES BASADOS EN UN
 PAVIMENTO CON FACTOR DE REFLEXION
 DEL 10% (1)**


- (1) Para pavimentos con reflectancia menor (del orden del 3 por 100), el nivel luminoso debera ser aumentado en un 50 por 100
- (2) Basado en la emisión luminosa inicial y un factor de mantenimiento de 0,80
- (3) Para lámparas fluorescentes y de vapor de mercurio, para lámparas de incandescencia, 72 m. a un solo lado
- (4) A 13°C de temperatura ambiente.
- (5) Lámparas trabajando a tensión nominal en posición horizontal

DATOS	LAMPARA Y TIPO DE LINTERNA	LUMENES POR LUMINARIA	NIVEL LUMINOSO MEDIO (?) (LUX)
Tráfico Muy ligero Tráfico de peatones 1.50 m Ancho de la calle 18 m	Empalme Tipo I lámpara tipo lámpara tipo	6000 8000 12000 (2 Lámp.) (100)	2.40 3.20 4.80
Separación 36 m a tres cuillos Altura de montaje 7.60 m Saliente del brazo 1.50 m	Empalme Tipo II lámpara tipo lámpara tipo	6000 8000 12000 (2 Lámp.) (100)	2.40 3.20 4.80
Tráfico Ligero Tráfico de peatones 1.50 m Ancho de la calle 12 m	Empalme Tipo III lámpara tipo lámpara tipo	6000 8000 12000 (2 Lámp.) (100)	2.40 3.20 4.80
Separación 36 m a tres cuillos Altura de montaje 7.60 a 9 m Saliente del brazo 1.50 m	Empalme Tipo IV lámpara tipo lámpara tipo	6000 8000 12000 (2 Lámp.) (100)	2.40 3.20 4.80
Tráfico Medio Tráfico de peatones 1.50 m Ancho de la calle 15 m	Empalme Tipo III lámpara tipo lámpara tipo	6000 8000 12000 (2 Lámp.) (100)	2.40 3.20 4.80
Separación 36 m a tres cuillos Altura de montaje 7.60 a 9 m Saliente del brazo 1.50 m	Empalme Tipo III lámpara tipo lámpara tipo	6000 8000 12000 (2 Lámp.) (100)	2.40 3.20 4.80
Tráfico Ligero Tráfico de peatones 1.50 m Ancho de la calle 18 m	Empalme Tipo III lámpara tipo lámpara tipo	6000 8000 12000 (2 Lámp.) (100)	2.40 3.20 4.80
Separación 36 m a tres cuillos Altura de montaje 7.60 m Saliente del brazo 1.50 m	Empalme Tipo III lámpara tipo lámpara tipo	6000 8000 12000 (2 Lámp.) (100)	2.40 3.20 4.80
Tráfico Común ligero Tráfico de peatones 1.50 m Ancho de la calle 21 m	Empalme Tipo III lámpara tipo lámpara tipo	6000 8000 12000 (2 Lámp.) (100)	2.40 3.20 4.80
Separación 36 m a tres cuillos Altura de montaje 9 m Saliente del brazo 1.50 m	Empalme Tipo III lámpara tipo lámpara tipo	6000 8000 12000 (2 Lámp.) (100)	2.40 3.20 4.80

2-5-2-2 datos y cálculos de iluminación de calles

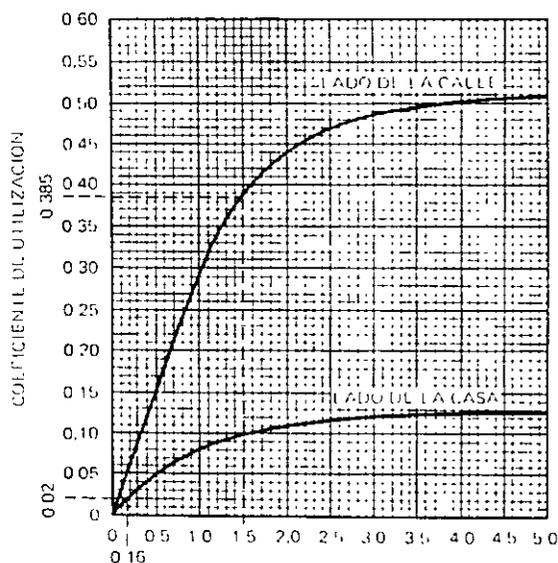
a.— INTRODUCCION

Los cálculos de iluminación de calles en candelas-pié horizontales se agrupan en dos tipos generales

- 1 - Determinación de la iluminación promedio en el pavimento de la calle
- 2 - Determinación de la iluminación en puntos específicos de la carretera

b.— DETERMINACION DEL PROMEDIO DE ILUMINACION.

La iluminación promedio sobre un área grande de pavimento en término de pie-candelas horizontales puede calcularse por medio de una "curva de utilización" del tipo mostrado en la figura (a) siguiente



$$\text{Relacion} = \frac{\text{Ancho transversal (lado de la calle o casa)}}{\text{Altura de montaje del luminario}}$$

Fig. a.- Ejemplo de curvas para coeficientes de iluminación para proyección de luminarios Tipo III M en distribución de luz.

El coeficiente de utilización, como se muestra en la figura (a) es el porcentaje de los lúmenes de lámpara que caeran en cualquiera de las dos áreas de longitud infinita, una extendida al frente del luminario (lado de la calle) y la otra detrás del luminario (lado de la casa), cuando el luminario es nivelado y orientado sobre la calle en una manera equivalente a aquella en la cual este fue probado. Ya que el ancho de la calle está

expresado en término de una razón de la altura de montaje del luminario al ancho de la calle, el término no tiene dimensiones.

FACTORES DE DEPRECIACION

Las diferentes causas de pérdidas de luz en los luminarios de alumbrado de calles se ilustran en la figura (b). Estas condiciones de deterioración existen siempre, variando el grado. De esta forma cada circunstancia deberá ser considerada separadamente para aplicar valores de depreciación razonables para ellos.

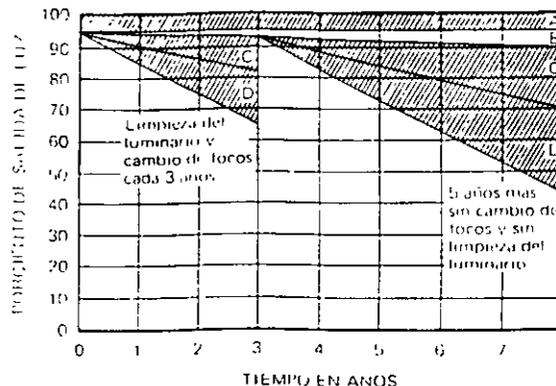


Fig. b.- Causas de pérdida de luz mostrados* para un sistema típico de alumbrado de calles (mercurial 400 watts)

- A Variación en temperatura y/o voltaje.
- B Deterioración de superficies del luminario o reflector
- C Depreciación de los lúmenes de la lámpara
- D Depreciación por suciedad del luminario

* Los valores que se muestran son ilustrativos de las pérdidas. Difieren cantidades relativas para cada instalación específica. Si las bases de las lámparas no son reemplazadas, los valores finales mostrados serán aun más reducidos.

c.— FORMULAS PARA CALCULOS.

La fórmula básica para la determinación del promedio de pie-candelas horizontales es la siguiente

$$\text{Pie-Candelas prom.} = \frac{\text{lúmenes de lámpara} \times C.U.}{\text{Área de Pavimento por luminario en pies cuadrados.}}$$

donde

C.U = Coeficiente de utilización

Esta fórmula es ampliada generalmente como sigue

$$\begin{aligned} \text{Pie-candelas}_{\text{prom.}} \text{ (Lúmenes por pie cuadrado)} &= \\ &= \frac{(\text{lúmenes de lámpara}) \times (\text{coeficiente de utilización})}{(\text{espacio entre luminarios en pies}) \times (\text{ancho de calle en pies})} \end{aligned}$$

*Esta es la distancia longitudinal entre luminarios si son espaciados en arreglos escalonados (tresbolillo) o de un solo lado. Esta distancia es la mitad de la distancia longitudinal entre luminarios si los luminarios están arreglados en lados opuestos.

Puede verse que con esta expresión de la fórmula, es posible encontrar el promedio de los pie-candelas horizontales, o espa-

ciamientos, o lúmenes de lámparas, según se desee. Una modificación de esta fórmula es necesaria para determinar la iluminación promedio en la calle cuando la fuente de iluminación está en su condición de mayor suciedad. Para tal cálculo, la fórmula se expresa como sigue:

$$P.p = \frac{L \times C.U. \times F.P.}{D \times A}$$

donde

P.p = pie-candelas prom. (lúmenes por pie cuadrado)

L = lúmenes de lámpara.

C.U = coeficiente de utilización

F.P.* = factor de pérdida de luz

D = distancia entre luminarios en pies

A = ancho de la calle en pies

*Este valor puede ser determinado experimentalmente o estimado, si es desconocido.

d.— CALCULOS TÍPICOS

Para ilustrar el uso de una curva de utilización, Fig. (a), un cálculo típico se muestra a continuación:

Datos.— Calle con arreglo de luminarios como se muestra en la Fig. (c).

- Espaciamiento de luminarios escalonados (colocadas a tresbolillo) de 120 pies.
- Ancho de la calle entre banquetas (pavimento) de 50 pies.
- Altura de montaje del luminario, 30 pies
- Distancia de banqueta al luminario, 5 pies
- Factor de pérdida de luz, (0.6)
- Lámparas de vapor de mercurio con 20,000 lúmenes iniciales.

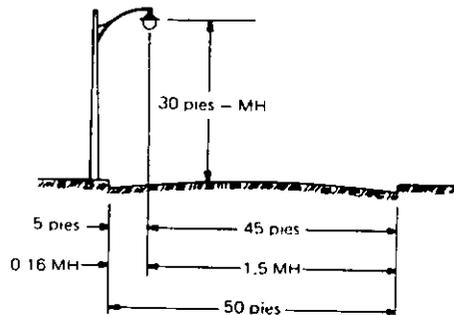
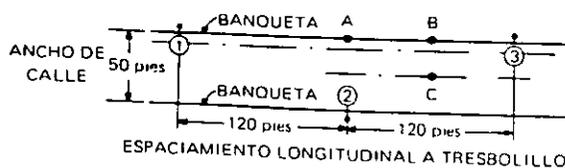


Fig. c.— Arreglo de luminarios y calle supuestos para un cálculo típico

Se requiere: Calcular el promedio mínimo de lúmenes por pie cuadrado (promedio de pie-candelas) para la calle.

Solución.— Para iluminación promedio

1 — Determine el coeficiente de utilización (C.U.) para el "lado de la calle" del luminario:

$$\begin{aligned} \text{Relación (lado de la calle)} &= \frac{50 \text{ pies} - 5 \text{ pies}}{30 \text{ pies}} = \\ &= \frac{45 \text{ pies}}{30 \text{ pies}} = 1.50 \end{aligned}$$

*Use la distancia de borde de la banqueta al punto directamente abajo de la luminaria.

El coeficiente de utilización (C.U) de la Fig (a) para la relación de 1.50 es 0.385.

2.- Determinar el coeficiente de utilización (C.U) del "lado de la casa".

$$\text{Relación (lado de la casa)} = \frac{5 \text{ pies}}{30 \text{ pies}} = 0.16$$

El coeficiente de utilización (C.U) de la Fig (a) para la relación de 0.16 es de 0.02

3.- El coeficiente total para "lado de la calle" más "lado de la casa" es de 0.405.

4 - Para determinar la iluminación promedio en la calle, úsese la fórmula dada anteriormente

$$\begin{aligned} \text{Pie-candela}_{\text{prom}} &= \frac{20,000 \times 0.405 \times 0.6}{120 \times 50} = 0.8 \\ &= 0.8 \text{ pie candelas} \end{aligned}$$

e.- DETERMINACION DE LA ILUMINACION EN UN PUNTO ESPECIFICO

La determinación de la iluminación horizontal en pie-candelas en un punto específico puede determinarse de una curva "isopié-candelas", Fig (d), o por medio del método clásico de cálculo de puntos

Diagramas de Isopiés-candelas.— Un diagrama de isopiés-candelas es una representación gráfica de puntos de igual iluminación unidos por una línea continua. Estas líneas pueden mostrar valores de pie-candelas en un plano horizontal de una sola unidad teniendo una altura de montaje definida, o bien, ellas pueden mostrar una figura compuesta de la iluminación de varias fuentes arregladas en cualquier forma o a cualquier altura de montaje. Estas se usan en el estudio de uniformidad de la iluminación y en la determinación del nivel de iluminación a cualquier punto específico. A fin de hacer estas curvas aplicables a todas las condiciones están calculadas para una altura de montaje dada, pero las distancias horizontales están expresadas en razones de la distancia actual a la altura de montaje. Factores de corrección para otras alturas de montaje están dados generalmente en la tabulación a lo largo de las curvas de isopiés candelas

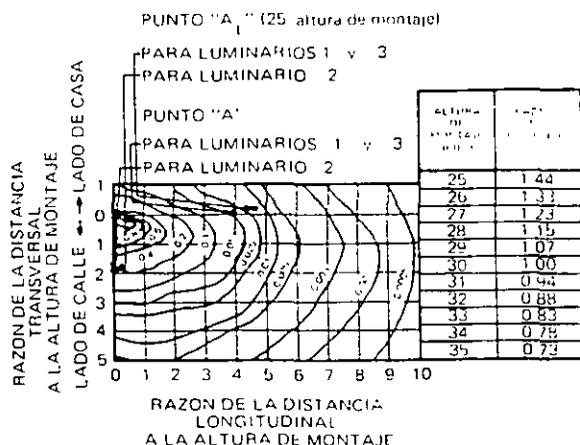


Fig. d - Ejemplo de un diagrama de isopiés candelas de pie-candelas horizontales en la superficie del pavimento para un luminario con distribución de luz Tipo III M para 1000 lúmenes de salida de lámpara en 10 veces

Cálculos Típicos.— Para ilustrar el uso del diagrama de isopiés candelas, un cálculo típico se muestra a continuación

Datos.— Calle con arreglo de luminarios como se muestra en la Fig (c)

- Espaciamiento de luminarios escalonados (colocados a tresbolillo) de 120 pies
- Ancho de la calle entre banquetas (pavimento) de 50 pies
- Altura de montaje del luminario, 30 pies
- Distancia de banqueta al luminario, 5 pies
- Factor de pérdida de luz, (0.6)
- Lámparas de vapor de mercurio con 20,000 lúmenes iniciales

Se requiere:

Determinar el nivel de pie-candelas en el punto "A" de la Fig (c), en el cual tiene el total de contribuciones de los luminarios 1, 2 y 3

Solución:

1 - La localización del punto "A" con respecto a un punto en el pavimento directamente bajo el luminario está dimensionado en múltiplos transversales y longitudinales de la altura de montaje. Se supone que la distribución del luminario provee líneas de isopiés candelas (pie-candelas horizontales) como se muestra en la Fig (d). El punto "A" es así localizado en este diagrama de isopiés candelas para su posición con respecto a cada luminario

2 - Para determinar la contribución de cada luminario al punto "A":

- a - Luminarios números 1 y 3 Localice el punto "A":
- Transversal 5 pies a "lado de la casa"

$$\frac{5}{30} = 0.16 \text{ veces la altura de montaje}$$

- Longitudinal 120 pies a lo largo del pavimento

$$\frac{120}{30} = 4.0 \text{ veces la altura de montaje}$$

En el punto "A" para estos luminarios el valor estimado en pie-candelas de la Fig (d) del diagrama de isopiés-can-



delas es de 0.04 pies-candelas. Esta contribución es de cada luminario 1 y 3. Ambos luminarios juntos proveen 0.08 pies-candelas.

- b - Luminario número 2. Localice el punto "A".
- Transversal 45 pies a "lado de la calle".

$$\frac{45}{30} = 1.5 \text{ veces la altura de montaje}$$

- La localización longitudinal es cero (0), ya que se localiza directamente enfrente del luminario. En el punto "A" para este luminario el valor estimado en pies-candelas de acuerdo a la Fig. (d) es 0.3 pies-candelas.

3 - El total en el punto "A" de los 3 luminarios es $0.08 + 0.3 = 0.38$ pies-candelas. El valor de 0.38 pies-candelas está basado en 1000 lúmenes de lámpara en 10 veces y luminarios limpios con una lámpara produciendo los lúmenes nominales. El nivel inicial de pies-candelas es, de esta manera $0.38 \times 2 = 0.76$ pies-candela. Si se desea expresar el nivel de pies-candelas en los términos cuando la fuente de iluminación se encuentra en su salida más baja y cuando el luminario se encuentra en condiciones de la mayor suciedad, se puede expresar utilizando el procedimiento que sigue:

$$0.76 \times 0.6 = 0.46 \text{ pies-candelas}$$

4. - Para usar los datos de otra altura de montaje que la indicada en las curvas de isopies-candela graficados, es necesario encontrar la nueva localización en el diagrama, así como aplicar un factor de corrección al valor de pies-candelas de esta nueva localización. Deberá seguirse el siguiente procedimiento:

a - Calcule las nuevas distancias transversales y longitudinales a la altura de montaje y localice los puntos en el diagrama de acuerdo a los siguientes cálculos:

Ejemplo para altura de montaje de 25 pies:

- Luminarios 1 y 3 - Punto "A₁".
- Transversal 5 pies en "lado de la casa".

$$\frac{5}{25} = 0.2 \text{ veces altura de montaje (M H)}$$

- Longitudinal 120 pies a lo largo del pavimento.

$$\frac{120}{25} = 4.8 \text{ M H}$$

El punto "A₁" es localizado en el diagrama de isopies-candelas (Fig. d) con sus nuevas dimensiones.

b - Obtenga los valores estimados en pies-candelas en las nuevas locaciones y multiplique esos valores por el factor de corrección para la nueva altura de montaje.

El valor estimado de los pie-candelas en el punto "A₁" (Fig. d) es de 0.015 pies-candelas. Este valor es multiplicado por el factor de corrección para 25 pies, el cual es de 1.44.

$0.015 \times 1.44 = 0.0216$ pies-candelas desde cada luminario 1 y 3. Ambos luminarios proveen 0.043 pies-candelas.

Luminario No 2 - Punto "A₁".

- Transversal 45 pies en el "lado de la calle".

$$\frac{45}{25} = 1.8 \text{ M H}$$

- La localización longitudinal permanece en cero (0), directamente al frente del luminario. Los pies-candelas estimados de la Fig. (d) son 0.2 pies-candelas. Este valor es multiplicado por el factor de corrección 1.44.

$$0.2 \times 1.44 = 0.288 \text{ pies-candelas}$$

El total en el punto "A₁" es -

$$0.043 + 0.288 = 0.331 \text{ pies-candelas}$$

Como antes, este valor deberá ser multiplicado por el cociente de los lúmenes actuales de la lámpara a los lúmenes de la lámpara del diagrama de isopies-candelas (20,000/10,000) = 2 para el nivel inicial de pies-candelas.

COEFICIENTES DE UNIFORMIDAD

Los requerimientos de uniformidad en la iluminación deberán ser determinados por el cociente de la razón:

$$\frac{\text{pies-candelas mínimos horizontales}}{\text{pies-candelas promedio horizontales}}$$

Esto puede también ser expresado como la razón:

$$\frac{\text{pies-candelas promedio horizontales}}{\text{pies-candelas mínimos horizontales}}$$

Un suficiente número de puntos especificados sobre la calle deberán ser chequeados para verificar la calidad y eficiencia de una instalación de alumbrado, antes de ser aceptada y puesta en servicio; para este objeto se recomienda la prueba conocida como método de los 21 puntos.

f.- INSTRUCTIVO PARA REALIZAR
MEDICIONES DE NIVELES DE
ILUMINACION, APLICANDO EL METODO
DE LOS 21 PUNTOS ADAPTANDOSE A
LA GEOMETRIA DE LA INSTALACION

A continuación se expone el método para realizar mediciones de niveles de iluminación por el método conocido como de los 21 puntos.

Datos requeridos:

- Altura de montaje
- Distancia interpostal
- Ancho de camellón (para calles de doble circulación, avenidas, etc.)
- Ancho de vía lateral.

Los resultados mínimos que se requieren para verificar una calidad y eficiencia que se consideren buenos en los arreglos y los equipos por probar y considerando las condiciones antes citadas serían a partir de los coeficientes de uniformidad.

De esta manera se tiene que

$$E \text{ promedio} = \frac{E_1 + E_2 + E_3 + \dots + E_{21}}{21} = \text{luxes}$$

De lo anterior se puede apreciar que se harán mediciones en 21 puntos previamente establecidos (Ver Fig. e)

Los valores mínimos aceptables para los coeficientes de uniformidad serán los siguientes (de acuerdo a la Comisión Internacional de Iluminación, I.I.C.)

$$\text{Coeficiente de uniformidad general} = \frac{E \text{ min.}}{E \text{ prom.}} = 0.55$$

$$\text{Coeficiente de uniformidad longitudinal} = \frac{E \text{ min.}}{E \text{ max.}} = 0.50 \text{ (en los 3 ejes, I, II y III)}$$

$$\text{Coeficiente de uniformidad transversal} = \frac{E \text{ min.}}{E \text{ max.}} = 0.40 \text{ (en los 3 ejes A, B y C)}$$

FORMA PARA COMPROBAR LOS NIVELES DE ILUMINACION EN CAMPO

PANORAMA DE LOS NIVELES DE ILUMINACION HORIZONTALES EN EL SUELO
METODO DE LOS 21 PUNTOS

NIVELES DE ILUMINACION PROMEDIO

LUX

COEF. DE UNIFORMIDAD GRAL

Implantación

Espaciamiento

Anchura de la calle

Poste

Luminario

Inclinación(s)

Fuente(s)

Lámpara(s)

Ajuste de lámpara

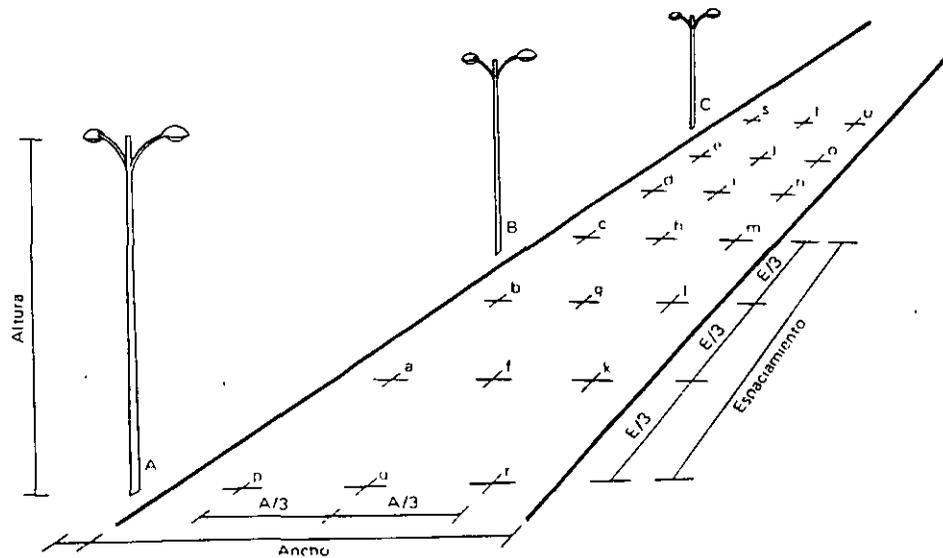
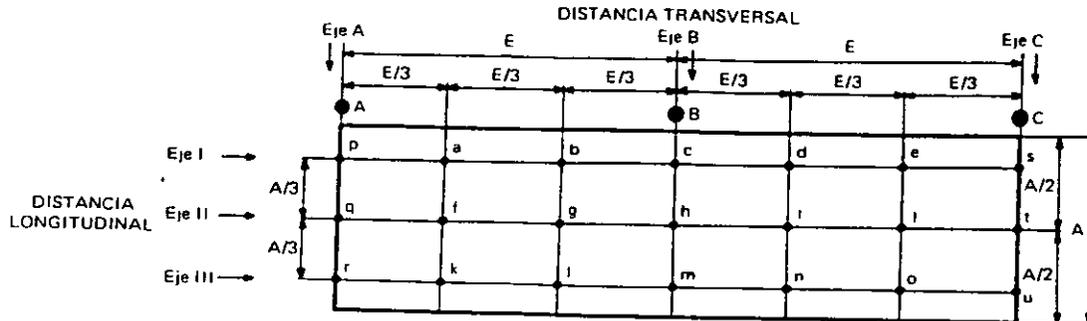


Fig. e - Arreglo de los 21 puntos donde deberán realizarse las mediciones de iluminación en luxes



De acuerdo con lo representado en la Fig. (e) anterior, las mediciones en el campo que deberán efectuarse serán:

$$E_{prom} = \frac{\sum_a^u}{21} \text{ ó}$$

$$E_{prom} = \frac{a + b + c + \dots + u}{21}$$

y los coeficientes de uniformidad que deberán calcularse serán los siguientes

$$\text{Coeficiente de uniformidad general} = \frac{E_{min.}}{E_{prom}}$$

$$\text{Coeficiente de uniformidad longitudinal (eje I)} = \frac{E_{min.}}{E_{max}}$$

$$\text{Coeficiente de uniformidad longitudinal (eje II)} = \frac{E_{min.}}{E_{max}}$$

$$\text{Coeficiente de uniformidad longitudinal (eje III)} = \frac{E_{min.}}{E_{max}}$$

$$\text{Coeficiente de uniformidad transversal (eje A)} = \frac{E_{min.}}{E_{max}}$$

$$\text{Coeficiente de uniformidad transversal (eje B)} = \frac{E_{min.}}{E_{max}}$$

$$\text{Coeficiente de uniformidad transversal (eje C)} = \frac{E_{min.}}{E_{max}}$$

Al obtenerse los valores calculados para los coeficientes de uniformidad deberán compararse con los valores considerados como mínimos aceptables de acuerdo a lo indicado anteriormente, esto con el fin de verificar el nivel de calidad de la instalación en prueba.

2.5.2.3 consideraciones técnicas para una instalación con lámparas de vapor de sodio

a.- INTRODUCCION

El extraordinario aumento en la circulación de vehículos automotrices y el constante incremento de la velocidad que alcanzan los conductores de los mismos, ya sea en las vías rápidas y aún en las zonas urbanas, nos ha obligado a requerir de un mayor interés en lo relativo a los factores de seguridad en el tráfico automotriz; es por ello que debemos mejorar la visibilidad nocturna de obstáculos y de guía visual del conductor, especialmente cuando éste circula por vías rápidas.

La visión nocturna adecuada solo podrá lograrse mediante una instalación de alumbrado público de buena calidad, ya que de ella dependerá la seguridad tanto del automovilista como del peatón. Para el automovilista es importante poder distinguir los puntos singulares de la calle y los obstáculos que en ella se encuentran (baches, topes, etc.) aún sin la ayuda de las luces del vehículo, mucho antes que el automovilista llegue a ellos, para que éste pueda maniobrar con toda anticipación.

El técnico responsable de un proyecto de alumbrado público, debe escoger los materiales y equipos destinados a obtener una instalación funcional. Es de suma importancia tomar en consideración al analizar las diversas alternativas que se puedan aplicar, cuatro criterios que a continuación se citan:

- 1 - Uniformidad de luminancia de la carpeta de la calle.
- 2 - Nivel de luminancia en dicha carpeta
- 3 - El confort visual de la instalación (limitación del deslumbramiento).
- 4 - El nivel de iluminación.

1. UNIFORMIDAD DE LUMINANCIA Y NIVEL DE LA MISMA

El propósito que se busca en alumbrado funcional de calles, es que los obstáculos se destaquen claramente sobre la calle, la cual deberá aparecer uniformemente luminosa.

Este aspecto uniforme depende:

- a. — De la calidad de difusión y reflexión del recubrimiento de la calle.
- b. — De la implantación de los equipos, es decir, la geometría de la instalación (altura de montaje, distancia interpostal, inclinación, etc.).
- c. — Del ajuste de las luminarias en caso de que lo tengan y de sus cualidades fotométricas.

DEFINICION DE LUMINANCIA:

Se sabe que la impresión luminosa que recibe el ojo proveniente de un objeto iluminado, no es debido al nivel de iluminación de este objeto, sino a su luminancia, es decir, que el ojo se sensibiliza, no por la luz recibida por el objeto, sino por aquella que éste refleja hacia el observador (por tanto la luminancia es el efecto que nos produce la sensación de ver)

Lo mismo sucede en el alumbrado público, en donde el objeto de nuestra atención está constituido por la carpeta de la calle y sus alrededores inmediatos (guarniciones, banquetas) de ahí la importancia que tienen las características ópticas del recubrimiento de la carpeta

Tratemos de imaginar cómo se comporta un rayo luminoso emitido por una luminaria de alumbrado público que llega a la carpeta de la calle (con el objeto de que apreciemos la importancia que tiene la calidad de difusión y reflexión de la misma)

En primer lugar, supongamos que el recubrimiento de la calle sea una superficie perfectamente reflejante. En este caso, el observador, cualquiera que sea su posición sobre la calle, no verá más que la imagen de la luminaria reflejada por la carpeta.

El rayo emitido por la luminaria, es reflejado hacia el observador siguiendo las leyes elementales bien conocidas de óptica geométrica, denominadas "Leyes de Descartes", leyes en las cuales se sabe que el ángulo de incidencia es igual al ángulo de reflexión. Algunas calles lisas muy rodadas y en tiempo de lluvias, se aproximan mucho a una carpeta reflectora, pero las irregularidades del suelo crean una sucesión de imágenes de la fuente luminosa alineadas en forma de banda prácticamente continua o raya de luminancia desde el pie del poste hasta el observador. Un ejemplo que ilustra este caso se da a continuación. En carpetas muy lisas, la zona de luminancia máxima, no se extiende nunca más allá del pie del poste, lo que se explica fácilmente, ya que los rayos luminosos son reflejados en el sentido opuesto al de observación (Fig. 1) (Rayo p) y por lo tanto, no pueden ser percibidos por el ojo. Cuando el observador se desplaza, la raya de luminancia se desplaza también con él.

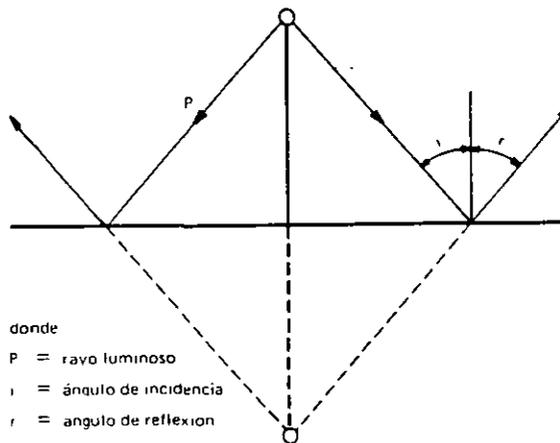
Imaginemos ahora que nos encontramos en presencia de una carpeta perfectamente difusora (Fig. 2). En este caso, la porción del flujo luminoso que llega a la carpeta, se reparte uniformemente.

Cualquiera que sea la posición del observador con relación a un punto indefinido de la carpeta, tendrá siempre una componente de flujo reflejado que llegará al ojo del observador. La luminancia de la carpeta es entonces independiente de la posición del observador.

En la realidad las características ópticas de los recubrimientos de las calles comunes, contienen en proporciones variables, los dos ejemplos que hemos citado anteriormente, ya que una parte del flujo es difundido y otra parte es reenviado en

una dirección privilegiada. Esta dirección privilegiada está muy próxima a aquella del rayo reflejado de acuerdo con las leyes de Descartes (reflexión Specular). Se pueden presentar a grosso modo, las componentes de flujo reflejado en la forma indicada en la Fig. 3.

Tal y como se ha mostrado anteriormente, existe un especial interés en que el recubrimiento de las calles no sea en acabado liso, sino granulado, ya que por otra parte, contribuye a la seguridad en el manejo en cuanto a la buena adherencia de los neumáticos de los vehículos en circulación.



donde
 p = rayo luminoso
 i = ángulo de incidencia
 r = ángulo de reflexión

Figura 1

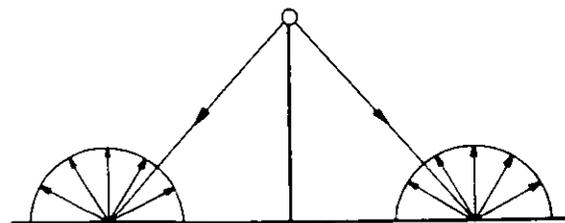


Figura 2

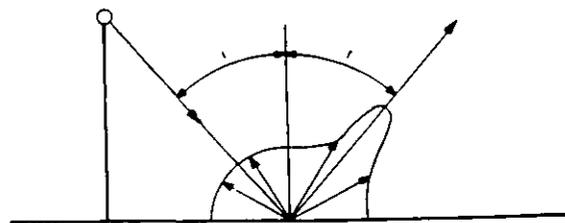


Figura 3

Es de vital importancia que los Ingenieros responsables de los proyectos para las nuevas instalaciones de alumbrado, tengan una relación técnica más estrecha con los Ingenieros responsables de los recubrimientos de las calles, con el objeto de buscar en la medida de lo posible, una mejor solución desde el punto de vista óptico para dichos recubrimientos, ya que además del acabado granulado, el color del recubrimiento juega un papel muy importante en los resultados ópticos de una instalación de alumbrado, pues con carpetas de acabado granulado y más claras que las actuales, se obtendrá una superficie más difusora y más reflectora de los rayos luminosos incidentes a ella, procedentes de los equipos de iluminación,

con lo cual se aumentaría el rendimiento óptico del conjunto de la instalación eléctrica del alumbrado y consecuentemente se reflejaría en un menor costo de la misma.

INCONVENIENTES DE LOS RECUBRIMIENTOS OSCUROS

El principal inconveniente que presentan los recubrimientos a base de asfalto y grava petrolizada, es desde luego su color oscuro, el cual particularmente de noche y con el mal tiempo, hace muy difícil la percepción de obstáculos fijos o móviles. También existe la dificultad de realizar una buena instalación de alumbrado público, que asegure a una regular distancia, una perfecta visibilidad de los obstáculos.

**b.- NIVELES RECOMENDADOS PARA
 ILUMINACION EXTERIOR**

CLASE DE VIA DE CIRCULACION	CARPETA OSCURA	CARPETA CLARA
a.- COMPLEJOS VIALES A VARIOS NIVELES		
b - VIAS DE GRAN CIRCULACION	50 LUX	25 LUX
c.- PLAZAS IMPORTANTES		
VIAS URBANAS DE TRAFICO IMPORTANTE Y VELOCIDAD LIMITADA	30 LUX	15 LUX
VIAS RESIDENCIALES	20 LUX	10 LUX

*Según el C.I.E. (Comision Internacional de Iluminacion)

Figura 4

Dependiendo del color del revestimiento de la calle, ya sea oscuro, gris claro o claro, la obtención de una luminancia dada sobre el revestimiento, requiere de un cierto nivel de iluminación (Lúmenes/m² de carpeta), que puede variar no solamente de sencillo a doble, sino en muchos casos de sencillo a cuádruple

El C.I.E.* recomienda los siguientes niveles para carpetas oscuras o claras en varios tipos de vias (Fig. 4).

Es bien sabido que en el alumbrado nocturno, los obstáculos fijos o móviles son percibidos generalmente en forma de siluetas oscuras sobre el fondo constituido por la carpeta iluminada, por lo que es evidente la necesidad de proporcionarle a ésta una luminancia suficiente mediante la instalación de alumbrado público para que ofrezca un buen contraste con los obstáculos que se presenten

VENTAJAS DE LOS RECUBRIMIENTOS CLAROS

El empleo de carpetas o recubrimientos claros, tiene la enorme ventaja de permitir la realización de una instalación de alumbrado público eficaz y confortable, en condiciones particularmente económicas, ya que el flujo luminoso y por ende la potencia eléctrica requerida por m² de calle, es la mitad, y en muchos casos menor de lo que sería necesario para el caso de una calle con recubrimiento oscuro

Permite además una mejor visibilidad de los obstáculos y una apreciable economía tanto en la inversión inicial de la instalación, como para su operación y mantenimiento.

Hacemos aquí alusión a la noción de confort visual que es más importante a medida que las densidades de tráfico y las velocidades de circulación aumentan. Es necesario que los diversos objetos situados en el campo visual del conductor (carpeta iluminada, faros encendidos de los coches circulando en sentido contrario, etc.) no presenten entre ellos grandes diferencias de luminancias o brillantez, que provoquen el fenómeno de deslumbramiento del conductor, mismo que puede alcanzar grados variables y en casos extremos, provocar la ceguera momentánea, lo cual se reduce a un nivel muy bajo con el empleo de recubrimientos cada vez más claros

Con todo lo antes expuesto se demuestra la importancia que tiene el tipo de recubrimiento de una calle en la contribución de los resultados de una instalación de alumbrado público

Hemos visto hasta ahora ventajas y desventajas entre el acabado y color de la carpeta, pero no hay que perder de vista que en función del tipo de recubrimiento se adecúan los demás elementos de la instalación, tales como la geometría de esta y las cualidades fotométricas de las luminarias, ya que entre todos estos elementos, existe una gran interrelación que dependiendo del procesamiento de la misma, nos conduce a obtener resultados buenos o mediocres en el terreno práctico.



A continuación nos abocaremos al análisis de los demás parámetros de una instalación de alumbrado, que contribuyen también a la definición de los demás criterios de calidad de la misma, partiendo ahora de la base de que ya es conocido el tipo de recubrimiento.

2. NIVEL DE LUMINANCIA EN DICHA CARPETA

Es bien sabido que los recubrimientos de las calles se comportan como superficies semi-difusoras y semi-reflejantes (Fig 3) y que los rayos luminosos más inclinados reflejan mejor la luz hacia el observador que los rayos muy cerca de la vertical, tal y como lo muestra la Fig. No 5 POR ESTA RAZON LA UNIFORMIDAD DE LOS NIVELES DE ILUMINACION NO PROPORCIONAN UNA UNIFORMIDAD DE LUMINANCIAS TANTO LONGITUDINALES COMO TRANSVERSALES, por eso no hay que exigir una muy buena uniformidad de los niveles de iluminación como sucede a veces, porque ello conducirá totalmente a obtener "alternancias" de bandas claras y oscuras.

DESLUMBRAMIENTO CAUSADO POR LUMINARIAS TIPO NON-CUT-OFF

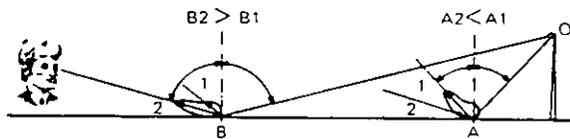


Figura 5

Es por eso que el CIE recomienda para los recubrimientos de calles más comunes que la UNIFORMIDAD DEL NIVEL LONGITUDINAL SOBRE EL EJE DE OBSERVACION DEBE SER DEL ORDEN DE

$$\frac{E_{min}}{E_{max}} = 0.5 \text{ a } 0.8$$

El estar por encima de estos valores dará como resultado la obtención de manchas brillantes entre los equipos instalados

Estar por abajo de estos valores, ocasionará obtener manchas muy oscuras entre los equipos

Conservando la uniformidad del nivel de iluminación en los valores anteriores, SE ALCANZA UNA BUENA UNIFORMIDAD DE LA LUMINANCIA que permita una mejor visión de los obstáculos en la calle (topes, baches, etc.)

Este resultado se obtiene generalmente con una relación de distancia interpostal entre altura de montaje del orden de 3 para luminarias semi-cut-off con lámparas con recubrimiento interior y de 3.5 para luminarias semi-cut-off con lámparas claras, desde luego que los valores de esta relación pueden aumentarse a 4 o más, respectivamente, con carpetas o recubrimientos de calle, particularmente favorables (claros y difusores) y con luminarias non-cut-off Pretender poder hacer algo mejor, es ilusorio y SALE DEL DOMINIO DE LA TECNICA, a menos de sacrificar abusiva y deliberadamente el confort visual

CONFORT VISUAL

Nosotros apreciamos el confort visual por la importancia del deslumbramiento de una instalación en las condiciones exactas de observación

En la práctica, el deslumbramiento depende mucho del tipo de luminaria que se emplea en la instalación, ya sea del tipo non-cut-off, semi-cut-off ó cut-off

La clasificación anterior se basa en la dirección de la intensidad máxima con relación a la vertical o de la importancia de la intensidad luminosa por encima de los 80° (Fig 6).

La Fig 7 corresponde a la curva fotométrica típica de una luminaria cut-off, cuya intensidad máxima la tenemos a los 54° en este caso

La figura 8 corresponde a la curva fotométrica típica de una luminaria semi-cut-off, cuya intensidad máxima la tenemos a los 65° en este caso

La figura 9 corresponde a la curva fotométrica típica de una luminaria, non-cut-off, cuya intensidad máxima la tenemos a los 77°

Los equipos con distribución del tipo cut-off, suprimen todo deslumbramiento, pero producen sobre la calle manchas brillantes cortas, por lo que hay que recurrir a distancias interpostales pequeñas para obtener una superposición conveniente de las manchas luminosas, o a alturas de montajes de cierta importancia

Los equipos con distribución del tipo non-cut-off, (los más usuales en México) por el contrario resultan muy deslumbrantes, ya que el plano que contiene a la intensidad máxima, se encuentra muy cerca de la horizontal y por ende, de la dirección normal de observación, proporcionando al observador un flujo directo muy importante, proveniente del equipo, pero producen sobre la calle, manchas brillantes en forma de "T" alargada (Fig No 5), lo que permite distancias interpostales importantes, con alturas de montaje relativamente bajas, para lograr la superposición de las manchas luminosas.

Los equipos con distribución del tipo semi-cut-off, que a propósito hemos dejado en último término, tal y como su nombre lo indica, es una solución intermedia entre las dos clasificaciones antes citadas, es decir, son equipos en los que la dirección del plano que contiene la máxima intensidad luminosa, está comprendido entre los 60° y los 75°, siendo idóneo aquel plano que se encuentra a 65°

Con este tipo de equipos, se puede alargar la mancha brillante sobre la calle y así obtener una muy buena uniformidad de luminancia, a partir de distancias interpostales y alturas de montaje convenientes.

La estimación del deslumbramiento de una instalación de alumbrado público, puede hacerse mediante el examen de la curva fotométrica de la luminaria, evaluando desde luego las intensidades próximas a la máxima y su dirección con respecto a la vertical

Hay que hacer notar que el exigir una excelente uniformidad de luminancia a partir de una relación de distancia interpostal y altura de montaje muy grande, corre el riesgo de disminuir el confort visual.

4. NIVEL DE ILUMINACION

Objeto Se trata de verificar para una uniformidad de luminancia y un confort visual dado cuál es el nivel de iluminación promedio, obtenido con cada equipo para una geometría

MANUAL DEL DIPLOMADO EN ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO


00125

tría de la instalación considerada. Este nivel da un índice sobre el rendimiento del equipo instalado y desde luego de su aptitud para enviar hacia la calle la mayor cantidad de flujo posible; a esto se le denomina FACTOR DE UTILIZACIÓN DEL EQUIPO y éste depende de la concepción del mismo y de sus componentes, así como de sus condiciones de instalación (no olvidando que el FACTOR DE UTILIZACIÓN (F.U.) depende de la altura de montaje y del ancho de la calle).

CALCULO DE ILUMINACION:

Habiendo analizado los criterios de calidad anteriores, entramos ahora a los cálculos de iluminación, tomando en consideración el criterio de luminancia a partir de los niveles de iluminación

Ya sabemos que un determinado nivel de iluminación provee un determinado nivel de luminancia en el sentido de observación, Fig. 10.

En la actualidad el C.I.E. ya determinó (después de haber efectuado durante largo tiempo pruebas de laboratorio y aplicaciones prácticas) una clasificación de recubrimientos más usuales existentes en la actualidad, en la que interviene un factor R que liga al Nivel de iluminación promedio (que conocemos y que recomienda el I.E.S.) con el nivel de Luminancia Promedio. Este factor R depende por lo tanto de las características ópticas de cada recubrimiento Fig 11

En la Fig. 12 encontramos también los valores de luminancia promedio para las diferentes instalaciones de Alumbrado Público que recomienda el C I E

En la mayoría de las luminarias que se instalan en nuestro País, sus sistemas ópticos dependen de un reflector y un refractor prismático de vidrio o plástico, siendo esto un grave inconveniente, ya que al romperse o faltar el elemento refractor en la luminaria, ésta deja de cumplir con la función para la cual fue diseñada, además de incrementar el costo de su mantenimiento

Es de gran importancia para todas aquellas personas que verdaderamente requieran la obtención de una obra de alumbrado público eficiente y funcional, analizar cuidadosamente la fisonomía de los equipos por instalar, tanto en su sistema óptico como mecánico, este último, para prever un fácil mantenimiento, así como realizar pruebas sobre el terreno

Debemos tomar en cuenta el factor de conservación (V_{LU}) de la unidad para conocer la eficiencia del equipo después de doce meses de operación

	LUMINARIO	
	SIN CUBIERTA (abierto)	CON CUBIERTA (cerrado)
Atmosfera contaminada	0.65	0.70
Atmosfera no contaminada	0.90	0.95

Después de un año de operación, un equipo al que no se le dé mantenimiento por este tiempo, tiene un factor de envejecimiento.

$$V = V_{IB} \times V_{LU}$$

donde

V = factor de envejecimiento del equipo

V_{IB} = factor de envejecimiento de la lámpara

V_{LU} = factor de envejecimiento del luminario

Por lo que es recomendable dar cuando menos una vez por año mantenimiento al equipo de alumbrado, (limpieza del reflector y cubierta, revisión del equipo de foto control) así como el repintado de los postes. El cambio de lámparas habrá de realizarse cada 2 ó 3 años, para que su operación resulte rentable

c.- CLASIFICACION DE LUMINARIAS PARA ALUMBRADO PUBLICO

TIPO DE LUMINARIA	DIRECCION DE LA INTENSIDAD MAXIMA	VALORES MAXIMOS DE LA INTENSIDAD LUMINOSA EMITIDA BAJO:	
		90°	80°
CUT-OFF	0-65°	10 CD/1000 LUMENS	30 CD/1000 LUMENS
SEMI CUT-OFF	0-75°	50 CD/1000 LUMENS	100 CD/1000 LUMENS
NON CUT-OFF	0-90°	1000 CD INDEPENDIENTEMENTE DEL FLUJO	_____

Figura 6

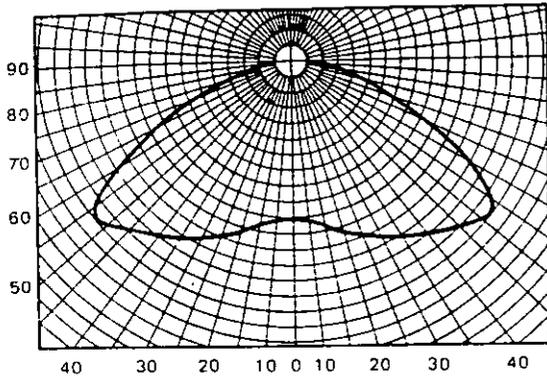
d.- CURVAS FOTOMETRICAS TÍPICAS
**CURVA FOTOMETRICA DE UNA LUMINARIA
 TIPO CUT-OFF**


Figura 7

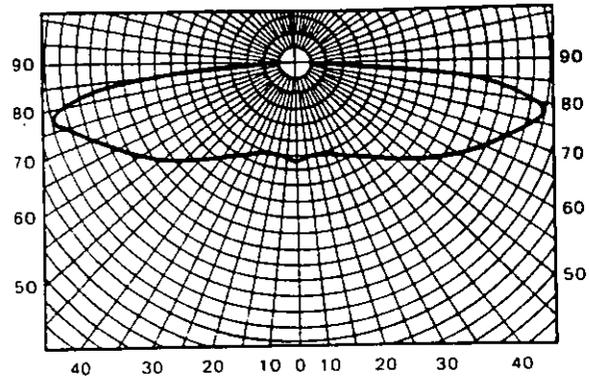
**CURVA FOTOMETRICA DE UNA LUMINARIA
 NON-CUT-OFF**


Figura 9

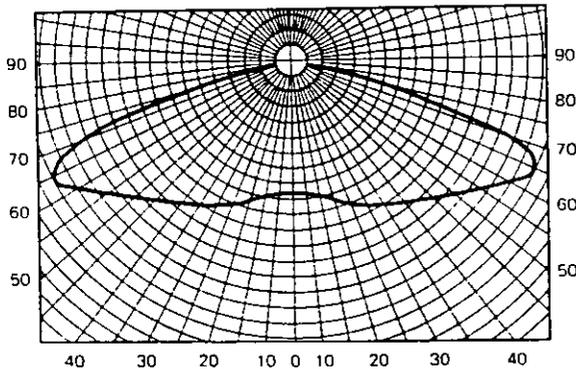
**CURVA FOTOMETRICA DE UNA LUMINARIA
 SEMI-CUT-OFF**


Figura 8

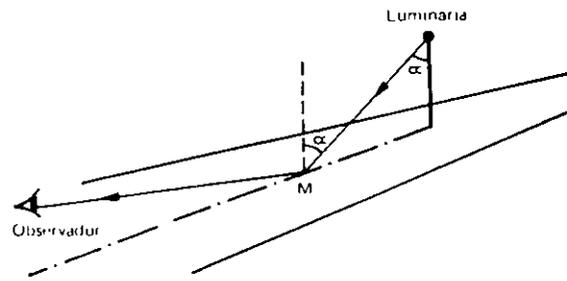
**NIVEL DE LUMINANCIA EN EL SENTIDO
 DE OBSERVACION**


Figura 10



EXPLORACION Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACION
Y MANTTO. DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN
ADMINISTRACIÓN DEL
MANTENIMIENTO



00127

e.- VALORES DEL FACTOR-R E prom.
L prom.

PARA DIFERENTES RECUBRIMIENTOS

TIPO DE RECUBRIMIENTO	LUMINARIAS CUT-OFF	LUMINARIAS SEMICUT-OFF
CONCRETO LIMPIO	12	8
CONCRETO SUCIO	14	10
ASFALTO EMBLANQUECIDO	14	10
ASFALTO GRIS	19	14
ASFALTO OSCURO	24	18
EMPEDRADOS	18	13

Figura 12

f.- VALORES DE LUMINANCIA PROMEDIO
PARA DIFERENTES INSTALACIONES

CLASE DE VIA	VIAS RAPIDAS	ALUMBRADO URBANO	GLORIETAS Y CRUCEROS PELIGROSOS	PUNTOS SINGULARES FUERZA DE ZONA ALUMB
LUMINANCIA PROMEDIO	1 a 2.5 CD/m ²	1 a 2 CD/m ²	1 a 2 CD/m ²	0.5 a 1 CD/m ²
TIPO DE LUMINARIA ACONSEJABLE	CUT-OFF o SEMICUT-OFF	SEMICUT-OFF	SEMICUT-OFF o NON CUT-OFF	SEMICUT-OFF

Figura 12

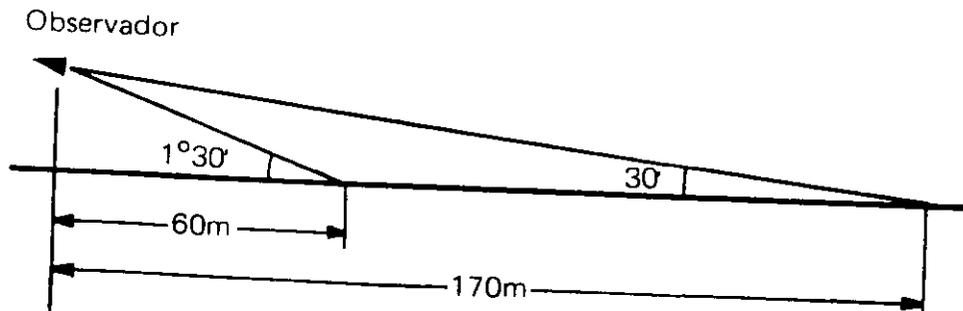


Figura 13



EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTTO DE POZOS

**MANUAL DEL DIPLOMADO EN
ADMINISTRACIÓN DEL
MANTENIMIENTO**



00128

**PROTECCION CONTRA DESCARGAS ATMOSFERICAS USO
DE PARARRAYOS Y APARTARRAYOS**



EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTTO. DE POZOS

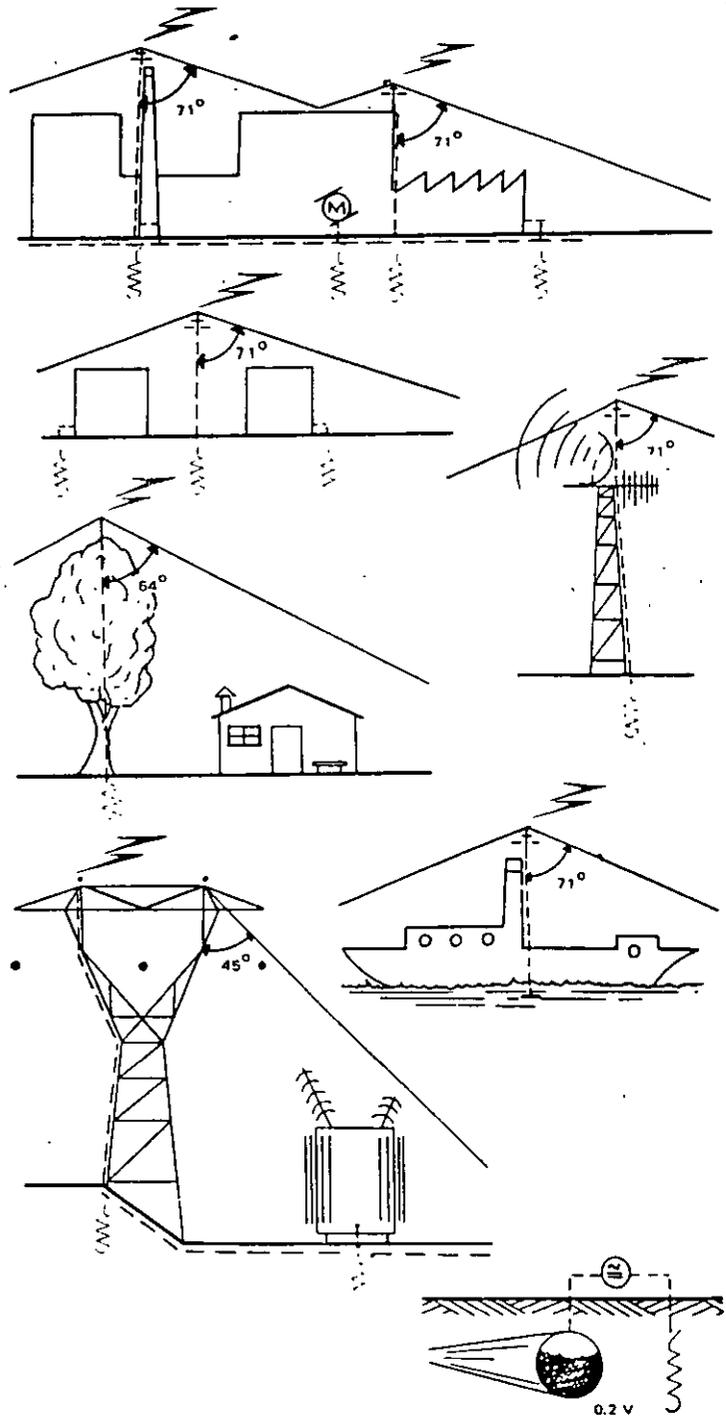
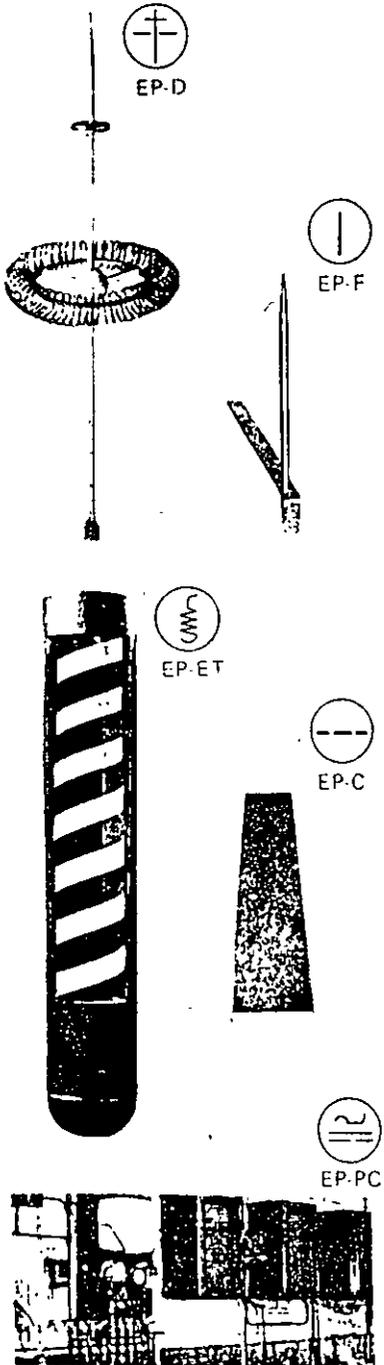
MANUAL DEL DIPLOMADO EN ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO



08123

EQUIPO

APLICACIONES



ELECTROSTATICA PARRIS, S.A. - COPENHAGUE NO. 12-2o. PISO MEXICO 6, D.F. Tel.: 533-52-27 5 14 90 87
TALLERES- STA MARIA, MORELOS KM 68 5 CARRETERA

LABORATORIO

COMUNICACIÓN DE AISLAMIENTO

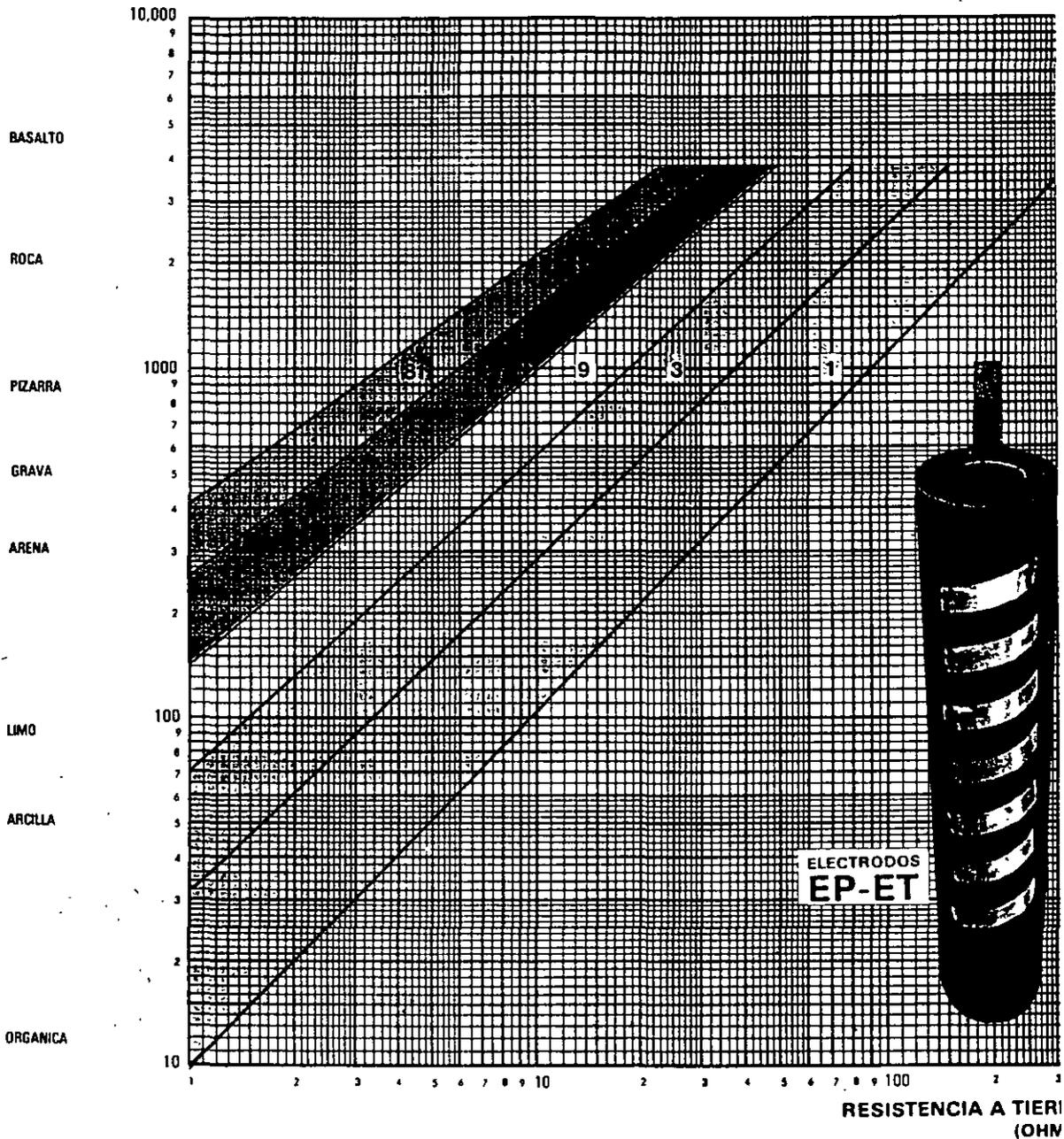
PROTECCIÓN CÁTODICA

REDES DE TIERRA

SYSTEMAS DE PARLAMENTO

RESERVA DE EQUIPOS

RESISTIVIDAD
(OHMS / M² / 3.2M)



**ELECTRODOS
EP-ET**



COMPUTADORAS REVELADORES

PARARRAYOS APARTARRAYOS

TRANSFORMADORES MOTORES

5 14 90 87

ORIGINAL COAHUILTEPEC 13 20 BISO TELEFONO 500 5555 TELERANGUNO STA. MARIA MARIOLAS KM. 69.5 CARRETERA 500 A CUERNAVACA TEL (01 721) 7 50 70



EXPLORACION Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTTO DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO



ELECTROSTÁTICA PARRES, S. A

PARARRAYOS

LABORATORIO

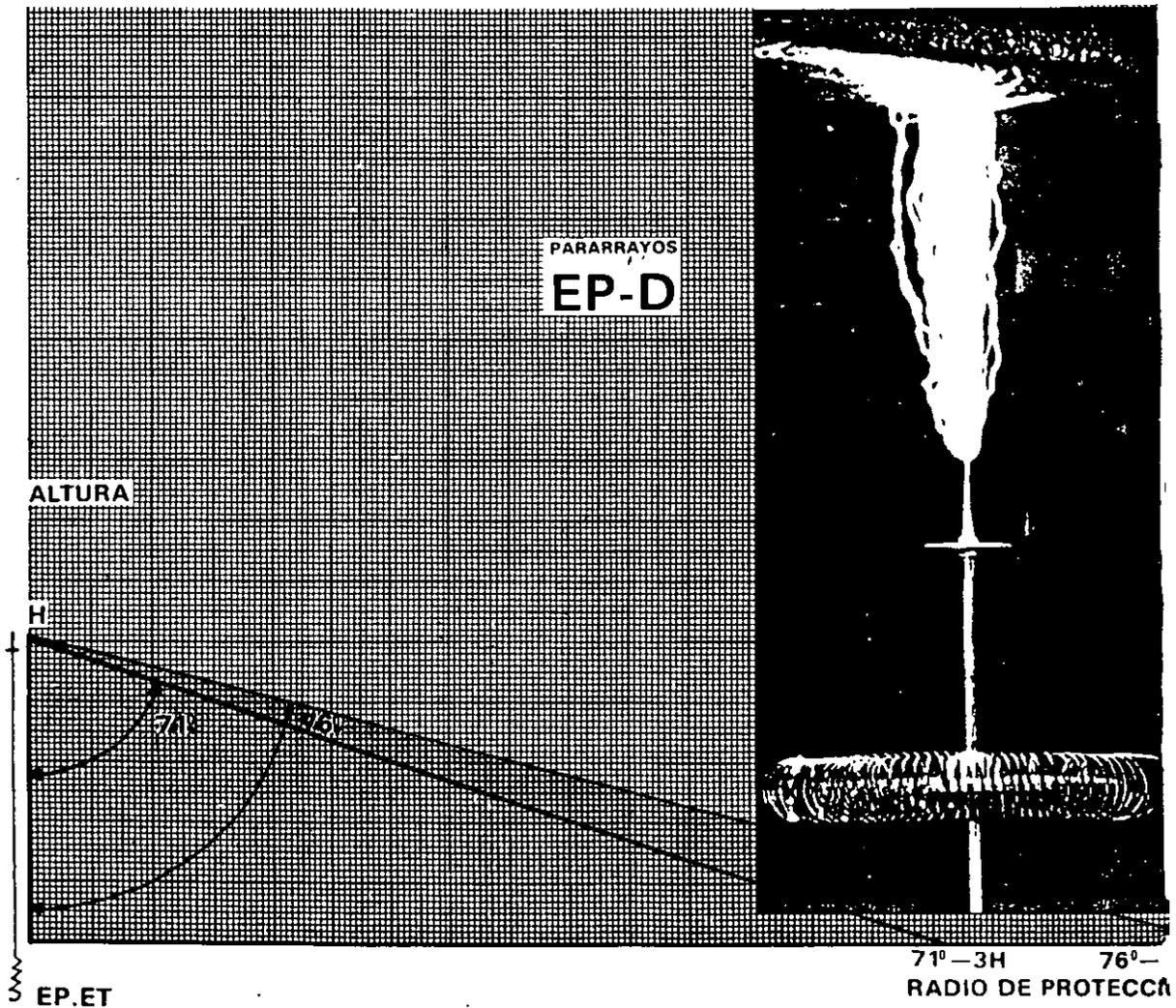
COORDINACION DE AISLAMIENTOS

PROTECCION CATODICA

REDES DE TIERRA

SISTEMAS DE PARARRAYOS

ASESORIA Y EQUIPOS



5 14 90 87

OFICINAS COPENHAGUE 12-2º. PISO TELEFONO 533-5227 TALLERES STA MARIA MORELOS KM 68 5 CARRETERA FED A CUERNAVACA TEL (91-7311) 3-50-7

NATURALEZA

 DESCARGA
 ATMOSFERICA
 (RAYO)

 CARACTERISTICAS
 COMEDIO

 Velocidad en:
 Atmosfera 1000 Km/seg
 Pararrayo 300,000 Km/seg

 El electrodo
 Inversamente
 proporcional
 a la resistencia
 a tierra.

 Atmosfera 1 Miliseg.
 El pararrayo 50 Microseg.

 El electrodo
 Directamente
 proporcional
 a la resistencia
 a tierra.

30,000 amperes.

 Descarga
 10 Desc por Km²

 CONDUCTIVIDAD
 ELECTRICA EN
 METALES

Plata	106 %
Cobre electrolítico	100 %
Aluminio	28 %
Latón	60 %
Hierro	15 %

 RESISTIVIDAD
 ELECTRICA
 SUELOS

Húmedo	1000 OHMS-Cm ³
Seco	10000 OHMS-CM ³
Seco	100000 OHMS-CM ³
Seco	1000000 OHMS-CM ³

CARACTERISTICAS

 PARARRAYO EP-D (Tipo Dipolo)
 Angulo de protección substancial 71°
 (instalado con electrodo EP-ET)
 Equivalente a un cono de protección
 cuyo radio es tres veces la altura de
 colocación del pararrayo.

 Corriente máxima de
 diseño = 60 000 Amps.
 Conductividad máxima de
 diseño = 99.9%

FUNCIONAMIENTO.—Concentra el
 gradiente de potencial existente en la
 atmosfera por medio de su toroide
 excitador. Que se carga constantemente
 al potencial circundante y define en
 esa forma la incidencia sobre la punta
 de la barra conductora. El campo eléctrico
 entre el arillo potencial y el
 toroide excitador permite regular la di-
 rección de los iones existentes entre
 ellos y los que se originan por radiación
 estatica natural. Incrementando
 el canal original de ionización y por lo
 tanto el radio de alcance del pararrayo.

 PARARRAYO EP-F (Tipo Faraday)
 Angulo de Protección substancial 54°
 (instalado con electrodo EP-ET)

 Equivale a un cono de protección cuyo
 radio es dos veces la altura de
 colocación del pararrayo.

 Su conexión integrada al conductor
 EP-C1 evita pérdidas de conductividad
 por oxidación en múltiples conexiones
 y riesgos por fallas de conductividad.

CONDUCTORES EP-C

 Conductividad constante en conec-
 tores 99.9 %

 Sus espesores aprobados por norma y
 laboratorio, permiten mayores superfi-
 cies de contacto y/o disipación eléctrica,
 eliminando múltiples conexiones y
 riesgos por fallas de conductividad.

**ELECTRODO DE PUESTA A TIE-
 RRA EP-ET**

 Resistencia a tierra en resistividad de
 20,000 OHMS-CM³ = 8 OHMS

FUNCIONAMIENTO.—Disminuye la
 resistencia a tierra al paso de corrientes
 eléctricas de descarga o corto circuito,
 por medio de su contenido químico
 catodico (anticorrosivo), que diluye un
 electrolito aumentando así la profun-
 didad y volumen de disipación y dismi-
 nuyendo el tiempo de arqueo de la
 descarga.

ESPECIFICACIONES

 EP-D
 Construido totalmente en
 cobre electrolítico aleación
 110; de recubrimientos pla-
 teados, se integra por:
 Barra de descarga de 16 mm.
 de diam.

 Arillo equipotencial de 9 mm
 de diam.
 Excitador toroidal de 60 y
 300 mm de diam.

 Aislamiento en contenedor
 esférico de teflón y/o vidrio
 de 50 mm de diam.

 Longitud total = 1.5 mt.
 Mástil de duraluminio, de 50
 mm de diam y 3.6 mt. de long.

 EP-F
 Cobre electrolítico aleación
 110

 Recubrimiento plateado
 Barra de descarga de 13 mm
 de diametro 30, 150 cms de
 longitud.

 EP-C1
 Cobre electrolítico aleación
 110

 66,370 circular mills.
 16 x 19 mm. de sección
 transv.

 EP-C2
 Cobre electrolítico aleación
 110

 133, 100 circular mills.
 1.6 x 40.79 mm. de sección
 transversal.

 EP-C3
 Cobre electrolítico aleación
 110

 250,000 circular mills.
 3.048 x 41.5 mm. de
 sección transversal.

 carretes de 100, 250, 500 mt.
 EP-ET

 Construido en cobre electrolí-
 tico aleación 110, 600 cm de
 conductor EP-C2

 Recubrimiento plateado.
 Contenido químico de mag-
 nesio, coke y sulfato de
 cobre basicamente.

 19 cm. diam. x 119 cm. long.
 21 Kg. de peso.

NORMAS

 DIRECCION
 GENERAL
 NORMAS

 COMITE
 NACIONAL
 NORMALIZACION
 INDUSTRIA
 ELECTRICA

 COMITE
 REGLEMENTACION
 OBRAS
 INSTALACIONES
 ELECTRICAS

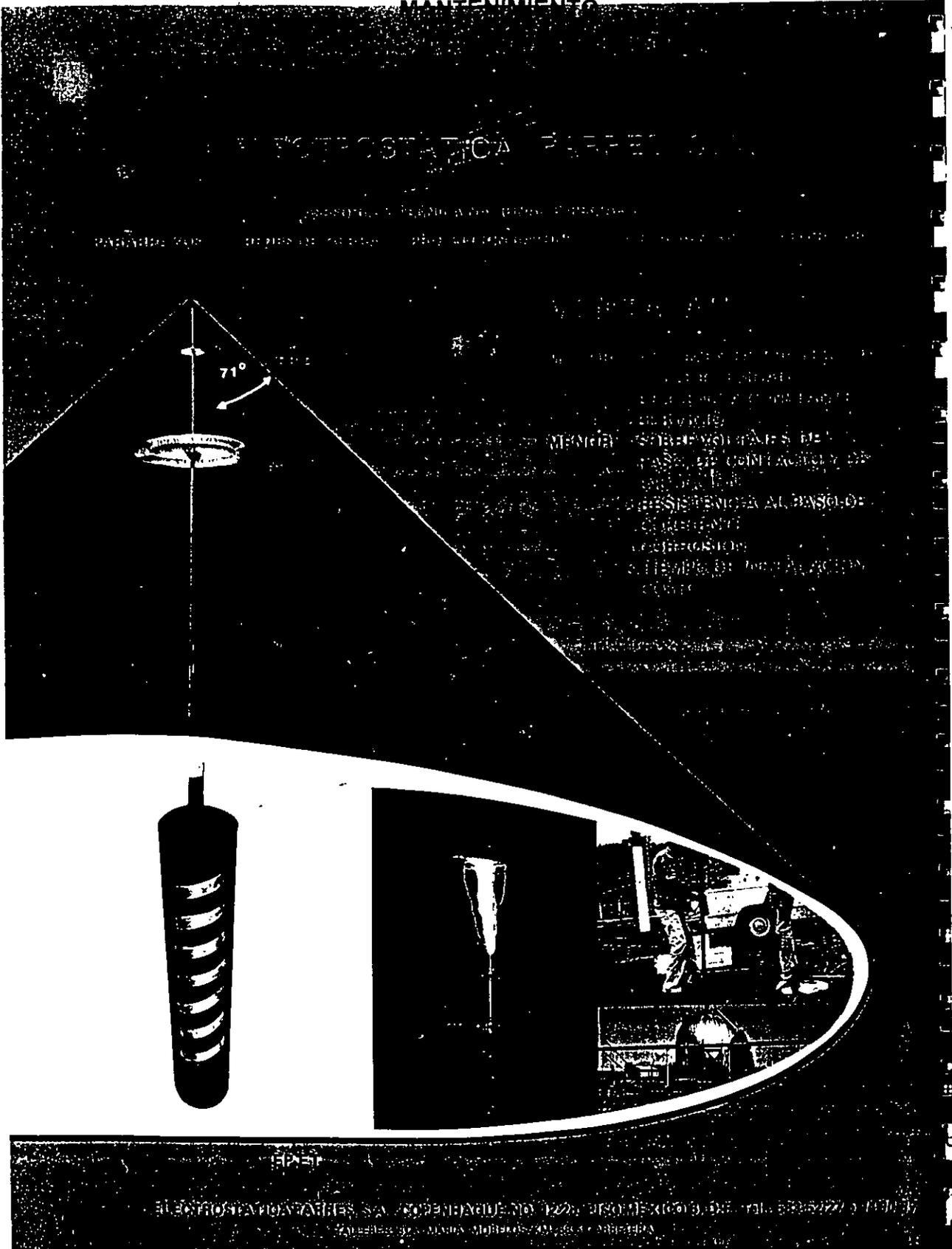
 INTERNATIONAL
 ELECTROTECHICAL
 COMMISSION

 NATIONAL
 FIRE
 PROTECTION
 ASSOCIATION

 AMERICAN
 STANDARD
 TESTING
 MATERIALS

 AMERICAN
 NATIONAL
 STANDARD
 INSTITUTE

 INSTITUTE
 ELECTRICAL
 ELECTRONICS
 ENGINEERS





EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTTO DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN
ADMINISTRACIÓN DEL
MANTENIMIENTO



08132

ELECTROSTATICA PARRES. S. A.

OFICINAS: COPENHAGUE No. 32 2o. PISO MEXICO 6, D. F. 533-52-27 91-731-350-79 514-90-87
TALLERES: KMT. 68112 CARRET. FED. CUERNAVACA

ESPECIFICACIONES

1.0) GENERALES.

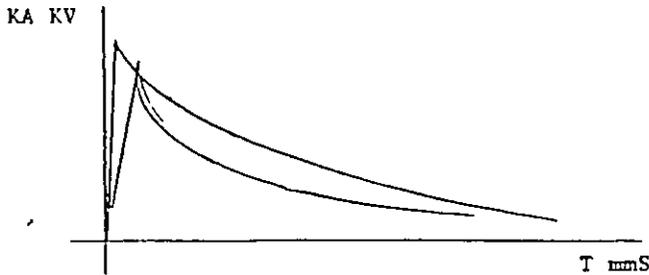
- 1.1) .- Definiciones
- 1.2) .- Conceptos
- 1.3) .- Normas

2.0) PARTICULARES

- 2.1) .- De diseño
- 2.2) .- De operación
- 2.3) .- De fabricación
- 2.4) .- De instalación

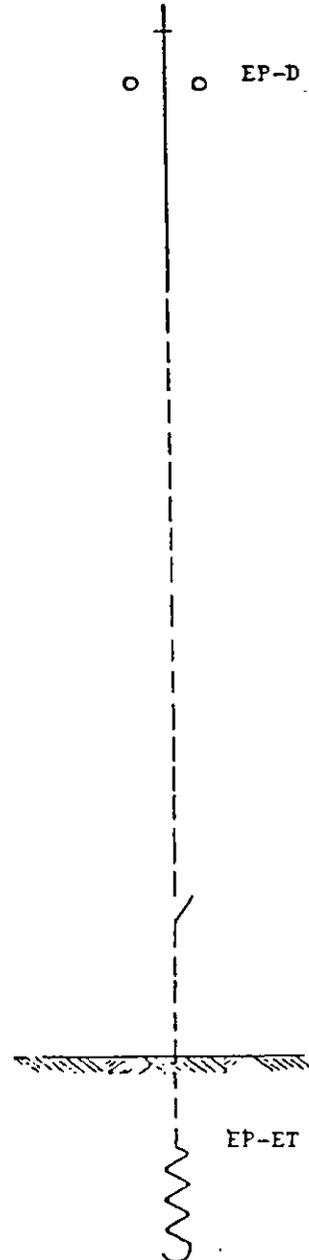
1.1) Definiciones

- 1.1.1) .- Rayo.- Impulso eléctrico entre nube-tierra-nube, cuyo valor de corriente cresta promedio es de 30,000 amperes con forma de onda de 4X40 microsegundos y de voltaje 1.2X50



- 1.1.2) .- Pararrayo.- Dispositivo eléctrico capaz de conducir y dissipar un rayo a la tierra, sin incidencias colaterales a los cuerpos existentes dentro de su cono de protección.

- 1.1.3) .- Tierra del Pararrayo.- Elemento del pararrayo capaz de dissipar la corriente de la descarga en el suelo del sitio, en el tiempo de duración de la misma.





EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTTO. DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO



08133

ELECTROSTATICA PARRES, S. A.

OFICINAS: COPENHAGUE No. 22 2a. PISO MEXICO 6, D. F. 533-52-27 91-731-350-79 514-90-87
TALLERES: KMT. 68112 CARRET. FED. CUERNAVACA

1.2) Conceptos.-

La presente especificación se refiere exclusivamente al equipo del pararrayos integrado con elementos de puesta a tierra propios y utilizables; previamente a un proyecto de protección definido ampliamente en cuanto a valores de resistividad, conductividad y coordinación de los aislamientos eléctricos naturales existentes en los cuerpos a proteger.

El discernimiento claro en cuanto a otros sistemas de protección existentes, tales como apartarrayos en instalaciones ó aparatos eléctricos, sistemas de protección catódica en los suelos del sitio; permite coordinar particularmente el aspecto de puesta a tierra único.

El criterio de selección por probabilidad de incidencia en un cuerpo dado del sitio, debe definirse por la eficiencia propia del equipo en base a la resistencia a tierra obtenida de la instalación, toda vez que se considere el área ya protegida en forma parcial por equipos de pararrayos.

1.3) Normas.-

Las normas en que se sustenta la presente especificación relacionan en forma directa las características particulares que se indican en el siguiente inciso y son aplicables en su carácter de Norma Oficial, Reglamento o Recomendación, debido al estado de esta técnica en particular y considerando su emisión original como Nacional, Internacional o de Empresa.



EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTTO DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN
ADMINISTRACIÓN DEL
MANTENIMIENTO



00134

ELECTROSÁTICA PARRÉS, S. A.

OFICINAS: COPENHAGUE No. 17 2a. PISO MEXICO 6, D. F. 533-52-27 91-731-350-79 514-90-87
TALLERES: KMT. 68 1/2 CARRET. FED. CUERNAVACA

1.3.1).- Norma Oficial Mexicana

Las particualres correspondientes a los materia les de fabricación integrados por metales y con ductores principalmente (N.O.M.) las particula res que reglamentan los métodos de instalación- (R.O.I.E.)

1.3.2).- Especificación de Empresa

La propia de fabricante por diseño y operacióm- de este equipo sustentada en pruebas de labora- torio oficial y en recomendaciones extranjeras.

1.3.3).- Norma extranjera

El standard norteamericano de aceptación norma- tiva para diseño y operación. ASA C5.1 N.F.P.A. 78.

Las relativas de aplicaciones a características de metales (A.S.T.M.)

Las prácticar recomendadas de puesta a tierra - (I.E.E.E std 142).

2.1) De Diseño

Pararrayo EP-D.- Integrado por la barra de des- carga, arillo equipotencial y toroide dipolo, - se diseña como elemento de incidencia de arco- directo y barrido de corriente del canal de des- carga.

Electrodo de puesta a tierra EP-ET.- Integrado- por la barra de disipación y el agregado quími- co de baja resistividad: se diseña como elemen- to difusor de corriente.

Metal	Cobre	ASA C5.1	2101, a) e)
Conductividad	98%	2101, a)	
Peso barra	636 g/m		
Diámetro barra	9.33 mm.	ASA C5.1	2101 b)
Peso conductor	309 g/m	ASA C5.1	2102, a)
Sección Conduc.	33.6 mm ²	6631 C.M.	
Resistencia c.c.		0.014 Ohms	



EXPLORACION Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTTO DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO



08135

ELECTROSISTEMAS PARRES, S. A.

OFICINAS: COPENHAGUE No. 12 2o. PISO MEXICO 6, D. F. 535-52-27 91-731-350-79 514-90-87
TALLERES: KMT. 68 1/2 CARRET. FED. CUERNAVACA

2.2) De Operación

El pararrayos, incluyendo su electrodo de puesta a tierra, opera como elemento receptor-difusor del rayo, definiendo un cono de protección, cuyo vértice es la barra de descarga y radio proporcional a la altura de la misma, dependiendo del valor de resistencia a tierra.

ASA C5.1, 3100 a)
ASA C5.1, 3130
Empresa, Certificado de laboratorio
Empresa, Campo de pruebas.

2.3) De Fabricación

El proceso interno de la Empresa para el control de calidad de fabricación de los equipos, satisfaciendo los aspectos de adquisición de materia prima, inspección, maquila, galvanoplastia, pruebas, aislamientos y empaques.

2.4) De Instalación

Las características técnicas a que obedece el uso adecuado de los equipos, en una condición local determinada.

R.I.E C2, 206 B.J.
R.I.E C6 605 D,
I.E.E.E 1,3,8,; 1,4,3,; 3,2,; 4,1; 4,2, 4.4.



EXPLORACION Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTTO DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN
ADMINISTRACIÓN DEL
MANTENIMIENTO



00136

~~ELECTROSTÁTICA PARRÉS, S. A.~~

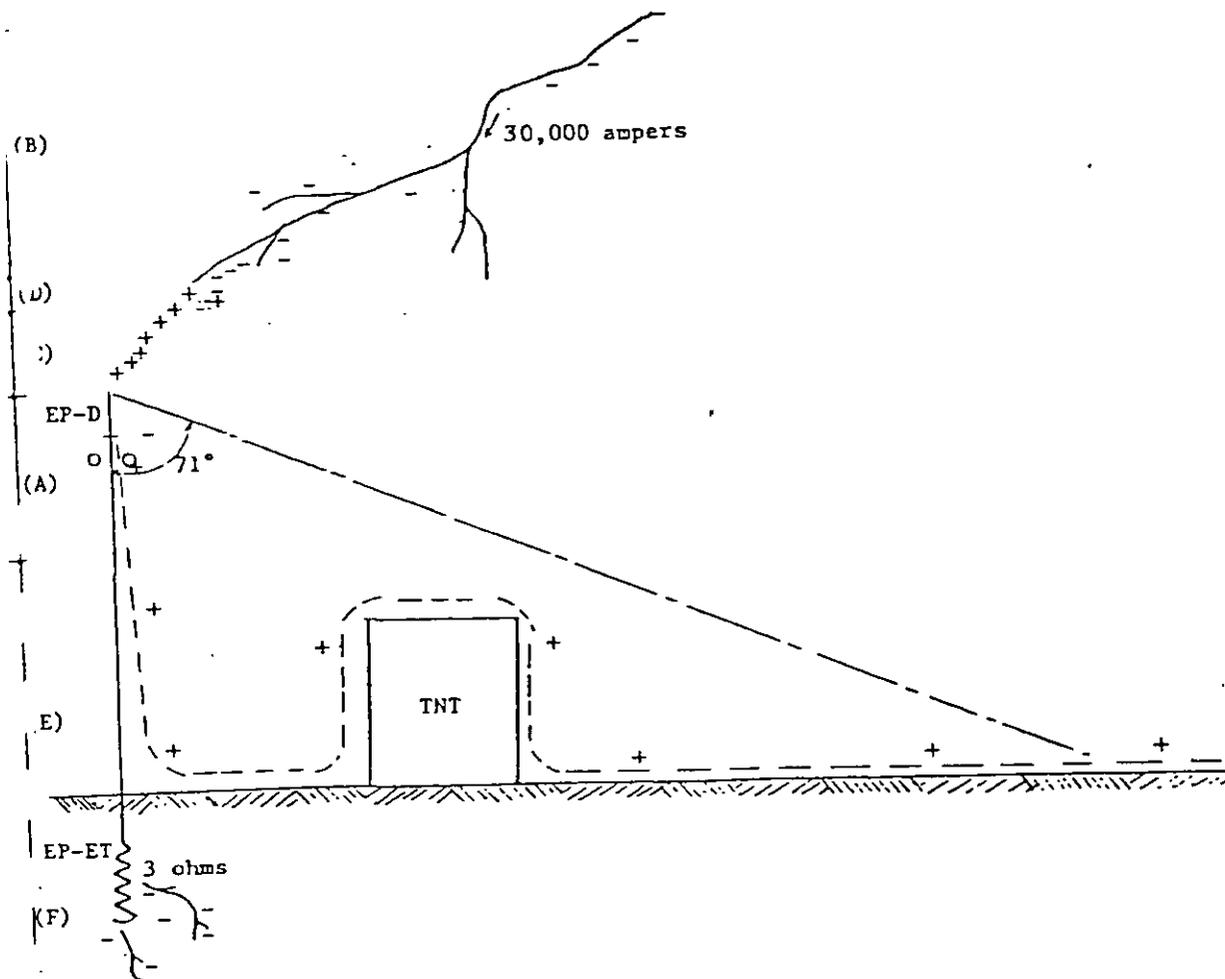
OFICINAS: COPENHAGUE No. 12 2a. PISO MEXICO 6, D. F. 533-52-27 91-731-350-79 514-90-87
TALLERES: KMT. 68112 CARRET. FED. CUERNAVACA

MANUAL DE SERVICIO

EXPLICACION

Ante la fase inicial (A), del proceso, el pararrayos EP-D polariza las cargas eléctricas presentes por medio de su electrodo de puesta a tierra EP-ET de baja resistencia al impulso (+) y del toroide excitador (-). Generando por la componente final del rayo (B) un dipolo que provoca un impulso previo de la carga inducida (C) mediante la direccionalidad del campo eléctrico para con los iones existentes producidos por radiación natural, hacia la punta de descarga. Definiendo por recombinación iónica (D), la incidencia del arco de corriente del rayo en el canal emitido en el vértice de la superficie equipotencial de los puntos del sitio.

El circuito de circulación de corriente tierra-nube-tierra a través del pararrayos (E) es observado durante varios ciclos por la baja resistencia del electrodo y su pronta propagación al subsuelo del sitio (F), observándose particular importancia, a la variación estacional anual de las características eléctricas en cada zona geográfica.



... SISTEMAS DE PARARRAYOS - REDES DE TIERRA - PROTECCION CATODICA - COORDINACION DE AISLAMIENOS - LABORATORIO



EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTTO DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN
ADMINISTRACIÓN DEL
MANTENIMIENTO



00137

ELECTROSTÁTICA PARRES, S. A.

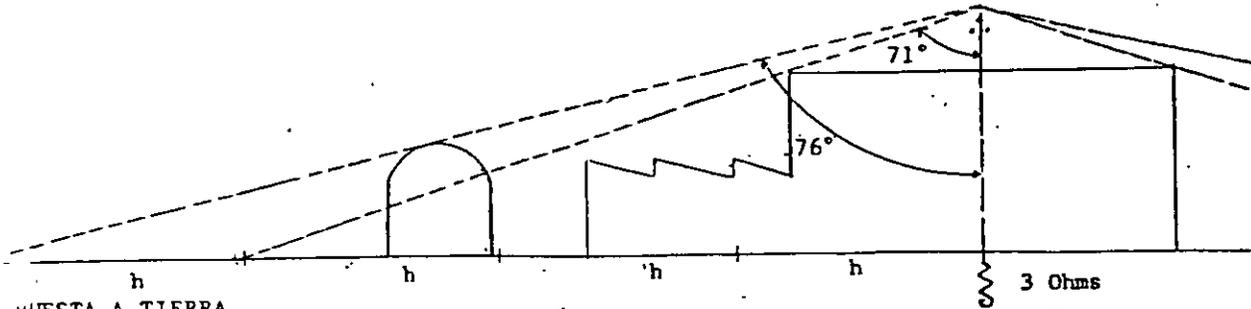
OFICINAS: COPENHAGUE No. 32 2a. PISO MEXICO E, D. F. 533-52-27 - 91-731-350-79 514-90-87
TALLERES: KMT. 68 1/2 CARRET. FED. CUERNAVACA

INSTRUCTIVO

PROYECTO

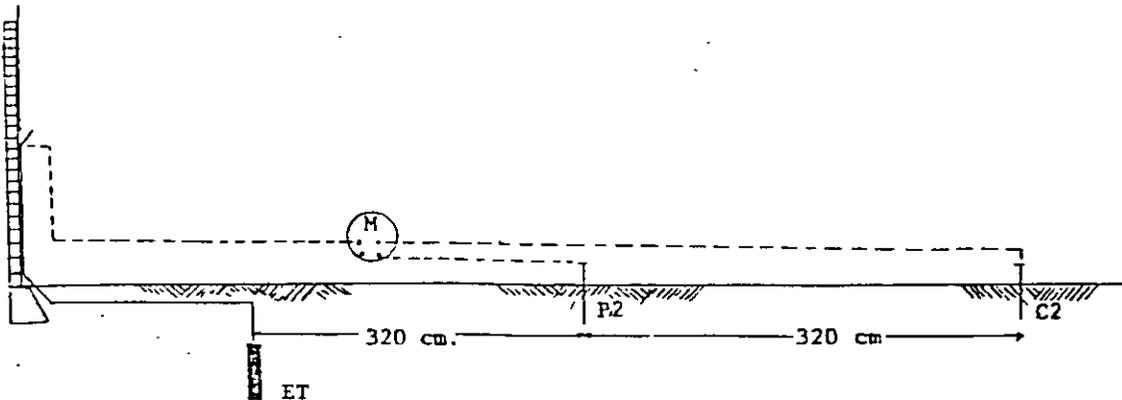
CONO DE PROTECCION

El cono de protección del pararrayos EP-D es de 71° a 95% de eficiencia, para un valor de su resistencia a tierra de 3 ohms, los cuerpos cercanos a dicho cono pueden quedar protegidos por el mismo equipo, hasta 76° y 50% de eficiencia, en tanto no posean aristas metálicas con resistencia a tierra menor de 50 ohms.



PUESTA A TIERRA

El valor de resistencia a tierra del pararrayos define su cono de protección, por lo que deberá medirse previamente al proyecto, la resistividad del suelo del sitio al instalar los electrodos, así como una vez instalados, su resistencia a tierra. Para el caso de medición de electrodos en mallas de cable, la longitud de separación entre electrodos de potencial (P2), de corriente (C2) y la malla, debe ser igual a la distancia de la diagonal interna entre vértices opuestos de la misma.





EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTTO. DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN
ADMINISTRACIÓN DEL
MANTENIMIENTO



00138

ELECTROSTÁTICA PARRES, S. A.

OFICINAS: COPENHAGUE No. 12 2a. PISO MEXICO E, D. F. 533-52-27 91-731-350-79 514-90-87
TALLERES: KMT. 681V2 CARRET. FED. CUERNAVACA

MANTENIMIENTO

Deberá revisarse anualmente, previo a la temporada de lluvias y mantenerse la instalación de los equipos sin alterar su posición ni forma, prestando importancia prioritaria a los siguientes aspectos:

Continuidad eléctrica.- Debe permanecer la conexión física de los conectores de pararrayos conductor-electrodo, verificándose por medición eléctrica a través de un puente entre ---- ambos conectores.

Resistencia a tierra.- Las características de proyecto para este valor, deberán ser conservadas durante la operación de los equipos, por lo que dicha resistencia deberá medirse tal como se indica en el instructivo y su valor estacional no deberá ser mayor al calculado inicialmente.

Corrosión.- Deberá evitarse contaminación ambiental, tanto al pararrayos como al electrodo, previendo fallas por aislamiento o recubrimiento de depósitos en los elementos de la instalación, principalmente la barra de descarga.



EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTTO DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN
ADMINISTRACIÓN DEL
MANTENIMIENTO

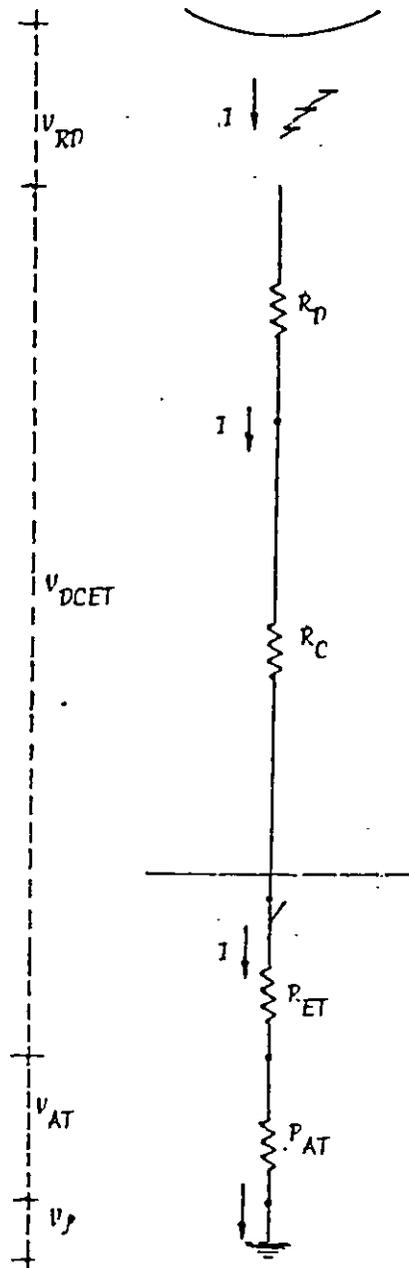


00139

ELECTROSTATICA PARRES, S. A.

OFICINAS: COPENHAGUE No. 12 2o. PISO MEXICO 6, D. F. 533-52-27 91-731-350-79 514-90-87
TALLERES: KMT. 6812 CARRET. FED. CUERNAVACA

DIAGRAMA ELECTRICO



ELECTROSTÁTICA PARRES, S. A.

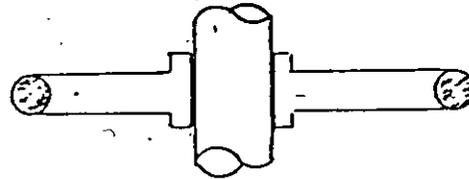
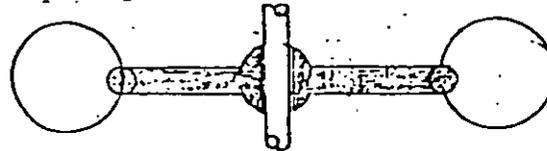
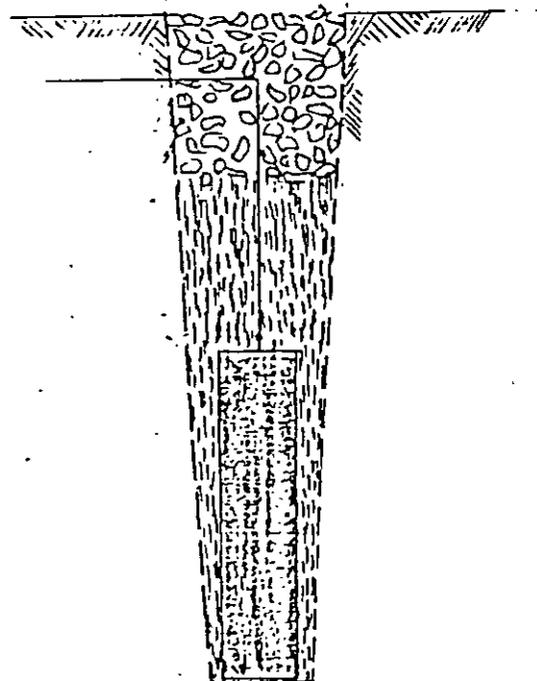
 OFICINAS: COPENHAGUE No. 12 2a. PISO MEXICO 6, D. F. 533-52-27 91-731-350-79 514-90-87
 TALLERES: KMT. 6812 CARRET. FED. CUERNAVACA

ARMADO DEL EQUIPO

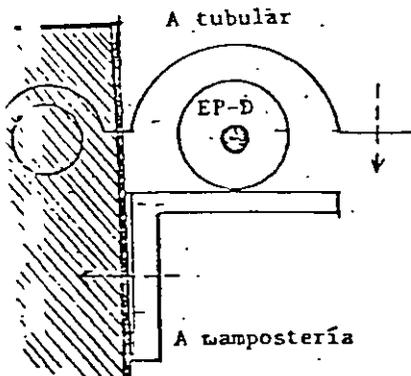
El pararrayos EP-D se integra por la barra de descarga, a la cual se le inserta el arrollador toroidal y el arillo equipotencial (Especificaciones). Su conexión con el cable hacia el electrodo normalmente es a través de un mástil que sirve de elemento soporte.

INSTALACION

El electrodo de puesta a tierra EP-ET, se suministra en un empaque de polyuretano que debe ser desprendido del material de soporte previamente a su instalación, mismo que requiere de un orificio en el suelo del sitio, de aproximadamente 40 cm. de diámetro por 200 cm. de longitud, debiendo compactarse en húmedo con la misma tierra hasta 50 cm. de profundidad, el relleno superior puede hacerse con grava. "Advertencia": No se deben conectar otros cuerpos al conductor del pararrayo, excepto en el conector del electrodo de puesta a tierra cuando éste se utilice para propósitos múltiples.

Arillo equipotencial

Toroide dipolo

Electrodo de tierra


El pararrayos se suministra con herraje para soporte anclado a mampostería ó a estructura tipo tubular, en este caso ó al que se implemente en la obra, el anclaje no deberá ser menor a 100 Kg/cm².





EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTTO. DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN
ADMINISTRACIÓN DEL
MANTENIMIENTO

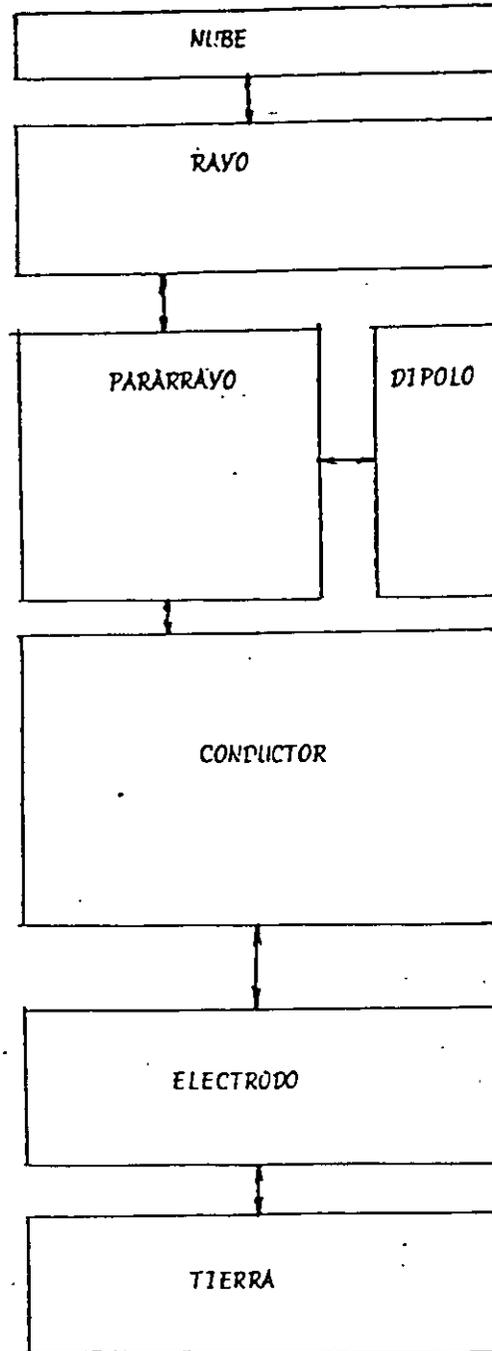


00141

~~ELECTROSTÁTICA PARRES, S. A.~~

OFICINAS: COPENHAGUE No. 12 2o. PISO MEXICO 6, D. F. 533-52-27 91-731-350-79 514-90-87
TALLERES: KMT. 681V2 CARRET. FED. CUERNAVACA

DIAGRAMA A BLOQUES





memotec

00142

APLICACION DE PARARRAYOS EN SISTEMAS DE DISTRIBUCION

3

INTRODUCCION

Las sobretensiones que se presentan en un sistema eléctrico, de acuerdo con las causas que las producen se pueden clasificar en:

- Sobretensiones de origen interno.
- Sobretensiones de origen externo.

Las de origen interno se deben principalmente a la operación de dispositivos de desconexión y a fenómenos de ferresonancia en el sistema.

Las de origen externo se deben a contacto directo con líneas de mayor tensión y a descargas atmosféricas.

Las sobretensiones por operación de equipo de desconexión son de corta duración (2 a 3 ciclos) y alcanzan valores de 2 a 3 veces la tensión de operación del sistema. Para prevenir la falla del aislamiento del equipo, éstos deben pasar la prueba de potencial aplicado y de impulso.

Las sobretensiones por fenómenos de ferresonancia se presentan principalmente, en sistemas trifásicos de tres hilos con transformadores conectados con neutro aislado ($\Delta/\sqrt{3}$ Delta-estrella conectado a tierra), este problema se eliminará empleando sistemas trifásicos de cuatro hilos ($\sqrt{3}/\sqrt{3}$ Estrella-Estrella conectados ambos a tierra), ó bien utilizando elementos de protección y seccionamiento de operación tripolar simultánea.

Las sobretensiones por contacto directo de líneas de mayor tensión, originan la falla de los elementos aislados a la tensión menor, propiciando la operación de los equipos de protección y la eliminación de la falla.

Las sobretensiones por descargas atmosféricas son las de menor duración pero las más severas. Para proteger los cables y equipos contra estas sobretensiones se deben instalar pararrayos adecuados y diseñar el aislamiento de los cables de tal manera que satisfagan las tensiones normalizadas de impulso.

Capítulo 1

CLASIFICACION DE LOS SISTEMAS

De acuerdo con la conexión a tierra del neutro del sistema y de las sobretensiones que se presentan ante fallas de fase a tierra, se tiene la siguiente clasificación.

SISTEMAS CLASE A. Los sistemas de este tipo son trifásicos 4 hilos, multiterrizados a lo largo del circuito.

SISTEMAS CLASE B. Sistemas sólidamente aterrizados, en los que $X_0/X_1 < 3$ y $R_0/X_1 < 1$.

SISTEMAS CLASE C. Sistemas con neutro aterrizado, en los que no se cumplen las relaciones de los sistemas Clase B. Emplean generalmente impedancias conectadas del neutro a tierra para disminuir la magnitud de las corrientes de cortocircuito monofásico. Los sistemas que tienen neutralizadores de fallas de fase a tierra se incluyen en esta categoría.

SISTEMAS CLASE D. Sistemas con neutro aislado en los que X_0/X_1 tiene valores entre -40 a $-\infty$.

SISTEMAS CLASE E. Sistemas con neutro aislado en los que X_0/X_1 tiene valores entre 0 a -40 .

En la tabla I se presentan estos valores así como los de coeficiente de aterrizamiento correspondientes. Este coeficiente se define como la relación de la tensión máxima de línea - tierra, en el punto de localización del pararrayo durante una falla en cualquier punto del sistema, con la tensión fase - fase del sistema sin falla.



memotec

03144

APLICACION DE PARARRAYOS EN SISTEMAS DE DISTRIBUCION 5

El coeficiente de aterrizamiento del sistema multiplicado por la tensión fase - fase será igual a la tensión nominal del pararrayos que deberá instalarse en el sistema, es decir:

$$V_{N_{PA}} = Ca \cdot V_{L-L} \dots\dots\dots 1$$

En donde:

$V_{N_{PA}}$ = Tensión nominal del pararrayo.

Ca = Coeficiente de aterrizamiento.

VLL = Tensión Línea - Línea del sistema.

TABLA 1

CLASE	DESCRIPCION	Xo/X ₁	Ro/X ₁	COEFICIENTE ATERRIZAMIENTO
A	MULTIATERRIZADO	<<3	<<1	0.7
B	ATERRIZADO FIRMEMENTE	<3	<1	0.75 - 0.8
C	ATERRIZADO PARCIAL	3 a ∞	1 a ∞	1.00
D	NO ATERRIZADO	-40 a - ∞	-	1.10
E	NO ATERRIZADO	0 a -40	-	-



memotec

00149

6

Capítulo 2

ELEMENTOS DE PROTECCION

Cuando se presenta un disturbio debido a una descarga atmosférica, la sobretensión que se produce en el sistema se encuentra asociada a una considerable cantidad de energía que puede causar daños a líneas, cables subterráneos ó a los equipos conectados al sistema.

Por lo tanto, es de vital importancia que la disipación de esta energía sea controlada lo más rápidamente posible, por los pararrayos.

En las estructuras subterráneas que son alimentadas desde líneas aéreas, tales como sistemas radiales, en anillo ó simples acometidas subterráneas a servicios importantes en M.T. ó que requieren de S. E. exclusivas, los elementos para llevar a cabo la protección contra las sobretensiones originales en los sistemas aéreos son los pararrayos. Estos dispositivos limitan las sobretensiones a valores tales que no afecten a los cables ó a los equipos conectados a estos, como son:

Transformadores, empalmes, mufas, seccionadores, etc., conduciendo la onda de sobretensión a tierra por una trayectoria de baja impedancia. El pararrayos se comporta como un aislador durante las condiciones normales de operación del sistema, cuando una sobretensión lo hace funcionar, la resistencia no lineal limita la corriente alterna a un valor comparativamente bajo y permite a su vez el paso de la corriente transitoria elevada producida por la descarga atmosférica, el dispositivo, ásimismo debe ser capaz de prevenir el flujo continuo remanente de 60 Hz., después que ha cesado de fluir la corriente transitoria de la descarga.

Los valores nominales de los pararrayos se establecen por diseño de las pruebas a las

memotec**88146****APLICACION DE PARARRAYOS EN SISTEMAS DE DISTRIBUCION****7**

que son sometidos y son la base para su selección y la coordinación de aislamiento del sistema que se desea proteger. Básicamente esto consiste en un balance entre la protección que los pararrayos ofrecen a los cables y al equipo conectado y la característica de recierre del pararrayos contra la tensión normal del sistema. Normalmente se considera que la mayor tensión a la que estará sujeta el pararrayo será la tensión a tierra que tenga una fase sana (sin falla) cuando el sistema sufra una falla monofásica de línea - tierra que puede ser causada, por ejemplo por la misma descarga atmosférica que haga disparar el pararrayos de otra fase imprimiéndole a ésta una tensión a tierra.

En la Tabla II se presenta de acuerdo a la tensión del sistema el valor mínimo nominal que debe tener los pararrayos, así como la sobretensión máxima esperada con una falla de fase - tierra en un sistema de línea aérea.

TABLA II

TENSION NOMINAL SISTEMA	TENSION NOMINAL PARARRAYOS	SOBRETENSION DE LINEA - TIERRA
4.16 Y /2.4	3	3.0
8.3 Y/4.8	6	6.0
12.0 Y/6.93	9	8.6
12.5 Y/7.2	9	9.0
13.2 Y/7.6	10	9.5
13.8 Y/7.97	10,12	10.0
20.78 Y 12.0	18	15.0
22.86 Y/13.2	18	16.5
24.94 Y/14.4	18,21	18.0
34.5 Y/19.9	27	24.8

memotec

00147

8

Capítulo 3

SELECCION Y LOCALIZACION

La localización de los pararrayos es un factor importante a considerar una vez seleccionado el equipo, ya que tanto los cables de conexión del pararrayos a la línea del alimentador y a tierra como la separación entre los mismos y el equipo que se desea proteger pueden reducir en forma considerable la efectividad de protección. Para evitar ésto, se recomienda mantener al mínimo el valor de la caída IR producida por estas conexiones (TD).

La interconexión entre el borne a tierra del pararrayos y el circuito de tierra, en equipos instalados para protección de acometidas Aéreo-Subterráneo, se deben conectar a la cubierta metálica del cable que a su vez debe estar perfectamente aterrizado, y el borne de conexión del pararrayos a la línea debe preferentemente conectarse antes de los fusibles de protección de la acometida, ya que con ello evitamos que las descargas atmosféricas pasen al través de los fusibles cuando descarguen a tierra. Esto se ilustra en la figura 1.

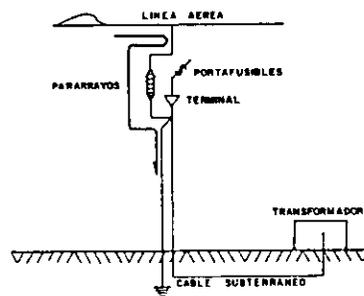


FIGURA 1


memotec

20143

APLICACION DE PARARRAYOS EN SISTEMAS DE DISTRIBUCION

9

Existen dos problemas fundamentales a considerar en la protección de sistemas subterráneos contra descargas atmosféricas; problemas que no existen en sistemas aéreos, éstos son:

- El equipo que se desea proteger, (transformadores, interruptores, etc.) se encuentran muy alejados de los dispositivos de protección, disminuyendo su efectividad.
- La onda incidente en el sistema subterráneo sufrirá reflexiones sucesivas, hasta llegar al doble, debido a que en todos los casos, encontrará ó un punto normalmente abierto (estructuras en anillo) ó un transformador (acometidas subterráneas) en ambos casos el coeficiente de reflexión es igual a uno.

En la figura 2 se aprecian ambos problemas en forma gráfica.

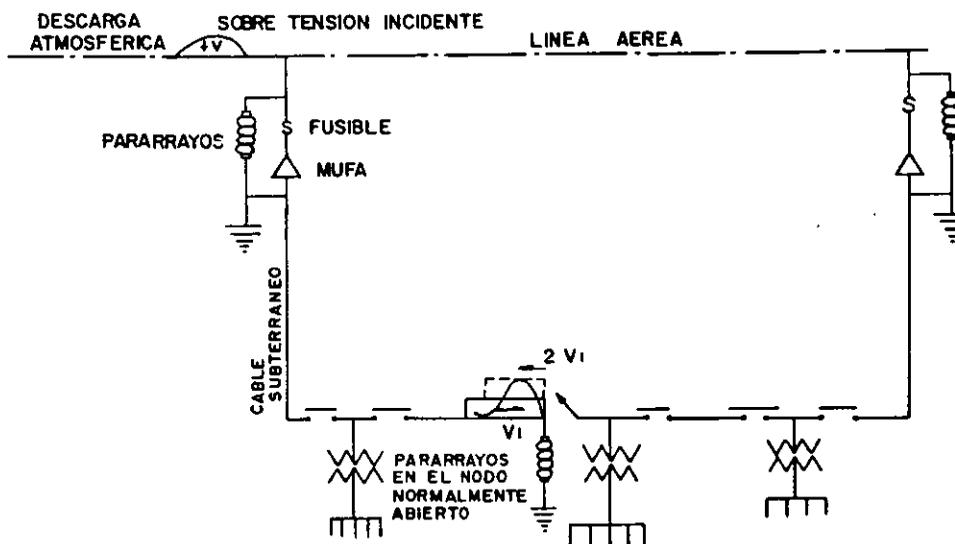
**PROTECCION CONTRA DESCARGAS ATMOSFERICAS
 DE UN SISTEMA DE DISTRIBUCION SUBTERRANEO
 EN ESTRUCTURA DE ANILLO**


FIGURA 2



memotec

39149

10

De estos dos problemas, el punto álgido a considerar es el doblaje de la onda de sobre tensión que incide sobre el sistema; sin embargo, si el nivel básico de aislamiento de los elementos y equipos involucrados es mayor que el doble de la sobretensión aplicada no será necesario instalar equipos de protección en los nodos con coeficientes de reflexión unitaria, siendo necesario, si éste no es el caso instalar pararrayos en los nodos normalmente abiertos (N.A.) del sistema. Ver figura 2.

Résumiendo, podemos englosar en los siguientes puntos el procedimiento general para la selección de pararrayos.

1. Determinar la tensión máxima de fase a tierra a la frecuencia de operación, en el lugar donde se desea instalar los pararrayos. La tensión máxima será por fallas monofásicas de fase - tierra. Para conocer la tensión máxima que se aplicará a los pararrayos instalados en las fases se deberá aplicar la fórmula 1.
2. Considere la magnitud de corriente de descarga más severa a que se someta el pararrayos, la cual normalmente se estima en 20 000 Amp., como máximo.
3. De manera tentativa, seleccione la clase y tensión nominal del pararrayos. *Para equipo de distribución se deben emplear pararrayos tipo DISTRIBUCION, salvo en los casos en que no se logren los márgenes de protección (MP) preestablecidos, en cuyo caso se deberán emplear pararrayos clase intermedia.* Se recomienda aplicar una tensión nominal 5% mayor que la máxima tensión de fase a tierra.
4. Tomar en cuenta las características de protección de los pararrayos seleccionados tentativamente. Estas características se deben obtener del fabricante y son función de la clase del pararrayos, del valor de tensión de chispeo y del valor de la corriente de descarga.
5. Comparar la resistencia al impulso del aislamiento que se desea proteger con las sobretensiones que se presenten. Para determinar si el aislamiento del equipo está protegido adecuadamente, se deben efectuar las siguientes comparaciones:

- a) La tensión de chispeo (TCH) del pararrayos, incluyendo un margen de protección entre 10 y 20 % deben ser igual ó menor que la tensión de onda cortada del equipo.

$$TCH + 0.2TCH \leq 1.15 NBA^* \dots\dots\dots 2$$

*Este valor frecuentemente es tomado como la tensión de onda cortada aplicada al equipo.

- b) La tensión máxima de descarga (TD)

(TD) incluyendo un margen de protección de 20% deberá ser menor ó igual a NBA.

$$TD + 0.2TD \leq NBA.$$

**memotec**

09150

APLICACION DE PARARRAYOS EN SISTEMAS DE DISTRIBUCION 11

6. En caso de que el punto anterior indique que no se puede lograr una coordinación de aislamiento adecuada, será necesario escoger otro juego de pararrayos y realizar una nueva evaluación. En la selección de los pararrayos empleados para la protección de acometidas aéreo - subterráneas, además de los puntos anteriores generales, debemos de considerar que la onda de tensión que entra a la red subterránea en el punto de transición tiene los siguientes componentes: La magnitud de la onda de tensión que incide, antes de que descargue el pararrayos (TCH), la tensión desarrollada entre la conexión de cables terminal que conecta el pararrayos con la línea de mediana tensión (TCT) y la tensión de descarga del pararrayos (TD). La tensión TCT se debe a la tensión inducida en el cable de conexión por la corriente de descarga y se considera que produce una caída de tensión de 5.3KV/M y TD es la producida en el pararrayos por la corriente de descarga que pasa al través de él. Debido a que la onda de tensión que incide se doble en el nodo normalmente abierto, se debe considerar para el cálculo de los márgenes de protección:

$$\begin{array}{l} 2 \text{ TCH} \\ 2 \text{ TD} \end{array}$$

Debido a esto, para calcular la coordinación de aislamiento en estas instalaciones, se deben calcular dos márgenes de protección; en el primero se compara el NBA (Tensión de Onda Cortada) con la tensión de chispeo del pararrayos y en el segundo el NBA con la tensión de descarga en el pararrayos:

$$MP_1 = \frac{1.15NBA - 2TCH}{2TCH} \times 100 \dots\dots\dots 3$$

$$MP_2 = \frac{NBA - 2(TCT) + TD}{2(TCT+TD)} \times 100 \dots\dots\dots 4$$

En la figura 3 se muestra lo anteriormente señalado. Se considera que entre un 5 a 10% son los valores mínimos aceptables de los MP's para estas instalaciones, aunque indudablemente entre mayor sean éstos la instalación estará mejor protegida.

Para tensiones menores de 23 000 Volts es posible lograr la coordinación de aislamientos en forma adecuada instalando pararrayos clase distribución únicamente en las acometidas, sin embargo, para tensiones mayores esta solución no siempre es la adecuada, existiendo en la actualidad dos alternativas principalmente:

- Instalar pararrayos clase intermedia en el punto de transición.
- Instalar pararrayos clase distribución en el punto de transición y en el nodo normalmente abierto (N. A.)

En la tabla III se enlistan las características de protección de un grupo de pararrayos y su relación con el NBA de transformadores para diferentes tensiones. La columna 8 indica la protección del equipo con pararrayos instalados en la acometida únicamente ó la

memotec
00151

12

necesidad de instalarlos también en el nodo normalmente abierto.

TABLA III.

KV	KV TENSION NOMINAL SISTEMA	KV		KV CON 20 KA		KV TENSION NOMINAL TRANSE.	KV NIVEL BASICO AISLAMIENTO	KV TENSION ONDA CORTADA	LOCALIZACION PARARRAYOS	
		TCH	2TCH	TD	2TD				EN LA ACOMETIDA	EN LA ACOMETIDA Y EN EL NODO N.A.
4 16/24	3(d) 3(l)	14.5	29	13.5	27	2.4	65	75	X	
		11	22	9.5	19				X	
8 3/7.8	6(d) 6(l)	28	56	27	54	4.8	75	86	X	
		21	42	18.5	37				X	
12 5/7.2	9(d) 9(l)	39	78	40	80	7.2	95	110	X	
		31	62	27	54				X	
13 2/7.6	10(d) 10(l)	43	86	40	80	7.6	95	110	X	
		35	70	31.5	63				X	
24 9/14.4	18(d) 18(l)	91	182	90	180	14.4	125	144	X	X
		59	118	54.8	108				X	
34 5/19.9	27(l) 27(E)	88	176	82	164	19.9	125	144	X	X
		86	172	72	144				X	X

d- CLASE DISTRIBUCION.

l- CLASE INTERMEDIA.

E- CLASE ESTACION.

Esta tabla debe servir de guía únicamente recomendando que se efectúen los cálculos de MP₁ y MP₂ de acuerdo a los pararrayos anteriores en todos los casos donde exista duda de aplicación de este tipo de equipo de protección.



memotec

60152

APLICACION DE PARARRAYOS EN SISTEMAS DE DISTRIBUCION 13

Capítulo 4

EJEMPLO

Seleccionar el juego de pararrayos adecuado, para la protección contra sobretensiones debidas de descarga atmosférica, de una estructura en anillo que energiza un fraccionamiento tal como se ilustra en la figura 2.

- Para un sistema con Tensión nominal de 12.5 / 7.2 KV.

Solución de acuerdo con la tabla # 1.

— Sistema clase A: $\frac{X_o}{X_i} \ll 3, \frac{R_o}{X_i} \ll 1, Ca = 0.7$

— Tensión nominal sistema: 12.5/7.2 KV

— Tensión mínima que debe soportar el pararrayos: $0.7 \times 12.5 = 8.75 \text{ KV}$

*Cuando el sistema esté multiterrizado.

— Características de los transformadores del anillo:

Tensión nominal - 7.2 KV
N B A - 95 KV
Tensión Onda Cortada - 110 KV.



memotec

88153

14

1a. Alternativa:

Pararrayos clase distribución.

Características, de la tabla III.

Tensión nominal (Vn) - 9 KV.

Tensión de Chispeo (TCH) - 39 KV.

Tensión de Descarga (TD) - 40 KV.

$$M P_1 = \frac{1.15 \text{ NBA} - 2 \text{ TCH} \times 100}{2 \text{ TCH}}$$

$$M P_1 = \frac{1.15 \times 95 - 78 \times 100}{78} = 10.06 \%$$

$$M P_2 = \frac{\text{NBA} - 2 (\text{TCT} + \text{TD}) \times 100}{2(\text{TCT} + \text{TD})}$$

Considerando 2.0 m. de cable de conexión del pararrayos tendremos.

$$\text{TCT} = 2.0 \times 5.3 = 10.6 \text{ KV.}$$

$$M P_2 = \frac{95 - (21.2 + 80) \times 100}{(21.2 + 80)} = - 6.12 \%$$

No ofrecen ningún margen de protección

2a. Alternativa.

Pararrayos clase intermedia

Características (de la tabla III):

Vn - 9 KV.

TCH - 31 KV

TD - 27 KV.

$$M P_1 = \frac{1.15 \times 95 - 62 \times 100}{62} = 76.20 \%$$

$$M P_2 = \frac{95 - (21.2 + 54) \times 100}{75.2} = 26.32 \%$$

En este caso $M P_1$ y $M P_2$ resultan satisfactorios. Estos cálculos se muestran gráficamente en la siguiente Figura 4.

memotec
08154

APLICACION DE PARARRAYOS EN SISTEMAS DE DISTRIBUCION

15

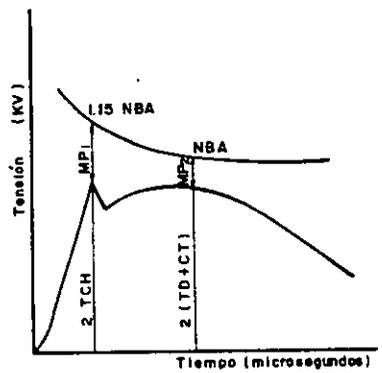
**COORDINACION DE AISLAMIENTO EN ACOMETIDA
 AEREO - SUBTERRANEA**


FIGURA 3

- 1.- CLASE DISTRIBUCION (MP_1 , MP_2) NO OFRECEN PROTECCION ACOMETIDAS AEREO-SUBTERRANEAS
- 2.- CLASE INTERMEDIA (MP_1 , MP_2) SI OFRECEN PROTECCION ACOMETIDAS AEREO-SUBTERRANEAS

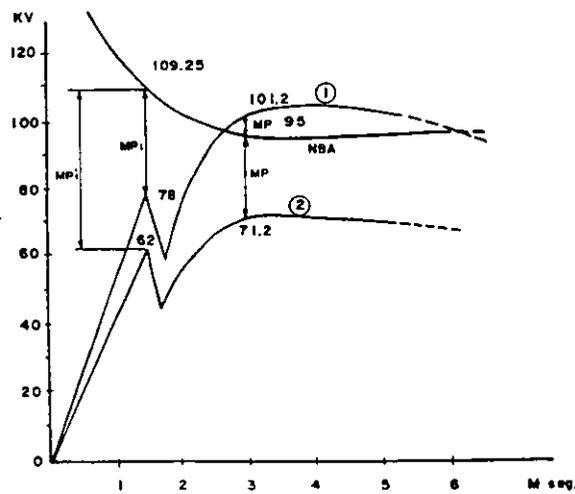


FIGURA 4

**memotec**

16

BIBLIOGRAFIA

1. ESPINOSA Y LARA R, YEBRA, S.A. Sistemas de Distribución de Energía Eléctrica, Edit. Limusa, 1983 (En prensa).
2. DISTRIBUTION SYSTEMS, Westinghouse Electrical Corporation, First Edition, Fourth Printing, 1965.
3. BULLER F. H. AND WOODROW, C.A. Equivalent Hour Values Compared. Electrical Wored, July 14, 1928, Vol. 92, No. 2.
4. INSTRUCCION No. 30055. Norma L y F, 1981.
5. NORMAS DE CABLES SUBTERRANEOS. (Materiales y Montaje), C.L.F.C. (En liquidación).
6. CARACTERISTICAS DAS CARGAS. Engenharia de Electricidade da Escola Politecnica. Universidade de SAO PAULO, 1975.
7. NORMAS DE CABLES SUBTERRANEOS, C.F.E.
8. ESPINOSA Y LARA R, Sistemas de Distribución. Apuntes de la materia DEPF1, UNAM, 1983. (En prensa).
9. GUIA DE DISEÑO DE REDES DE DISTRIBUCION SUBTERRANEA, C.L.F.C. (En liquidación).



EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTTO DE POZOS

**MANUAL DEL DIPLOMADO EN
ADMINISTRACIÓN DEL
MANTENIMIENTO**



00155

SISTEMA DE TIERRAS Y PUESTA A TIERRA



Apuntes del Curso sobre Instalaciones eléctricas Industriales.

00156

PUESTA A TIERRA

A. Disposiciones generales

921-1. Disposiciones generales. El objeto de este Artículo es proporcionar métodos prácticos de puesta a tierra, como uno de los medios de salvaguardar al público y a los operarios del daño que pudiera causar el potencial eléctrico en las líneas de servicio público de energía eléctrica. Este Artículo se refiere a los métodos para conectar a tierra los conductores y el equipo de líneas eléctricas y de comunicación, los requisitos que establecen en qué casos estos elementos deben estar conectados a tierra, se encuentran en otras secciones de esta NOM. Algunas de las conexiones a tierra aquí indicadas que estarán ubicadas en las plantas generadoras o en las subestaciones, deben considerarse como se indica en otras Partes del Artículo 250

921-2. Definiciones

Electrodo: cuerpo metálico conductor o conjunto de cuerpos conductores agrupados, en contacto último con el suelo y destinados a establecer una conexión con el mismo
Guarda: elemento protector contra contacto a un conductor eléctrico.

921-3. Medición de la resistencia del sistema de tierra. La medición de la resistencia del sistema de tierra, debe efectuarse desconectando el sistema de neutro común del suministro, en su caso.

921-4. Puesta a tierra durante reparaciones. El equipo o los conductores que operen a más de 600 V entre fases y que se deban reparar cuando se desconecten de su fuente de abastecimiento, deben conectarse a tierra, antes y durante la reparación.

921-5. Punto de conexión del conductor de puesta a tierra en sistemas de c.c.

- a) **Hasta de 750 V** En sistemas de c.c. hasta de 750 V, que requieran estar conectados a tierra, la conexión debe hacerse sólo en la fuente de alimentación. Para sistemas de tres hilos, esta conexión debe hacerse al neutro.
- b) **Más de 750 V** En sistemas de c.c. de más de 750 V, que requieran estar conectados a tierra, la conexión debe hacerse tanto en la fuente de alimentación como en los centros de carga. Esta conexión debe hacerse al neutro del sistema. El electrodo de tierra puede estar ubicado dentro o externamente a los centros de carga.

921-6. Corriente eléctrica en el conductor de puesta a tierra. Los puntos de conexión de puesta a tierra deben estar ubicados en tal forma que, bajo condiciones normales, no haya un flujo de corriente eléctrica inconveniente en el conductor de puesta a tierra. Si por el uso de múltiples conexiones a tierra, se tiene un flujo de corriente eléctrica inconveniente en un conductor de puesta a tierra, se recomienda tomar una o más de las siguientes medidas:

- a) Eliminar una o más de las conexiones de puesta a tierra
- b) Cambiar la localización de las conexiones de puesta a tierra
- c) Interrumpir la continuidad del conductor entre las conexiones de puesta a tierra
- d) Otras medidas efectivas para limitar la corriente eléctrica, de acuerdo con un estudio confiable

La conexión de puesta a tierra en el transformador de alimentación, no debe ser removida. Las corrientes eléctricas instantáneas que se presentan bajo condiciones anormales, mientras los conductores de puesta a tierra están desempeñando sus funciones de protección, no se consideran como inconvenientes.

El conductor debe tener capacidad para conducir la corriente eléctrica de falla, prevista en el tiempo que dure la falla sin sobrecarga térmica o sin la formación de tensión eléctrica excesiva. Véase 921-10

921-7. Material de los conductores de puesta a tierra. En todos los casos, los conductores de puesta a tierra deben ser de cobre o de aluminio y de ser posible, no deben tener empalmes. Si los empalmes son inevitables, deben estar hechos y conservados de forma que no se incrementen considerablemente la resistencia del conductor, y deben tener adecuadas características mecánicas y de resistencia a la corrosión. Para apartarrayos y detectores de tierra, el conductor de puesta a tierra debe ser tan corto y exento de curvas cerradas (ángulos menores a 90°) como sea posible.

La estructura metálica de un edificio o de otra construcción, puede servir como conductor de puesta a tierra y como un aceptable electrodo de tierra, si cumple con lo indicado en 921-25

921-8. Desconexión del conductor de puesta a tierra. En ningún caso debe insertarse un dispositivo de desconexión en el conductor de puesta a tierra, excepto cuando su operación ocasione también la

Expositor: Ing. Ricardo A. Espinosa y Patiño

**Apuntes del Curso sobre Instalaciones eléctricas Industriales.**

desconexión automática de los conductores del circuito que alimenta al equipo, conectado a tierra por medio de dicho conductor

Excepción: Se permite la desconexión temporal del conductor de puesta a tierra para propósitos de prueba, hecha bajo supervisión de personal calificado

921-9. Medios de conexión. La conexión del conductor de puesta a tierra y los diferentes elementos a que está unido, debe hacerse por medios que igualen las características del propio conductor y que sean adecuados para la exposición ambiental. Estos medios incluyen soldaduras, conectores mecánicos o de compresión y zapatas o abrazaderas de puesta a tierra

921-10. Capacidad de conducción de corriente y resistencia mecánica. "La capacidad de conducción de corriente de tiempo corto" de un conductor desnudo de puesta a tierra, es la corriente eléctrica que este puede soportar durante el tiempo que circula la corriente eléctrica, sin fundirse o cambiar su estado, bajo las tensiones eléctricas aplicadas. Si el conductor de puesta a tierra está aislado, su "capacidad de conducción de corriente de tiempo corto" es la corriente eléctrica que puede conducir durante el tiempo prescrito, sin que se dañe el aislamiento. Cuando en un local existen conductores de puesta a tierra en paralelo, puede considerarse la capacidad de corriente total incrementada.

a) **Para sistemas conectados a tierra en un solo punto.** El conductor de puesta a tierra para un sistema conectado a tierra en un solo punto, por medio de un electrodo o grupo de electrodos debe tener una "capacidad de conducción de corriente de tiempo corto" adecuada para la corriente eléctrica de falla, que pueda circular por el propio conductor durante el tiempo de operación del dispositivo de protección del sistema. Si este valor no puede ser fácilmente determinado, la capacidad de conducción de corriente permanente del conductor de puesta a tierra no debe ser menor que la corriente eléctrica a plena carga del transformador o de otra fuente de alimentación

b) **Para sistemas de c.a. con múltiples conexiones de puesta a tierra.** El conductor de puesta a tierra para un sistema de c.a. con tierras en más de un lugar, excluyendo las tierras en los servicios a usuarios, debe tener una capacidad continua de conducción de corriente, en cada localización, cuando menos igual a un quinto de la capacidad de los conductores del sistema al que está unido (Véase el inciso (e) de esta Sección).

c) **Para apartarrayos primarios.** El conductor de puesta a tierra debe tener adecuada "capacidad de conducción de corriente de tiempo corto", bajo las condiciones de corriente eléctrica excesiva causada por una onda. En ningún caso, el conductor de puesta a tierra de un apartarrayo individual debe ser de tamaño nominal menor a $13,30 \text{ mm}^2$ (6 AWG) de cobre, o a $21,15 \text{ mm}^2$ (4 AWG) de aluminio

Cuando la flexibilidad del conductor de puesta a tierra es vital en la operación del apartarrayo, tal como cerca de la base del mismo, deben emplearse conductores flexibles adecuados

d) **Para equipo, mensajeros y retenidas.** El conductor de puesta a tierra para equipo, canalizaciones, mensajeros, retenidas, cubiertas metálicas de cables y otras cubiertas metálicas de conductores, debe tener la "capacidad de conducción de corriente de tiempo corto" adecuada para la corriente eléctrica de falla disponible y para el tiempo de operación del dispositivo de protección del sistema. Si no se provee protección contra sobrecorriente o falla, la capacidad de conducción de corriente del conductor de puesta a tierra debe determinarse con base en las condiciones de diseño y operación del circuito, pero no debe ser de tamaño nominal menor a $8,37 \text{ mm}^2$ (8 AWG) de cobre

Cuando las cubiertas metálicas de conductores y sus uniones a las cubiertas de equipo tienen la continuidad y capacidad de corriente requeridas, se pueden usar como medio de puesta a tierra del equipo

e) **Límite de la capacidad de conducción de corriente.** El conductor de puesta a tierra no necesita tener mayor capacidad de conducción de corriente que cualquiera de las siguientes

- 1) La de los conductores de fase que suministrarían la corriente eléctrica de falla a tierra
- 2) La corriente eléctrica máxima que pueda circular por el conductor, hacia el electrodo a que este unido. Para un conductor simple de puesta a tierra, esta corriente eléctrica sería igual a la tensión eléctrica de suministro dividida entre la resistencia del electrodo (aproximadamente).

f) **Resistencia mecánica.** Todo conductor de puesta a tierra debe tener resistencia mecánica adecuada para las condiciones a que este sometido, dentro de límites razonables. Además, los conductores de puesta a tierra sin protección, deben tener una resistencia a la tensión no menor a la del tamaño nominal de $8,37 \text{ mm}^2$ (8 AWG) de cobre

921-11. Guardas y protección

a) Los conductores de puesta a tierra para sistemas conectados a tierra en un solo punto y aquellos conductores expuestos a daño mecánico, deben protegerse. Sin embargo, no requieren protegerse donde no estén fácilmente accesibles al público ni donde conecten a tierra circuitos o equipo con múltiples conexiones puestas a tierra.

b) Cuando se requiera protección, los conductores de puesta a tierra deben protegerse por medio de guardas adecuadas al riesgo razonable a que estén expuestos. Se recomienda que las guardas se

Expositor: Ing. Ricardo A. Espinosa y Patiño



Apuntes del Curso sobre Instalaciones eléctricas Industriales.

extiendan por lo menos 2,50 m arriba del suelo o plataforma en que los conductores son accesibles al público.

- c) Los conductores de puesta a tierra que no tengan guardas, deben protegerse fijándolos estrechamente a la superficie del poste o a otro tipo de estructura, en áreas donde estén expuestos a daño mecánico y, de ser posible, colocándolos en la parte de la estructura menos expuesta
- d) Las guardas usadas para conductores de puesta a tierra de equipo de protección contra descargas atmosféricas, deben ser de material no-magnético si envuelven completamente al conductor o si no están unidas en ambos extremos al propio conductor de puesta a tierra.

921-12. Separación de conductores de puesta a tierra

a) Excepto como lo permite el inciso (b) siguiente, los conductores de puesta a tierra para equipo y circuitos de las clases indicadas a continuación, deben correr separadamente hasta sus propios electrodos

- 1) Apartarros de circuitos de más de 750 V y armazones de equipo que opere a más de 750 V.
- 2) Circuitos de alumbrado y fuerza hasta de 750 V.
- 3) Puntas de pararrayos (protección contra descargas atmosféricas), a menos que estén conectadas a una estructura metálica puesta a tierra

Como alternativa, los conductores de puesta a tierra pueden correr separadamente hasta una barra colectora de tierra o un cable puesta a tierra del sistema, que esté conectado a tierra en varios lugares.

b) Los conductores de puesta a tierra para cualquiera de las clases de equipo indicadas en (a)(1) y (a)(2) antenores, pueden conectarse entre sí, utilizando un solo conductor, siempre que:

- 1) Haya una conexión directa a tierra en cada localización de apartarros.
- 2) El conductor neutro secundario sea común con el conductor primario, o los dos estén conectados entre sí

c) Los circuitos primario y secundario que utilicen un conductor neutro común, deben tener cuando menos una conexión de puesta a tierra por cada 400 m de línea, sin incluir las conexiones puesta a tierra en los servicios de usuarios

d) Cuando se usen electrodos independientes para sistemas separados, deben emplearse conductores de puesta a tierra separados. Si se usan electrodos múltiples para reducir la resistencia a tierra, éstos pueden unirse entre sí y conectarse a un solo conductor de puesta a tierra

e) Se recomienda que los electrodos artificiales para apartarros de sistemas eléctricos no-conectados a tierra, que operen a tensiones eléctricas que excedan de 15 kV entre fases, estén separados cuando menos 6 m de cables de comunicación subterráneos

921-13. **Electrodos de puesta a tierra.** El electrodo de puesta a tierra debe ser permanente y adecuado para el sistema eléctrico de que se trate. Un electrodo común (o sistema de electrodos) debe emplearse para conectar a tierra el sistema eléctrico y las envolventes metálicas de conductores y al equipo servido por el mismo sistema. El electrodo de tierra debe ser alguno de los especificados en 921-14 y 921-22

921-14. **Electrodos existentes.** Para efectos de esta Sección, se entiende por "electrodos existentes" aquellos elementos metálicos instalados para otros fines diferentes al de puesta a tierra

a) **Sistemas de tubería metálica para agua.** Los sistemas subterráneos de tubería metálica para agua fría, pueden usarse como electrodos de puesta a tierra

NOTA: Estos sistemas normalmente tienen muy baja resistencia a tierra. Se recomienda su uso cuando estén fácilmente accesibles.

Las tuberías de agua con uniones aislantes no son adecuadas para usarse como electrodos de puesta a tierra

b) **Sistemas locales de tuberías de agua.** Las tuberías metálicas enterradas, conectadas a pozos y que tengan baja resistencia a tierra, pueden usarse como electrodos de puesta a tierra

c) **Varillas de refuerzo de acero en cimientos o bases de concreto.** El sistema de varillas de refuerzo de un cimiento o base de concreto, que no este aislado del contacto directo con la tierra y se extienda cuando menos 1 m abajo del nivel del terreno, constituye un efectivo y aceptable electrodo de puesta a tierra

Cuando la estructura de acero (como columna, torre, poste) soportada sobre dicho cimiento o base, se use como un conductor de puesta a tierra, debe ser conectada a las varillas de refuerzo por medio de la unión de estas con los tornillos de anclaje, o por medio de cable que una directamente a las varillas de refuerzo con la estructura arriba del concreto

Los amarres de acero comunmente usados, se considera que proveen una adecuada unión entre las varillas del armado de refuerzo

NOTA: Cuando las varillas de refuerzo no están conectadas adecuadamente a una estructura arriba del concreto, y esta queda sometida a corrientes eléctricas de descarga a tierra (aun conectada a otro electrodo que no sean las varillas), hay

Expositor: Ing. Ricardo A. Espinosa y Patiño

Apuntes del Curso sobre Instalaciones eléctricas Industriales.

posibilidad de daño al concreto interpuesto, debido a la corriente eléctrica que busca camino hacia tierra a través del concreto, que es mal conductor

921-15. Medios de conexión a electrodos. Hasta donde sea posible, las interconexiones a los electrodos deben ser accesibles. Los medios para hacer estas conexiones deben proveer la adecuada sujeción mecánica, permanencia y capacidad de conducción de corriente, tal como los siguientes

- a) Una abrazadera, accesorio o soldadura permanentes y efectivos
- b) Un conector de bronce con rosca, que penetre bien ajustado en el electrodo
- c) Para construcciones con estructura de acero, en las que se empleen como electrodo las varillas de refuerzo embebidas en concreto (del cemento), debe usarse una varilla de acero similar, para unirlos, mediante soldadura a otra provista de un tornillo de conexión. El tornillo debe ser conectado sólidamente y permanentemente a la placa de asiento de la columna de acero soportada en el concreto. El sistema eléctrico puede conectarse entonces, para su puesta a tierra, a la estructura del edificio, usando soldadura o un tornillo de bronce que se sujete en algún elemento de la misma estructura.
- d) Para construcciones con estructuras de concreto armado, en las que se emplee un electrodo consistente en varillas de refuerzo o alambre embebidos en concreto (del cemento), se debe usar un conductor de cobre desnudo de tamaño nominal adecuado para satisfacer el requisito indicado en 921-13, pero no menor a $21,15 \text{ mm}^2$ (4 AWG) que se conecte a las varillas de refuerzo o al alambren, mediante un conector adecuado para cable de acero. El conector y la parte expuesta del conductor de cobre se deben cubrir completamente con mastique o compuesto sellador, antes de que el concreto sea vaciado, para minimizar la posibilidad de corrosión galvánica. El conductor de cobre debe sacarse por arriba de la superficie del concreto en el punto requiendo por la conexión con el sistema eléctrico. Otra alternativa es sacar al conductor por el fondo de la excavación y llevarlo por fuera del concreto para la conexión superficial, en este caso el conductor de cobre desnudo debe ser de tamaño nominal no menor a $33,62 \text{ mm}^2$ (2 AWG).

921-16. Punto de conexión a sistemas de tubería

- a) El punto de conexión de un conductor de puesta a tierra a un sistema de tubería metálica para agua fría, debe estar lo más cerca posible de la entrada del servicio de agua al edificio o cerca del equipo a ser conectado a tierra donde resulte más accesible. Entre este punto de conexión y el sistema subterráneo de tubería, debe haber continuidad eléctrica permanente, por lo que debe instalarse puentes de unión donde exista posibilidad de desconexión, tal como en los medidores de agua y en las uniones del servicio.
- b) Los electrodos artificiales o las estructuras conectadas a tierra deben separarse por lo menos 3 m de líneas de tubería usadas para la transmisión de líquidos o gases inflamables que operen a altas presiones (10,5 Pa o más), a menos que estén unidos eléctricamente y protegidos catódicamente como una sola unidad.
Debe evitarse la instalación de electrodos a menos de 3 m de distancia de dichas líneas de tubería, pero en caso de existir, deben ser coordinados de manera que se asegure que no se presenten condiciones peligrosas de c.a. y no sea nulificada la protección catódica de las líneas de tubería.

921-17. Superficies de contacto. Cualquier recubrimiento de material no-conductor, tal como esmalte, moho o costra, que este presente sobre las superficies de contacto de electrodos en el punto de la conexión, debe ser removido completamente donde se requiera, a fin de obtener una buena conexión

921-18. Resistencia a tierra de electrodos. Disposiciones generales. El sistema de tierras debe consistir de uno o más electrodos conectados entre sí. Este sistema debe tener una resistencia a tierra suficientemente baja para minimizar los riesgos al personal en función de la tensión eléctrica de paso y de contacto (se considera aceptable un valor de 10Ω , en terrenos con alta resistividad este valor puede llegar a ser hasta de 25Ω . Si la resistividad es mayor a $3000 \Omega/\text{m}$ se permite en 50Ω) para permitir la operación de los dispositivos de protección

- a) **Plantas generadoras y subestaciones.** Cuando estén involucradas tensiones y corrientes eléctricas muy altas, se requiere de un sistema enmallado de tierra con múltiples electrodos y conductores enterrados y otros medios de protección.
- b) **Sistemas de un solo electrodo.** Los sistemas con un solo electrodo deben utilizarse cuando el valor de la resistencia a tierra no exceda de 25Ω en las condiciones más críticas. Para instalaciones subterráneas el valor recomendado de resistencia a tierra es 5Ω .
- c) **Sistemas con múltiples conexiones de puesta a tierra.** El neutro, cuya capacidad de conducción de corriente debe ser adecuada al servicio de que se trate, debe estar conectado a un electrodo artificial en cada transformador y en otros puntos de la línea, de tal manera que se tenga una conexión de puesta a tierra como mínimo, en cada 400 m de línea sin incluir las conexiones de puesta a tierra en los servicios de usuarios

Expositor: Ing. Ricardo A. Espinosa y Patiño



Apuntes del Curso sobre Instalaciones eléctricas Industriales.

NOTA: Los sistemas de múltiples conexiones de puesta a tierra que se extiendan a través de distancias considerables, dependen más de la cantidad de los electrodos de tierra que de la resistencia a tierra de cualquier electrodo individual.

921-19. Conexión a tierra de partes metálicas de transformadores. Aplicar lo indicado en 450-10 y lo correspondiente al tipo de instalación.

B. Líneas aéreas

921-20. Disposiciones generales. El objeto de esta Parte B es proponer métodos prácticos de puesta a tierra, como uno de los medios de salvaguardar al público y a los operarios del daño que pudiera causar el potencial eléctrico en las líneas de servicio público de energía eléctrica. Esta Parte se refiere a los métodos para conectar a tierra los conductores y el equipo de líneas eléctricas y de comunicación, los requisitos que establecen en qué casos estos elementos deben estar conectados a tierra, se encuentran en otras disposiciones de esta NOM.

Algunas de las conexiones a tierra aquí indicadas que estarán ubicadas en las plantas generadoras o en las subestaciones, deben considerarse en el diseño y construcción de estas instalaciones.

921-21. Cables mensajeros y retenidas

a) **Cables mensajeros.** Los cables mensajeros que requieran estar conectados a tierra deben conectarse a los conductores de puesta a tierra en los postes o en las torres, a los intervalos máximos indicados a continuación:

- 1) Cuando el cable mensajero sea adecuado para utilizarse como conductor de puesta a tierra del sistema (véase 921-10), una conexión como mínimo, en cada 400 m de línea.
- 2) Cuando el cable mensajero no sea adecuado para utilizarse como conductor de puesta a tierra del sistema, una conexión como mínimo, en cada 200 m de línea, sin incluir las tierras en los servicios a usuarios.

b) **Retenidas.** Las retenidas que requieran estar puestas a tierra deben conectarse a

- 1) Estructuras de acero puestas a tierra, o a una conexión efectiva de puesta a tierra en postes de madera o concreto.
- 2) Un conductor de línea (neutro) que tenga cuando menos una conexión de puesta a tierra como mínimo en cada 400 m, además de las conexiones de puesta a tierra en los servicios a usuarios.

921-22. Electrodos artificiales

a) **General.** Cuando se usen electrodos artificiales, éstos deben penetrar, tanto como sea posible, dentro del nivel de humedad permanente.

Los electrodos deben ser de un metal o aleación que no se corra excesivamente bajo las condiciones existentes y durante la vida útil de los mismos.

Toda la superficie externa de los electrodos debe ser conductora, esto es, que no tenga pintura, esmalte u otra cubierta aislante.

b) **Barras enterradas (clavadas).** Las barras deben tener una longitud de 2.40 m como mínimo, y estar enterradas hasta una profundidad no-menor que esta longitud. El extremo superior de las barras debe quedar al mismo nivel que el terreno o abajo de este, a menos que tenga una protección adecuada. Cuando se usen barras múltiples para reducir la resistencia a tierra, se recomienda que su separación no sea menor que el doble de su longitud.

Las barras de fierro o acero deben tener un diámetro mínimo de 16 mm. Las barras de acero inoxidable y las que tengan revestimiento de cobre o acero inoxidable, deben tener un diámetro mínimo de 12,7 mm.

c) **Alambre, tiras o placas.** En áreas de alta resistividad del suelo o con capas de roca superficiales, o cuando se requiera menor resistencia que la asequible con barras enterradas, puede ser más útil el uso de uno o varios de los siguientes electrodos:

- 1) Alambre desnudo de 4,5 mm de diámetro o mayor, enterrado a una profundidad de 50 cm como mínimo, y de longitud total no-menor a 30 m, tendido lo más recto posible, constituye un aceptable electrodo artificial. El alambre puede ser de un solo tramo o de varios tramos conectados entre sí por sus extremos o en cualquier punto. El alambre puede tomar la forma de una malla con muchos tramos paralelos distribuidos en un arreglo de dos dimensiones. En este caso, donde se encuentre lecho de roca, la profundidad puede ser menor a 50 cm.
- 2) Tiras metálicas con longitud total no-menor a 3 m y superficie total (teniendo en cuenta ambos lados) no-menor a 0.50 m², enterradas a una profundidad de 50 cm como mínimo, constituyen aceptables electrodos artificiales. Las tiras de metal ferroso deben tener un espesor no-menor a 6 mm y las de metal no-ferroso, no-menor a 2 mm.
- 3) Placas o laminas metálicas que tengan 0.20 m² o más de superficie en contacto con la tierra, enterradas a una profundidad de 1,50 m como mínimo, constituyen aceptables electrodos artificiales.

Expositor: Ing. Ricardo A. Espinosa y Patiño

Apuntes del Curso sobre Instalaciones eléctricas Industriales.

Las placas o láminas de metal ferroso deben tener un espesor no menor a 6 mm y las de metal no-ferroso, no-menor a 2 mm

d) Placas o alambres colocados al extremo de postes

1) **General.** En áreas de muy baja resistividad del suelo se pueden aceptar como electrodos artificiales los descritos en (d)(2) y (d)(3) siguientes, aunque son inadecuados en la mayoría de otros lugares.

Donde se ha probado que estos electrodos tienen baja resistencia a tierra, pueden usarse para las aplicaciones establecidas en 921-21 (a)(1) y (b)(2), en 921-12(c) y en 921-18(c); sin embargo, estos tipos de electrodos no deben ser los únicos existentes en lugares donde hay transformadores

2) **Placas al extremo de postes.** Con las limitaciones indicadas en (d)(1) anterior, una placa doblada sobre la base de un poste de madera, puede considerarse como un aceptable electrodo de tierra. La placa debe ser de un espesor no-menor a 6 mm si es de metal ferroso y no-menor a 2 mm, si es de metal no-ferroso. Además, la superficie de la placa en contacto directo con la tierra, no debe ser menor a 500 cm²

3) **Alambres enrollados al extremo de postes.** Con las limitaciones indicadas en (d)(1) anterior, el electrodo de puesta a tierra puede ser alambre fijado al extremo de un poste previamente a su colocación. El alambre debe tener una longitud no-menor a 3,70 m en contacto directo con la tierra y ser tamaño nominal no-menor de 13,30 mm² (6 AWG) de cobre. Dicho alambre debe extenderse hasta la base del poste.

e) **Electrodos embebidos en concreto.** Un alambre, varilla o placa estructural metálicos que cumplan con lo indicado en 921-24(e), embebidos en concreto que no este aislado del contacto directo con la tierra, constituyen aceptables electrodos de puesta a tierra. La profundidad del concreto, con respecto a la superficie del terreno, no debe ser menor a 30 cm, recomendándose una profundidad de 75 cm. El alambre debe ser cuando menos de un área de sección transversal de 21,15 mm² (4 AWG) si es de cobre, o de diámetro no-menor a 13 mm si es de acero. La longitud mínima del mismo debe ser de 6 m, la cual debe estar completamente dentro del concreto, excepto en la conexión exterior. El conductor debe estar tendido tan recto como sea posible. Los elementos metálicos pueden estar colocados en tramos cortos, ordenados dentro del concreto y conectados entre si (como es el caso del armado de refuerzo de una base de estructura)

NOTA 1: La menor resistencia a tierra por unidad de longitud del alambre, será resultado de una instalación recta del mismo

NOTA 2: No se requiere que la configuración exterior del concreto sea regular, sino que puede moldearse en una excavación irregular, como en terreno rocoso

NOTA 3: Los electrodos embebidos en concreto son, con frecuencia, más prácticos y efectivos que las varillas, tiras o placas directamente enterradas

C. Líneas subterráneas**921-23. Punto de conexión del conductor de puesta a tierra en sistemas de c.a.**

a) **Hasta de 750 V.** La conexión de puesta a tierra de un sistema trifásico con conexión estrella de cuatro hilos, o de un sistema monofásico de tres hilos, que requiera estar conectado a tierra, debe hacerse al conductor neutro. En otros sistemas de una, dos o tres fases, asociados con circuitos de alumbrado, la conexión de puesta a tierra debe hacerse al conductor común asociado con los circuitos de alumbrado

La conexión de puesta a tierra de un sistema trifásico de tres hilos, derivado de un transformador conectado en delta, o conectado en estrella sin conexión de puesta a tierra, el cual no sea para alimentar circuitos de alumbrado, puede hacerse a cualquiera de los conductores del circuito o bien a un neutro derivado en forma separada

La conexión de puesta a tierra debe hacerse en la fuente de alimentación y en el lado de la carga de todo equipo de servicio

b) Más de 750 V

1) **Conductor sin pantalla (ya sea desnudo, forrado o aislado sin pantalla).** La conexión de puesta a tierra debe hacerse al neutro en la fuente de alimentación. Se pueden hacer, si se desea, conexiones adicionales a lo largo de la trayectoria del neutro, cuando éste sea uno de los conductores del sistema

2) Cable con pantalla

a. **Conexión de la pantalla del cable con la puesta a tierra de apartarrayos.** Las pantallas de los cables deben unirse con el sistema de tierras de apartarrayos.

b. **Cable sin cubierta exterior aislante.** La conexión debe hacerse al neutro del transformador de alimentación y en las terminales del cable.

c. **Cable con cubierta exterior aislante.** Se recomienda hacer conexiones adicionales entre la pantalla sobre el aislamiento del cable (o armadura) y la tierra del sistema. En líneas de cable con pantalla de múltiples conexiones a tierra, la pantalla (incluyendo armadura) debe conectarse a tierra en cada unión del cable expuesta al contacto del personal.

Expositor: Ing. Ricardo A. Espinosa y Patiño

Apuntes del Curso sobre Instalaciones eléctricas Industriales.**00162**

c) **Conductor de puesta a tierra separado.** Si se usa un conductor de puesta a tierra separado, añadido a una línea subterránea, debe conectarse en el transformador de alimentación y en los accesos del cable cuando se requiera que éstos vayan conectados a tierra. Este conductor debe estar colocado en la misma trinchera o banco de ductos (o en el mismo ducto si éste es de material magnético) que los conductores del circuito.

Excepción: El conductor de puesta a tierra para un circuito instalado en un ducto magnético puede estar en otro ducto si el que contiene al circuito está unido a dicho conducto en ambos extremos.

921-24. Sistemas subterráneos

a) Los conductores de puesta a tierra usados para conectarse a los electrodos y que se coloquen directamente enterrados, deben ser tendidos flojos o tener suficiente resistencia mecánica para evitar que se rompan fácilmente por movimientos de la tierra o asentamientos no males del terreno

b) Los empalmes y derivaciones sin aislamiento de conductores de puesta a tierra directamente enterrados, deben ser hechos con soldadura o con dispositivos de compresión, para minimizar la posibilidad de aflojamiento o corrosión. Se debe reducir al mínimo el número de estos empalmes o derivaciones.

c) Las pantallas sobre aislamiento de cables conectadas a tierra, deben unirse con todo aquel equipo eléctrico accesible conectado a tierra en los registros, pozos o bóvedas;

Excepción: Esta conexión puede omitirse cuando exista protección de tódica

d) Debe evitarse que elementos magnéticos, tales como acero estructural, tuberías, varillas de refuerzo etc., no queden interpuestos entre el conductor de puesta a tierra y los conductores de fase del circuito.

e) Los metales usados para fines de puesta a tierra, que estén en contacto directo con la tierra, concreto o mampostería, deben estar aprobados y listados como adecuados para tal uso.

NOTA 1: En la actualidad, no está aprobado que el aluminio sea adecuado para este uso.

NOTA 2: Los metales de diferentes potenciales galvánicos, que se unan eléctricamente, pueden requerir de protección contra corrosión galvánica

f) Cuando las pantallas o armaduras sobre el aislamiento de cables, que generalmente van conectadas a tierra, se aislan de ésta para minimizar las corrientes eléctricas circulantes en la pantalla, deben aislarse donde estén accesibles al contacto del personal

g) Las conexiones de transposición y los puentes de unión deben tener aislamiento para 600 V, a menos que la tensión eléctrica normal en la pantalla exceda de este nivel, en cuyo caso el aislamiento debe ser adecuado para la tensión eléctrica a tierra existente

h) Los puentes de unión y sus medios de conexión deben ser de tamaño y diseño adecuados para soportar la corriente eléctrica disponible de falla, sin dañarse el aislamiento de los puentes o las conexiones de la pantalla.

D. Subestaciones

921-25 Características del sistema de tierra. Las características de los sistemas de tierra deben cumplir con lo aplicable del Artículo 250

a) **Disposición física.** El cable que forme el perímetro exterior del sistema, debe ser continuo de manera que encierre el área en que se encuentra el equipo de la subestación

En subestaciones tipo pedestal se requiere que el sistema de tierra quede confinado dentro del área que proyecta el equipo sobre el suelo

Excepción: En las subestaciones tipo poste o pedestal se acepta como sistema de tierra la conexión del equipo a uno o más electrodos. La resistencia del sistema a tierra total debe cumplir con los valores indicados en el inciso (b) de esta Sección.

b) **Resistencia a tierra del sistema.** La resistencia eléctrica total de sistema de tierra incluyendo todos los elementos que lo forman, debe conservarse en un valor menor al indicado en la tabla siguiente

Resistencia (Ω)	Tensión eléctrica máxima (kV)	Capacidad máxima (kVA)
5	mayor a 34.5	mayor a 250
10	34.5	mayor a 250
25	34.5	250

Excepción: Para terrenos con resistividad eléctrica mayor a 3000 Ω -m, se permite que los valores anteriores de resistencia de tierra sean el doble para cada caso

Deben efectuarse pruebas periódicamente durante la operación en los registros para comprobar que los valores del sistema de tierra se ajustan a los valores de diseño. asimismo, repetir periódicamente estas pruebas para comprobar que se conservan las condiciones originales, a través del tiempo y de preferencia en época de estiaje

c) **Sistemas con transformador.** Cuando se requiera de un transformador para obtener la referencia a tierra aplicar lo indicado en 450-5

Expositor: Ing. Ricardo A. Espinosa y Patiño

Apuntes del Curso sobre Instalaciones eléctricas Industriales.

00163

921-26. Puesta a tierra de cercas metálicas. Las cercas metálicas pueden ocupar una posición sobre la periferia del sistema de tierra. Debido a que los gradientes de potencia son más altos, se deben tomar las medidas siguientes:

- Si la cerca se coloca dentro de la zona correspondiente a la malla, debe ser puesta a tierra
- Si la cerca se encuentra fuera de la zona correspondiente a la malla, debe colocarse por lo menos a 2 m del límite de la malla.

921-27. Puesta a tierra de rieles y tubos para agua y gas

- Rieles.** Los rieles de escape (espuelas) de ferrocarril que entren a una subestación no deben conectarse al sistema de tierra de la subestación. Deben aislarse uno o más pares de juntas de los rieles donde estos salen del área de la red de tierra.
- Tubos para agua y gas.** Los tubos metálicos para agua, gas y las cubiertas metálicas de cables que estén enterrados dentro del área de la subestación deben conectarse al sistema de tierra, en varios puntos

NOTA: Primero se debe instalar el sistema de tierras de acuerdo a su valor óptimo para la instalación eléctrica y después conectar los tubos para gas al sistema.

921-28. Puesta a tierra de partes no-conductoras de corriente eléctrica

- Las partes metálicas expuestas que no conducen corriente eléctrica, y las defensas metálicas del equipo eléctrico, deben conectarse a tierra
- Con excepción de equipo instalado en lugares húmedos o lugares peligrosos, las partes metálicas que no conducen corriente eléctrica, pueden no conectarse a tierra, siempre que sean inaccesibles o que se protejan por medio de resguardos. Esta última protección debe impedir que se puedan tocar inadvertidamente las partes metálicas mencionadas y simultáneamente algún otro objeto puesto a tierra
- Las estructuras de acero de la subestación deben ser puestas a tierra

921-29. Conexión de puesta a tierra de cercas metálicas. Toda cerca metálica que se cruce con líneas suministradoras en áreas no urbanizadas, debe conectarse a tierra, a uno y otro lado del cruce, a una distancia sobre el eje de la cerca y no mayor a 45 m. En caso de existir una o más puertas o cualquier otra condición que interrumpa la continuidad de la cerca, esta debe aterrarse en el extremo más cercano al cruce con la línea

Esta conexión de puesta a tierra debe efectuarse uniendo todos los elementos metálicos de la cerca

921-30. Conductor de puesta a tierra común para el circuito, canalizaciones metálicas y equipo. Si la capacidad de conducción de corriente del conductor de puesta a tierra del circuito, satisface también el requerimiento para la conexión de puesta a tierra del equipo, este conductor puede usarse para ambos fines. Dentro de dicho equipo se incluyen los armazones y cubiertas de los componentes auxiliares y de control del sistema eléctrico, canalizaciones metálicas, pantallas de cables y otras cubiertas

E. Otros

921-31. Método de puesta a tierra para teléfonos y otros aparatos de comunicación en circuitos expuestos al contacto con líneas de suministro eléctricos y a descargas atmosféricas. Los protectores y, cuando se requiera, las partes metálicas no-portadoras de corriente eléctrica expuestas, ubicadas en las centrales telefónicas o en instalaciones exteriores, deben conectarse a tierra en la forma siguiente

- Electrodo.** El conductor de puesta a tierra debe conectarse a un electrodo aceptable, como los descritos en 921-14 y 921-22. Otra alternativa es hacer esta conexión a la cubierta metálica del equipo del servicio eléctrico o al conductor del electrodo de puesta a tierra, cuando el conductor neutro del servicio eléctrico esté conectado a un aceptable electrodo de puesta a tierra en el edificio
- Conexión del electrodo.** El conductor de puesta a tierra debe ser preferentemente de cobre, de tamaño nominal no-menor a 2.08 mm^2 (14 AWG) o de cualquier otro material de capacidad de conducción de corriente equivalente que no sufra corrosión bajo las condiciones de uso. La conexión de este conductor al electrodo de puesta a tierra debe hacerse por medio de un conector adecuado
- Unión de electrodos.** Debe colocarse un puente de unión de tamaño nominal no-menor a 13.30 mm^2 (6 AWG) de cobre, u otro material de capacidad de conducción de corriente equivalente entre el electrodo del equipo de comunicación y el electrodo del neutro del sistema eléctrico, cuando se usen electrodos separados en la misma edificación

Expositor: Ing. Ricardo A. Espinosa y Patiño

Apuntes del Curso sobre Instalaciones eléctricas Industriales.
EJEMPLO DE CALCULO PARA EL SISTEMA DE TIERRAS.
1.- CONSIDERACIONES GENERALES

- CRITERIOS DE CALCULO DE ACUERDO A LA NOMA IEEE 80 /86
- CORRIENTE DE FALLA DE $3 I_o = 7990$ AMPS.
- RESISTIVIDAD DEL TERRENO DE 40 OHMS-M.
- RESISTIVIDAD DEL PISO DE 3000 OHMS-M DE ACUERDO A LA NORMA IEEE 80 /86 PARA PISO DE GRAVA (PISO DE CONCRETO). INC. 10.5 (PAG.72)
- EL TIEMPO DE DESPEJE DE LA FALLA CONSIDERADO SERA DE 30 CICLOS (0.5 SEG)
- RESISTENCIA MAXIMA DE LA MALLA $R_g = 5$ OHMS

2.- DATOS GENERALES

SIMBOLO	DESCRIPCION	VALOR
$3 I_o$	CORRIENTE DE FALLA	7990 AMPERES
R_o	RESISTIVIDAD	$\Omega - M$
ROE	RESISTIVIDAD DEL TERRENO	40 $\Omega - M$
ROS	RESISTIVIDAD DE LA SUPERFICIE	3000 $\Omega - M$
C_a	FACTOR DE REDUCCION POR RESIST VIDAD EN LA SUPERFICIE	A CALCULARSE
S	TIEMPO DE DURACION DE LA FALLA	0.5 seg.
h	PROFUNDIDAD DE LA MALLA	0.6 m
d	DIAMETRO MINIMO DEL CONDUCTOR DE LA MALLA	0.01326 m (4/0)
A	AREA TOTAL QUE CUBRE LA MALLA	167.27 m ²
D	ESPACIAMIENTO ENTRE CONDUCTORES MALLA	4.0 m
n	NUMERO DE CONDUCTORES EN PARALELO	A CALCULARSE
K_m	FACTOR DE ESPACIAMIENTO	A CALCULARSE
K_s	FACTOR DE ESPACIAMIENTO	A CALCULARSE
K_i	FACTOR DE IRREGULARIDAD DE LA MALLA	A CALCULARSE
K_{ii}	FACTOR CORRECCION PARA EFECTO ESQUINA	1
K_h	FACTOR CORRECCION PROF. MALLA	A CALCULARSE
R_g	RESISTENCIA TOTAL DE LA MALLA	A CALCULARSE
E_m	TENSION DE MALLA DE LA RED	A CALCULARSE
E_s	TENSION DE PASO	A CALCULARSE
E_t	TENSION DE TOQUE	A CALCULARSE
T_o	TEMPERATURA AMBIENTE	40 ° C
T_m	TEMPERATURA MAXIMA DE CONDUCTOR (CON CONECTORES SOLDABLES)	1083 °C

Expositor: Ing. Ricardo A. Espinosa y Patiño

**Apuntes del Curso sobre Instalaciones eléctricas Industriales.**

00133

3.- CALCULOS**3.1 CORRECCION DE LA CORRIENTE DE FALLA**

FACTORES DE CORRECCION

EL FACTOR POR DECREMENTO (K1) SE APLICA DE ACUERDO A LA DURACION DE LA FALLA (PAG. 105 ANSI / IEEE80 /86 TABLA 6). QUE ES DE 1 PARA UN TIEMPO DE DURACION DE LA FALLA DE 30 CICLOS Y MAYORES (0.5 SEG.)

EL FACTOR DE CRECIMIENTO (K2) DEL SISTEMA TOMA EN CONSIDERACION EL CRECIMIENTO DE LA RED DE LA PLANTA A FUTURO EL CUAL SERA 1 YA QUE NO SE CONSIDERA CRECIMIENTO FUTURO.

CORRIGIENDO LA CORRIENTE DE LA FALLA

$$I_c = I \times K1 \times K2$$

$$I_c = 7990 \times 1 \times 1 = 7990 \text{ AMP.}$$

3.2 CALCULAREMOS EL CONDUCTOR DE LA MAILLA PRINCIPAL APLICANDO LA FORMULA DE ONDERDONK VER NOTA 17 EN PAG 65 IEEE80 / 86.

$$A = \frac{I_c}{\left(\frac{1}{32.85S} \right) \log_{10} \left(1 + \frac{T_m - T_a}{234 + T_a} \right)}$$

SUSTITUYENDO VALORES INDICADOS EN LA TABLA 1:

$$A = \frac{7990}{\left(\frac{1}{32.85 \times 0.5} \right) \log_{10} \left(1 + \frac{10.33 - 40}{2.4 + 40} \right)}$$

$$A = \frac{7990}{\left(\frac{0.6818}{16.425} \right)} = 39924 \text{ CM}$$

CONSIDERANDO QUE 1 CM \Rightarrow 0.00051 mm²A = 20 mm² \Rightarrow CONDUCTOR CALIBRE 4 AWG (21.15 mm²)

POR LO QUE EL CALIBRE 4/0 AWG QUE ESTABLECE LA NORMA COMO MINIMO, ES ADECUADO.

Expositor: Ing. Ricardo A. Espinosa y Patiño

**00166****Apuntes del Curso sobre Instalaciones eléctricas Industriales.****3.3 CALCULO DE LA LONGITUD MINIMA DE LA MALLA**

DE LA DESIGUALDAD (77) DEL ANSI IEEE 80/86 (PAG 115)

$$L > \frac{K_m K_i ROE I_c S}{[116 + 0.174 C_s (h_s K) ROS]}$$

FACTORES PARA DETERMINAR (Cs)

PARA DETERMINAR EL COEFICIENTE Cs SE UTILIZA LA ECUACION (37) DE ANSI / IEEE 80/86 (PAG 78) DONDE:

$$K = \frac{ROE - ROS}{ROE + ROS} = \frac{40 - 3000}{40 + 3000} = -0.9737$$

CONSIDERANDO ESTE VALOR Y CON UN ESPESOR DE PISO DE CONCRETO DE 15 cm, SE ENTRARA A LAS CURVAS DE LA FIGURA 8 (PAG 41) Y SE ENCUENTRA UN VALOR

$$C_s = 0.70$$

DE LA ECUACION (79) DEL ANSI / IEEE 80-86 PAG 117 PARA MALLAS DE CONFIGURACION RECTANGULAR

$$n_1 = n_x n_y = (5)(6) = 5.4' \approx 6$$

EL CUAL SE UTILIZARA PARA EL CALCULO DE K_{i1} , K_m Y E_m
(ec. 68, 69 Y 70 DEL ANSI / IEEE 80-86)

$$n_2 = 5$$

EL CUAL SE UTILIZARA PARA EL CALCULO DE K_{i2} , K_s Y E_s
(ec. 69, 73 Y 74 DEL ANSI / IEEE 80-86)**CALCULO DE K_i** PARA EL CALCULO DE K_i SE APLICA LA ECUACION (69) DEL ANSI / IEEE 80-86
(PAG 114)

$$\begin{aligned} K_i &= 0.656 + 0.172 n \\ K_{i1} &= 0.656 + 0.172 n_1 \\ K_{i1} &= 0.656 + 0.172 \times 6 \\ K_{i1} &= 1.688 \\ K_{i2} &= 0.656 + 0.172 n_2 \\ K_{i2} &= 0.656 + 0.172 \times 5 \\ K_{i2} &= 1.516 \end{aligned}$$

Expositor: Ing. Ricardo A. Espinosa y Patiño

**00167****Apuntes del Curso sobre Instalaciones eléctricas Industriales.****CALCULO DE Km**

PARA EL CALCULO DE Km SE APLICA LA ECUACION (68) DE LA NORMA ANSI / IEEE 80-86 (PAG. 113)

$$Km = \frac{1}{2\pi} \left[\text{Ln} \left(\frac{D^2}{16hd} + \frac{(D+2h)^2}{8Dd} - \frac{h}{4d} \right) + \frac{K_{ii}}{Kh} \text{Ln} \frac{8}{\pi(2n_1 - 1)} \right]$$

$K_{ii} = 1$ CONSIDERANDO QUE SE COLOCARAN VAR LLAS EN LAS ESQUINAS DE LA MALLA SEGÚN PAG. 113 ANSI / IEEE 80-86.

$$Kh = 1 + \left(\frac{h}{h_0} \right) ; h_0 = 1 \text{ (PROFUNDIDAD DE REFERENCIA DE LA MALLA)}$$

$$Kh = 1 + 0.6 = 1.265$$

SUSTITUYENDO VALORES EN LA EC. (68) TENEMOS:

$$Km = 0.159 \left[\text{Ln} \left(\frac{4^2}{16(0.6)(0.01326)} + \frac{(4+2 \times 0.6)^2}{8(4)(0.01326)} - \frac{0.6}{4(0.01326)} \right) + \frac{1}{1.265} \text{Ln} \frac{8}{\pi(11)} \right]$$

$$Km = 0.159 \left[\text{Ln}(125.69 + 63.72 - 11.31) + 0.79 \text{Ln} \frac{8}{34.55} \right]$$

$$Km = 0.159[5.18 - 1.15]$$

$$Km = 0.64$$

SUSTITUYENDO VALORES EN LA EC. 77 TENEMOS

$$L = \frac{(0.64)(1.688)(40)(7990)(0.5)}{[1.66 + (0.174)(0.64)(3000)]}$$

$$L = 542.44 \text{ m}$$

$$L \text{ EN LA S.E. HORNO 50} = 307 \text{ m}$$

ESTIMANDO QUE SE TIENE UNA RED ACTUAL DE 72 MTS. APROX LA CUAL SE SUMARA A LA RED NUEVA SE TENDRA UNA LONGITUD DE 307 MTS POR LO QUE ES NECESARIO INTERCONECTAR ESTA RED POR LO MENOS EN DOS PUNTOS CON EL SISTEMA DE TIERRAS DE LAS OTRAS SUBESTACIONES PARA QUE LA LONGITUD DEL CABLE Y EL AREA SEA MAYOR QUE LA NECESARIA. SE ESTIMA DE ESTA FORMA TENER UNA LONGITUD MINIMA $L = 542.44$ METROS Y UN AREA APROX. DE 600 M^2 .

DE ESTA MANERA DAREMOS EL ARREGLO COMO DEFINITIVO, DESPUES DE COMPROBAR SI LA MALLA ES SEGURA.

Expositor: Ing. Ricardo A. Espinosa y Patiño

Apuntes del Curso sobre Instalaciones eléctricas Industriales.
3.4.- CALCULO DE LA RESISTENCIA DE LA MALLA

APLICANDO LA ECUACION (40) DE LA NORMA ANSI / IEEE 80-86 (PAG 82)

$$R_g = ROE \left[\frac{1}{L} + \frac{1}{20A} \left(1 + \frac{1}{1+h} \frac{20}{A} \right) \right]$$

 EN DONDE A = AREA QUE CUBRE LA MALLA EN M²:

$$A = 600 \text{ m}^2$$

$$R_g = 40 \left[\frac{1}{550} + \frac{1}{20 \times 600} \left(1 + \frac{1}{1+0.6} \left(\frac{20}{600} \right) \right) \right]$$

$$R_g = 0.83 \text{ OHMS}$$

POR LO CUAL SE CUMPLE AL TENER UN VALOR MENOR DE 5 OHMS.
 EN CASO DE QUE POR LAS CONDICIONES DEL TERRENO ESTE VALOR FUERA
 MAYOR DE 5 OHMS, SE DEBERA DAR TRATAMIENTO CON GEM A LOS
 REGISTROS.

3.5 CALCULO DEL POTENCIAL DE MALLA DE LA RED

 a) CALCULO DEL POTENCIAL DE MALLA DE ACUERDO A LA ECUACION (70) DEL
 ANSI / IEEE 80-86 (PAG. 114)

$$E_m = \frac{ROI_c \cdot Km \cdot Ki}{L}$$

$$E_m = \frac{(40)(7990)(0.64)(1.68)}{307}$$

$$E_m = 1124 \text{ VOLTS}$$

 b) CALCULO DE POTENCIALES DE PASO TOLERABLES AL CUERPO HUMANO DE
 ACUERDO A LA EC. (24) DEL ANSI / IEEE 80-86 (PAG. 46)

$$E_{PASO} = \frac{116 + 0.7C \cdot RO}{S}$$



00169

Apuntes del Curso sobre Instalaciones eléctricas Industriales.

TOLERABLE SOBRE TERRENO NATURAL:

$$E_{\text{PASO/TERRENO}} = \frac{116 + 0.7 C_s ROE}{S}$$

$$E_{\text{PASO/TERRENO}} = \frac{116 + 0.7(0.7)(40)}{0.5}$$

$$E_{\text{PASO/TERRENO}} = 191.76 \text{ VOLTS}$$

TOLERABLE SOBRE PISO CONCRETO

$$E_{\text{PASO/CONCRETO}} = \frac{116 + 0.7 C_s ROS}{S}$$

$$E_{\text{PASO/CONCRETO}} = \frac{116 + 0.7(0.7)(3000)}{0.5}$$

$$E_{\text{PASO/CONCRETO}} = 2242.94 \text{ VOLTS}$$

c) CALCULO DE POTENCIALES TOLERABLES DE CONTACTO AL CUERPO HUMANO DE ACUERDO A LA EC. (26) DEL ANSI / IEC: E 80-86 PAG.46

$$E_c = E_{\text{CONTACTO}} = \frac{116 + 0.174 C_s RO}{S}$$

TOLERABLE SOBRE TERRENO NATURAL

$$E_{\text{CONTACTO/TERRENO}} = \frac{116 + 0.174 C_s RO}{S}$$

$$E_{\text{CONTACTO/TERRENO}} = \frac{116 + 0.174(0.7)(40)}{0.5}$$

$$E_{\text{CONTACTO/TERRENO}} = 170.94 \text{ VOLTS}$$

TOLERABLE SOBRE PISO CONCRETO

$$E_{\text{CONTACTO/CONCRETO}} = \frac{116 + 0.174 C_s ROS}{S}$$

$$E_{\text{CONTACTO/CONCRETO}} = \frac{116 + 0.174(0.7)(3000)}{0.5}$$

$$E_{\text{CONTACTO/CONCRETO}} = 680.80 \text{ VOLTS}$$

Expositor: Ing. Ricardo A. Espinosa y Patiño



Apuntes del Curso sobre instalaciones eléctricas Industriales.

3.6 CALCULO DEL POTENCIAL DE PASO FUERA DEL PERIMETRO DE LA MALLA (MAXIMO) DE ACUERDO A LAS ECUACIONES (73 Y 74) DEL ANSI / IEEE 80-86 (PAGS. 114 Y 115)

$$E_s = \frac{ROE I_c K_s K_i}{L}$$

$$K_s = \frac{1}{\pi} \left(\frac{1}{2h} + \frac{1}{D+h} + \frac{1}{D} (1 - 0.5^{n-2}) \right)$$

DONDE:

$$n_2 = n = 6; n-2 = 4$$

$$D = 4$$

$$h = 0.6$$

$$K_s = \frac{1}{\pi} \left(\frac{1}{2(0.6)} + \frac{1}{4+0.6} + \frac{1}{4} (1 - 0.5^{4-2}) \right)$$

$$K_s = 0.318 [0.833 + 0.2173 + 0.25(0.0625)]$$

$$K_s = 0.2329$$

$$E_s = \frac{40(7790)(0.2329)(1.516)}{307}$$

$$E_s = 358.36 \text{ VOLTS}$$

4.- COMPROBACION DE LA SEGURIDAD DE LA MALLA

DE ACUERDO A LA NORMA ANSI / IEEE 80-86 EC. (76) PAG. 115) SE DEBE CUMPLIR LO SIGUIENTE:

$$E_m < E_{\text{CONTACTO/CONCRETO}}$$

$$\frac{K_m \times K_i \times ROE \times I_c}{L} < \frac{116 + 0.174 C_s ROS}{S}$$

$$\frac{0.64 \times 1.688 \times 40 \times 7990}{542} < \frac{116 + 0.174 \times 0.7 \times 3000}{0.5}$$

$$637 < 680.80 \text{ VOLTS}$$

Expositor: Ing. Ricardo A. Espinosa y Patiño



EXPLORACION Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACION
Y MANTTO DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN
ADMINISTRACIÓN DEL
MANTENIMIENTO



00171

Apuntes del Curso sobre Instalaciones eléctricas Industriales.

TAMBIEN SE DEBE CUMPLIR LO SIGUIENTE:

Es < E PASO CONCRETO

$$\frac{ROE I_s K_s K_i^2}{L} \sqrt{116 + 0.7 C_s ROS}$$

$$\frac{40 \times 7990 \times 0.2329 \times 1.516}{542} \sqrt{116 + 0.7 \times 0.7 \times 3000}$$

$$208 < 2242.94 \text{ VOLTS}$$

CONSIDERANDO QUE LAS DOS DESIGUALDADES SE CUMPLEN SE COMPRUEBA QUE LA MALLA ES SEGURA Y SOLAMENTE SE RECOMIENDA INTERCONECTAR ESTA RED POR LO MENOS EN DOS PUNTOS CON EL SISTEMA DE TIERRAS DE

LAS OTRAS SUBESTACIONES PARA QUE LA LONGITUD DEL CABLE Y EL AREA SEA MAYOR QUE LA NECESARIA. SE ESTIMA DE ESTA FORMA TENER UNA LONGITUD MINIMA L= 542 METROS Y UNA AREA APROX. DE 600 M².

NOTA: Para el aterrizaje de los equipos, como motores, tableros, arrancadores etc. Ver tabla anexa (250-95.- Tamaño nominal minimo de los conductores de tierra para canalizaciones y equipos) De la Norma NOM-001-SEDE-1999.

FIN

Expositor: Ing. Ricardo A. Espinosa y Patiño



4-10 cálculo

4-10-1 conexión y resistencia a tierra

a.- VALORES ACEPTABLES RECOMENDADOS

El más elaborado sistema de tierras que sea diseñado, puede ser inadecuado, a menos que la conexión del sistema a tierra sea adecuada y tenga una resistencia baja. Por consiguiente, la conexión a tierra es una de las partes más importantes de todo sistema de tierras. Esto es también la parte más difícil de diseñar y obtener

La perfecta conexión a tierra deberá tener una resistencia con valor cero, pero esto es imposible de obtener

Para subestaciones grandes y estaciones de generación, el valor de la resistencia a tierra no deberá exceder de un ohm

Para subestaciones pequeñas y plantas industriales, el valor de la resistencia a tierra no deberá exceder de 5 ohms. El NEC (National Electrical Code 1978) recomienda que la resistencia máxima no deberá exceder de 25 ohms

b.- RESISTIVIDAD DE DIFERENTES TERRENOS

TERRENO	RESISTENCIA (OHMS) VARILLAS DE 5/8 PULGS X 5 PIES			RESISTIVIDAD (OHMS POR CM ³)		
	PROMEDIO	MIN.	MAX.	PROMEDIO	MIN.	MAX.
Re llenos, escorias salmuera deshechos	14	35	41	2 370	590	7 000
Arcilla, arcilla esquistosa suelo arcilloso, tierra negra	24	2	98	4 060	340	16,300
Igual, con variaciones en las proporciones de arena y grava	93	6	800	15 800	1,020	135 000
Grava, arena, piedras, con arcilla pequeña o barro	554	35	2 700	9 400	59,000	458 000



EXPLORACION Y PRODUCCION
UNIDAD DE PERFORACION
Y MANTTO DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO



00173

c.- EFECTO DEL CONTENIDO DE AGUA O HUMEDAD EN LA RESISTIVIDAD DEL TERRENO

CONTENIDO DE AGUA O HUMEDAD (% DEL PESO)	RESISTIVIDAD (OHMS/CM ³)	
	TERRENO SUPERIOR	BARRO ARENOSO
0	> 1000 X 10 ⁶	> 1000 X 10 ⁶
2.5	250 000	150 000
5	165 000	43 000
10	53 000	18 500
15	19 000	10 500
20	12 000	6 300
30	6 400	4 200

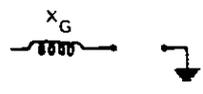
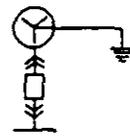
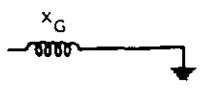
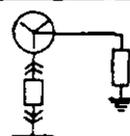
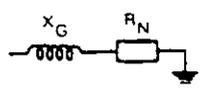
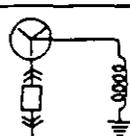
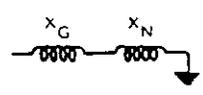
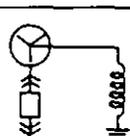
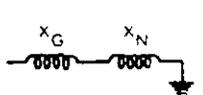
d.- EFECTO DE LA TEMPERATURA EN LA RESISTENCIA DEL TERRENO

(BARRO ARENOSO CON 15. 2% DE HUMEDAD)

TEMPERATURA		RESISTIVIDAD (OHMS POR CM ³)
°C	°F	
20	68	7 200
10	50	9 900
0 (agua)	32	13 800
0 (hielo)	32	30 000
- 5	23	79 000
- 15	14	330 000

conelec 333

f.- METODOS DE SISTEMAS DE CONEXION A TIERRA (CONEXION A TIERRA DEL SISTEMA NEUTRO)

DESCRIPCION	CIRCUITO	DIAGRAMA EQUIVALENTE
1.- No conectado a tierra		
2.- Sólidamente conectado a tierra		
3.- Resistencia conectada a tierra.		
4.- Reactancia conectada a tierra.		
5.- Neutralizador de fallas a tierra		

X_G Reactancia del generador o transformador usada para conexión a tierra

X_N Reactancia del reactor para conexión a tierra

R_N Resistencia del resistor para conexión a tierra



EXPLORACION Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACION
Y MANTTO DE POZOS

**MANUAL DEL DIPLOMADO EN
ADMINISTRACIÓN DEL
MANTENIMIENTO**



00177

SISTEMA CONTRA INCENDIO Y SEGURIDAD

ÍNDICE DE CONTENIDO

- 1 ALCANCE**
- 2 ANTECEDENTES.**
- 3 EQUIPO DE CONTROL DEL SCIS.**
 - 3.1 ARQUITECTURA.
 - 3.2 SISTEMA DE COMUNICACIONES
 - 3.3 PAQUETES Y PROGRAMAS
 - 3.4 SERVICIOS
- 4 DETECTORES EN CAMPO**
 - 4.1 DETECTORES DE MEZCLAS EXPLOSIVAS.
 - 4.2 DETECTORES DE HUMO
 - 4.3 DETECTORES DE FUEGO
 - 4.4 DETECTORES DE VAPORES TÓXICOS
- 5 EQUIPO PARA AVISO AL PERSONAL**
 - 5.1 SIRENAS DE AVISO DE EMERGENCIA
 - 5.2 LUCES INDICADORAS DE EMERGENCIA.
 - 5.3 LETREROS Y SEÑALIZACIÓN
- 6 EQUIPO COMPLEMENTARIO**
 - 6.1 VÁLVULAS DE DILUVIO (VAD)
 - 6.2 INTERRUPTOR DE BAJA DE PRESIÓN
 - 6.3 REGADERAS Y LAVA OJOS



EXPLORACION Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTTO DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO



00178

ÍNDICE DE CONTENIDO

- 1 **ALCANCE**
- 2 **ANTECEDENTES.**
- 3 **EQUIPO DE CONTROL DEL SCIS.**
 - 3.1 ARQUITECTURA.
 - 3.2 SISTEMA DE COMUNICACIONES
 - 3.3 PAQUETES Y PROGRAMAS
 - 3.4 SERVICIOS
- 4 **DETECTORES EN CAMPO**
 - 4.1 DETECTORES DE MEZCLAS EXPLOSIVAS.
 - 4.2 DETECTORES DE HUMO
 - 4.3 DETECTORES DE FUEGO
 - 4.4 DETECTORES DE VAPORES TÓXICOS
- 5 **EQUIPO PARA AVISO AL PERSONAL**
 - 5.1 SIRENAS DE AVISO DE EMERGENCIA
 - 5.2 LUCES INDICADORAS DE EMERGENCIA.
 - 5.3 LETREROS Y SEÑALIZACIÓN
- 6 **EQUIPO COMPLEMENTARIO**
 - 6.1 VÁLVULAS DE DILUVIO (VAD)
 - 6.2 INTERRUPTOR DE BAJA DE PRESIÓN
 - 6.3 REGADERAS Y LAVA OJOS



EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACION
Y MANTTO DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO



00179

1 ALCANCE

- 1.1 La finalidad del presente documento es la de fijar los lineamientos que deberá cumplir el Sistema de Contraincendio y Seguridad (en adelante SCIS) basado en Controladores Lógicos Programables.
- 1.2 Los presentes lineamientos tienen como objetivo definir las actividades a desarrollar, el alcance de suministro, los servicios, las garantías y las principales características del SCIS y del controlador lógico programable que utilizará como base del sistema. Estos lineamientos están de acuerdo con las características y servicios ofrecidos por los principales fabricantes y proveedores de estos sistemas.

2 ANTECEDENTES.

- 2.1 La función del SCIS será la de monitorear las diferentes zonas en las que se encuentran ubicados los instrumentos, equipos, sistemas y personal de la planta, a fin de determinar la ocurrencia de condiciones de peligro para el personal, equipos e instalaciones, tales como la presencia de humo, fuego, mezclas explosivas y vapores tóxicos, etc. Cuando se presenten estas condiciones se deberá indicar su existencia en forma audible y visual, mediante alarmas, tanto en campo como en el SCIS y en el Sistema de Digital de Control de la planta. El SCIS deberá efectuar las acciones necesarias que permitan manipular los elementos finales de control tales como la apertura de los sistemas de aspersion, válvulas de diluvio, etc. Así mismo deberá incluir señales hacia los subsistemas (PLC's) y a la instrumentación del proceso, para poder realizar un paro ordenado, cuando esto se requiera.
- 2.2 El SCIS deberá cumplir con los lineamientos y recomendaciones de las normas nacionales e internacionales aplicables (NEMA, NFPA, OSHA, NEC, FM, UL, etc.).
- 2.3 El SCIS deberá ser el más moderno (STATE OF ART) de acuerdo con los últimos adelantos tecnológicos que garanticen el correcto funcionamiento de todo el Sistema.
- 2.4 El equipo deberá cumplir con los requerimientos técnicos mínimos que se detallan en estos lineamientos. Esto no será limitante de las características y capacidades adicionales que tenga el equipo.
- 2.5 El SCIS deberá incluir el hardware y software necesarios para comunicarse con el Sistema Digital de Control de la planta, para informar de las mediciones y el estado de los elementos de campo, así como de su propio funcionamiento. El SCIS actuará en forma autónoma de acuerdo a los diferentes eventos que ocurran y a la filosofía de operación de la planta.
- 2.6 El alcance del SCIS deberá incluir, sin limitarse a ellas, las siguientes actividades:
 - Diseño del Sistema y Gabinetes
 - Programación, configuración e integración

**00180**

- Pruebas de aceptación
 - Instalación y alambrado (incluyendo componentes de campo).
 - Comunicación inteligente con el Sistema Digital de Control.
 - Puesta en operación.
 - Capacitación
 - Documentación final ("As Built")
- 2.7 Será responsabilidad del proveedor del SCIS, el conexionado y alambrado del sistema incluyendo los elementos de campo y equipo suministrado con el sistema, así como la instalación de los elementos de campo, considerando en su alcance los materiales y accesorios requeridos para el montaje (incluyendo conductores y elementos de instalación eléctrica).
- 2.8 El proveedor será responsable de instalar el equipo, probarlo y dejarlo funcionando, así mismo deberá proporcionar todo el material incluyendo la mano de obra para la instalación, debiendo cumplir con la clasificación de área correspondiente, además de cumplir con las normas nacionales e internacionales vigentes
- 2.9 El SCIS deberá contar con redundancia 1:1 en los siguientes conceptos
- CPU's
 - Fuentes de poder propias del sistema
 - Fuentes de poder para energizar los elementos de campo
 - Comunicaciones (incluyendo la establecida con el sistema digital).
 - Entradas y salidas (I/O)

3 EQUIPO DE CONTROL DEL SCIS.

3.1 ARQUITECTURA

Define el tipo y número de los componentes físicos del sistema, los que en su conjunto deberán realizar las funciones requeridas por la filosofía de seguridad de la planta, se deberá proponer una arquitectura, sin embargo, el proveedor del sistema será el responsable de determinar el tipo, cantidad y distribución de los componentes del SCIS, que cumplan con los requerimientos de la planta

El SCIS deberá estar basado en Controladores Lógicos Programables (PLC's) que utilicen microprocesadores de tecnología reciente.

Los elementos de campo deberán ser adecuados para instalarse en áreas con clasificación eléctrica a prueba de explosión, el SCIS y sus accesorios deberán localizarse en el Cuarto de Control en área con clasificación eléctrica de propósitos generales

En la arquitectura se deberán considerar los siguientes dispositivos

- Sensores
- Interfases de Entrada / Salida
- Unidades de procesamiento (PLC)
- Interfases Máquina-Máquina



00181

- Programador
- Fuente de poder
- Sistema de Fuerza Ininterrumpible
- Estructuras de Soporte (gabinetes)

3.1.1 SENSORES.

El SCIS deberá incluir los sensores necesarios para monitorear todas las posibles condiciones peligrosas como son: fuego, humo, mezclas explosivas, vapores tóxicos, etc.

Con el SCIS se deberán incluir las especificaciones de los diferentes tipos de sensores, indicando la cantidad, localización y características de cada uno de ellos.

El proveedor del SCIS, deberá entregar planos "As Built" de la ubicación final de los sensores.

3.1.2 INTERFASES DE ENTRADA/SALIDA.

De acuerdo con el tipo y número de sensores recomendados, así como el número y tipo de elementos finales de control, el proveedor deberá suministrar las interfaces de entrada y salida requeridas para permitir al SCIS recibir información de los sensores en campo (señales analógicas y digitales), además de enviar señales digitales para operar elementos finales.

Estas interfaces deberán estar instaladas en los mismos gabinetes que la unidad de procesamiento.

Del total de interfaces requeridas por el SCIS, se deberá suministrar un 20% adicional, (para cada tipo de interfaces utilizadas). Esta capacidad extra deberá suministrarse totalmente instalada y alimentada, así como un 10% adicional en ranuras libres y preparaciones, para permitir futuras expansiones.

Cualquier falla en la operación de las interfaces deberá ser reportada mediante indicación luminosa en la interfase, así como indicación visual y audible en el SCIS.

Las interfaces de entradas digitales deberán ser adecuadas para manejar un voltaje de campo de 24 VCD y ser del tipo opto-aisladas. Cada entrada digital deberá estar protegida por un fusible de acción rápida, estos fusibles deberán estar incluidos en las interfaces o suministrarse en las terminales de interconexión (Clemas portafusibles).

Las interfaces de salida digitales deberán ser adecuadas para manejar un voltaje de campo de 24 VCD para contactos con capacidad mínima de 1 Amp., por salida. Cada salida digital deberá estar protegida con un fusible de acción rápida, estos fusibles deberán estar incluidos en las interfaces o suministrarse en las terminales de interconexión. (Clemas portafusibles).

Las interfaces de entradas analógicas deberán ser adecuadas para manejar un rango de 4-20 mA.

**00182****3.1.3 UNIDADES DE PROCESAMIENTO (PLC).**

La unidad de procesamiento deberá estar basada en un Controlador Lógico Programable, dedicado para sistemas de seguridad, que tendrá como función, recibir las señales de los sensores de campo, procesar su información y de acuerdo a la lógica de seguridad, ejecutar las operaciones necesarias y generar las señales para las interfaces de salida que actuarán los elementos finales de control, así como permitir el control de las situaciones de riesgo que se presenten en la planta.

Las características del PLC deberán ser tales que el procesamiento de entradas, salidas, funciones lógicas y funciones propias del SCIS, no utilicen más del 50% de su capacidad nominal.

El PLC deberá estar ubicado en los mismos gabinetes que contengan los demás componentes del SCIS, localizados en el cuarto de control.

Entre las funciones del PLC estará la operación coordinada de todos los dispositivos que formen el SCIS, así como de la comunicación hacia el sistema de control a través de puerto de comunicación con protocolo MODBUS, para reportar el estado operativo del sistema (Status), y el estado funcional de sus entradas/salidas

El PLC, las interfaces de entrada/salida y módulos de comunicaciones deberán tener indicaciones luminosas que muestren su estado operativo.

La memoria del PLC deberá ser del tipo de estado sólido y en caso de requerirlo deberá contar con medios de respaldo de la memoria contra pérdida del suministro eléctrico. La capacidad de memoria deberá estar a un 60% de saturación, considerando la aplicación total, y deberá ser expandible mediante módulos de incremento enchufables

3.1.4 INTERFASES MÁQUINA - MÁQUINA

La interfase de comunicación deberá estar instalada dentro de los mismos gabinetes del SCIS, y contar con alarmas de su estado operativo.

El SCIS deberá incluir interfase de comunicación redundante con el sistema digital de control, con puerto y protocolo adecuados para comunicación vía MODBUS

3.1.5 PROGRAMADOR

Junto con el SCIS se deberán proporcionar los medios apropiados, que permitan la configuración, así como las modificaciones y/o adiciones en la programación del sistema

El programador deberá estar basado en una computadora personal, tipo "Lap Top", con microprocesador de tecnología Pentium o equivalente, con pantalla de matriz activa, que incluya dispositivo apropiado para manejo del cursor (mouse ó "Track Ball")

La configuración deberá ser sencilla, preferentemente utilizando el método de selección múltiple de opciones en pantalla, con capacidad de realizarse tanto en línea como fuera de línea

**00183**

El equipo deberá contar con la función de autodiagnóstico.

El programador deberá incluir los accesorios necesarios para su instalación y operación como son: fuente de poder, cargador, cables, conectores, etc.

3.1.6 FUENTES DE PODER

Todas las fuentes del SCIS deberán ser reguladas en voltaje y estar protegidas contra sobre voltajes y sobre corrientes transitorias.

Las fuentes del SCIS requeridas para energizar los dispositivos de campo deberán ser adecuadas para recibir un suministro de 127 VCA, 60 Hz, una fase, con salida de 24 VCD.

Las fuentes deberán alimentar a todos los dispositivos del SCIS, los sensores de campo y las señales digitales para accionar a los elementos finales de control (considerar 1A a 24 VCD por cada señal digital de salida).

En el dimensionamiento de las fuentes estará de acuerdo con el consumo de todos los elementos de campo más el 20% para alimentar las interfases adicionales instaladas, más el consumo estimado por el proveedor para el 10% de ranuras libres, considerando que el porcentaje de saturación de las mismas, no exceda el 70 % de su capacidad nominal.

Las fuentes deberán ser redundantes, de tal forma que en el caso de falla de una de ellas, la otra soporte los componentes del sistema y/o elementos de campo que alimentaba la que fallo.

Cualquier evento de falla de las fuentes deberá ser reportado en las indicaciones visuales de las propias fuentes, y en el SCIS.

Las fuentes de poder deberán ser instaladas en gabinetes semejantes a los que contienen los componentes del sistema.

3.1.7 SISTEMA DE FUERZA ININTERRUMPIBLE

Como parte del SCIS se deberá suministrarse un sistema de fuerza ininterrumpible (SFI), tipo industrial para servicio continuo que alimentará a todos los dispositivos del SCIS, las fuentes de alimentación de los elementos de campo, y en su caso para alarmas audibles y sonoras en campo y cuarto de control.

El SFI deberá garantizar suministro de energía a SCIS, por 30 minutos mínimo, cuando se presente falla de energía. La alimentación al SFI será de 240 VCA, 60 Hz y deberá tener como salida 120 VCA, 60 Hz, una fase. El tiempo de conmutación en caso de falla del suministro deberá ser de 1/4 de ciclo.

La topología del SFI deberá ser del tipo doble conversión, sin interrupción del suministro cuando se conmute la carga a la línea principal.

El SFI deberá ser adecuado para instalarse en interiores con baterías de Niquel-Cadmio o equivalentes del tipo libres de mantenimiento.

El SFI deberá dimensionarse para alimentar a todos los dispositivos del SCIS y elementos de campo, con una saturación no mayor al 70% de su capacidad nominal.

El SFI deberá tener indicación digital de los siguientes parámetros de funcionamiento como mínimo

- Voltaje de entrada
- Voltaje de salida
- Corriente a la carga
- Carga de flotación
- Carga de igualación
- Porcentaje de saturación

El SFI deberá contener los dispositivos de protección, regulación y filtrado para asegurar la integridad y confiabilidad de SCIS

El SFI deberá ser del tipo autosoportado y no deberá ir dentro de los gabinetes del SCIS

Se deberán incluir las memorias de cálculo del dimensionamiento del SFI, indicando la carga total en VA

El inversor deberá desconectar al banco de baterías en forma automática, cuando la tensión crítica de descarga de las baterías sea alcanzada. El rectificador/cargador deberá soportar la carga y simultáneamente recargar las baterías desde la condición de descarga total hasta el 95% de su capacidad nominal en un lapso no mayor de 8 horas

3 1 8 ESTRUCTURAS DEL SOPORTE (GABINETES)

Los gabinetes serán alcance del proveedor del SCIS, y estarán destinados a contener y soportar en forma segura los diferentes dispositivos que constituyen al SCIS, con excepción del SFI, del programador y elementos de campo. El diseño y número de gabinetes será definidos por el proveedor tomando en cuenta las características específicas del equipo, el diseño de los gabinetes deberá permitir un fácil acceso al equipo

Los gabinetes deberán ser del tipo autosoportado con clasificación eléctrica para propósitos generales, contruidos de lámina y perfiles de acero al carbón, trabajados en frío sin esquinas cortantes ni uniones visibles. Todas las superficies deberán ser pulidas, con un espesor de lámina calibre 14 o mejor (calibre 16 o mayor no es aceptable)

Los acabados deberán ser con primario automotivo y recubrimiento de resina epóxica o de poliuretano, debiendo ser resistentes al desgaste y a las ralladuras. El color del acabado será estándar del fabricante

Todos los gabinetes deberán asegurar la continuidad eléctrica entre sus paredes, paneles y puertas, asimismo deberán contar con terminales de tierra para permitir su conexión con el Sistema de Tierras. Los gabinetes deberán incluir un contacto doble de salida de corriente alterna, conectado desde el suministro de salida del SFI, para uso de equipos portátiles de prueba o de programación. Se deberán considerar las redes de tierra de acuerdo a las recomendaciones de los fabricantes de los equipos

El proveedor definirá si se requieren ventiladores en los gabinetes, para proteger el equipo, en caso de requerirse ventiladores estos deberán ser del tipo para uso



intensivo, y su suministro eléctrico será de 120 VCA tomada desde la salida del SFI, no se permite emplear el suministro eléctrico de 24 VCD.

Se deberán incluir todos los accesorios necesarios para una correcta instalación (reles, separadores, panduit, etc.), considerando las clemas para cubrir el 20% de interfases instaladas solicitadas como "spare" y el espacio para las clemas correspondientes al 10% de ranuras libres solicitadas como "spare".

Todas las terminales en los gabinetes (equipo, clemas, cables, etc.) deberán estar claramente marcadas, los cables deberán identificarse en ambos extremos con identificadores intercambiables (cinturones de PVC plastificados, etc.).

Las puertas de los gabinetes deberán tener manivelas con cerradura, se deberán proporcionar dos (2) llaves por cerradura.

3.2 SISTEMA DE COMUNICACIONES

Este término define todos los conceptos involucrados en la transferencia eficiente y coherente de información entre los dispositivos propios del SCIS, así como con dispositivos externos a éste. Los conceptos involucrados en este punto deberán ser los siguientes:

- Topología.
- Medios físicos.
- Protocolos.
- Características físicas del sistema de comunicaciones

3.2.1 TOPOLOGÍA

Este concepto se refiere a las características, distribución, medios, filosofía, etc., que determinan la manera en que se interconectan y comunican entre sí todos y cada uno de los componentes que integran al SCIS.

Se deberá incluir un arreglo propuesto para la topología, que satisfaga las necesidades del Sistema, la topología final será responsabilidad del proveedor del sistema, debiendo entregar los planos "As Built" correspondientes al arreglo final, al término del proyecto

3.2.2 MEDIOS FÍSICOS

El proveedor deberá detallar el tipo y características de los cables que empleará para conectar los elementos de campo al SCIS, considerando que deberá emplear multiconductores desde las terminales de interconexión del SCIS hasta las cajas de conexiones en campo (en áreas próximas a los detectores) y elementos finales de control, de estas cajas a los elementos de campo se usarán cables individuales. Es responsabilidad del proveedor indicar el tipo, características, marca y modelo de los multiconductores y cables suministrados para interconectar los elementos de campo a las terminales de interconexión en el SCIS.



3.2.3 PROTOCOLOS

El proveedor deberá suministrar todos los cables, conectores y accesorios, así como los programas y servicios necesarios, para los protocolos de comunicación utilizados entre los diferentes componentes del sistema, incluyendo los requeridos para la comunicación del SCIS con los elementos de campo y del SCIS con el sistema digital de control de la planta

Para el protocolo de comunicación de la interfase con el sistema digital de control, se deberá incluir la tabla o mapa de registros, considerando todos los parámetros necesarios para la interpretación de la información del SCIS, así como su estado operativo.

3.2.4 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SISTEMA DE COMUNICACIONES

El proveedor deberá indicar, de sus sistemas de comunicaciones, todo lo relacionado con los siguientes conceptos:

- Información detallada del protocolo utilizado
- Características físicas de los canales de comunicación (impedancia, tensión, aislamiento, etc.)
- Recomendaciones para la instalación del canal de comunicación (ductos, tierras, etc.) entre el SCIS y el Sistema de Control Digital (SCD)

3.3 PAQUETES Y PROGRAMAS

El proveedor del SCIS deberá proporcionar todos los recursos de programación a fin de que el sistema se pueda configurar, operar, reparar y darle mantenimiento, incluyendo todas las licencias de uso, requeridas para los paquetes y programas suministrados con el SCIS.

El sistema deberá contar con diferentes niveles de acceso, controlados por medio de claves y/o "password", a las diferentes funciones del sistema

3.4 SERVICIOS

3.4.1 Integración del Sistema.

El proveedor deberá realizar la integración del equipo, accesorios y elementos de campo que conforman el SCIS de manera que formen un todo operativo y funcional.

3.4.2 Configuración y Programación

Deberá ser realizada por el proveedor, de acuerdo a la filosofía de seguridad de la planta, utilizando los recursos de hardware y software incluido en el sistema.

La configuración deberá considerar, además de los requerimientos propios para su funcionamiento (programas de inicialización, autodiagnóstico, funciones propias, etc.) los siguientes aspectos:

- Programación de la filosofía de seguridad.
- Configuración de base de datos
- Construcción de desplegados gráficos.

3.4.3 Instalación en Sitio.

El proveedor será responsable del empaque, transporte, entrega en almacén y de la instalación en sitio del SCIS.

3.4.4 Comisionamiento y Puesta en Operación

El proveedor deberá efectuar, en el sitio de la obra, todas las pruebas requeridas para el comisionamiento del sistema, siendo responsabilidad del mismo dejar operando al 100% el SCIS, de acuerdo a los requerimientos de la aplicación

Toda la ingeniería de detalle incluyendo los programas desarrollados por el proveedor para la aplicación, deberá ser presentada al cliente para su aprobación correspondiente, esto no liberará al proveedor de la responsabilidad en el cumplimiento de los requerimientos de operación y funcionalidad del sistema.

3.4.5 Pruebas

Se deberán realizar todas las pruebas requeridas para garantizar la correcta operación del SCIS, adicionalmente a las pruebas estándar realizadas por el fabricante, se deberán realizar las pruebas en fábrica y en sitio, para lo cual, se deberán enviar por escrito, para aprobación por el cliente, los Protocolos de Pruebas de Aceptación para ambas, al menos un mes antes de que éstas den inicio

Las pruebas del SCIS deberán considerar, entre otros, los siguientes aspectos:

- Hardware
- Software
- Funcionalidad de sistema
- Interfases
- Lógica de seguridad
- Redundancia
- Alimentación
- Falla de energía
- Reemplazo de módulos

3.4.6 Documentación

El proveedor deberá proporcionar como mínimo, tres juegos completos de la documentación requerida para la configuración, operación y mantenimiento del SCIS

El proveedor deberá entregar toda la documentación que soporte la ingeniería desarrollada para el SCIS, de acuerdo a la última revisión de la información ("As Built")

3.4.7 Capacitación

El proveedor deberá incluir junto con el sistema, los cursos de capacitación requeridos para la configuración, operación y mantenimiento, considerando que serán impartidos para un mínimo de ocho personas, en el sitio de la obra. Los cursos deberán estar orientados al equipo y a la aplicación específica del SCIS.

3.4.8 Partes de Repuesto

El sistema deberá incluir partes de repuesto recomendadas para dos años de operación, a partir del término de la garantía.

4 DETECTORES EN CAMPO

Se deberá considerar el requerimiento de sensores de campo, el tipo y cantidad de éstos, deberá estar de acuerdo a la filosofía de seguridad de la planta. A continuación se describen los principales lineamientos para algunos de ellos

4.1 DETECTORES DE MEZCLAS EXPLOSIVAS

- 4.1.1 Estos detectores deberán ser de tipo inteligente con principio de operación de oxidación catalítica.
- 4.1.2 La caja del sensor y la unidad electrónica deberán ser a prueba de explosión NEMA 7, para áreas de clasificación eléctrica Clase I, División 1, Grupos C, y D, con aprobación por FM. El material de la caja deberá ser de acero inoxidable.
- 4.1.3 La toma de muestra requerida, deberá ser por difusión o succión
- 4.1.4 Los detectores deberán ser adecuados para montaje en superficie con yugo para tubería de 2"Ø. Junto con los detectores, se deberán proporcionar todos los accesorios necesarios para la instalación y orientación (ajustable en campo) según las necesidades de la planta
- 4.1.5 La resolución del límite inferior de explosividad de los sensores deberá ser de 1% (LIE).
- 4.1.6 Los sensores no deberán sufrir daños por envenenamiento de contaminantes como Silicones, Plomo, Halógenos, H₂S, etc., ni por productos inflamables en altas concentraciones, así como no requerir calibración en periodos inferiores a tres meses.
- 4.1.7 La unidad electrónica y los sensores deberán contener filtros de protección para evitar interferencias electrostáticas, electromagnéticas y de radiofrecuencia
- 4.1.8 Los sensores no deberán emitir falsas alarmas (señales) por variaciones en el suministro de energía eléctrica
- 4.1.9 La unidad electrónica deberá ser de estado sólido de tecnología de punta, y estar basada en microprocesadores

- 4.1.10 El suministro eléctrico será de 24 VCD (regulados), el rango de señal de salida será de 4-20 mA. Los sensores deberán estar basados en un sistema de transmisión por hilos que sea compatible con el controlador
- 4.1.11 La unidad electrónica deberá tener un indicador integrado cuyo rango de escala será de 0-100%
- 4.1.12 La resistencia del circuito conectado ("loop"), será de 650 ohms como máximo a 24 VCD.
- 4.1.13 Los ajustes de cero y rango serán efectuados mediante un botón de presión externo, calibración no intrusiva (se puede considerar alternativa para calibración remota). El sensor y la unidad electrónica deberán contar con las facilidades para calibración en campo.
- 4.1.14 La exactitud deberá ser de $\pm 3\%$ de la escala completa y la linealidad de $\pm 5\%$ de la escala completa, el tiempo de respuesta a una señal escalón de 0 a 50% deberá ser menor o igual a 6 segundos.
- 4.1.15 El desvío del cero por variación de temperatura deberá ser menor del 10% por año.
- 4.1.16 Se deberá incluir el diagrama eléctrico de conexiones de la unidad electrónica y procedimientos de calibración e instalación
- 4.1.17 La vida útil del elemento sensor deberá ser como mínimo de cinco años. Los sensores deberán ser adecuados para operar en un rango de -40 a 90 grados centígrados, y una humedad de 0-99% (sin condensación), sin afectar su funcionamiento
- 4.1.18 Los detectores deberán incluir placa de acero inoxidable permanentemente asegurada (no se aceptan uniones con adhesivos, que muestre la identificación y el servicio.
- 4.2 DETECTORES DE HUMO
- 4.2.1 Los detectores de humo deberán ser de tipo inteligente, su operación deberá ser bajo el principio de ionización, con cámara de referencia y cámara de trabajo eléctricamente balanceadas hasta que se registre la presencia de humo y se envíe una alarma al sistema digital de control
- 4.2.2 El detector deberá supervisar como mínimo un área entre 60 m² y 120 m²
- 4.2.3 El detector deberá ser seguro contra falsas alarmas generadas por causas como ruido, ensuciamiento, sobretensión, etc
- 4.2.4 El detector deberá contar con dos niveles de sensibilidad (bajo y alto), la cual deberá ser ajustable en campo.
- 4.2.5 El suministro eléctrico será de 24 VCD, el rango de señal de salida será de 4-20 mA. El rango de temperatura de trabajo deberá ser de 1 a 60 °C
- 4.2.6 El detector deberá trabajar con velocidades de aire arriba de 100 ft/min.



- 4.2.7 La caja que contenga el sensor deberá ser adecuada para instalarse en áreas de clasificación NEMA 1 con rango de temperatura entre -20 y 80 °C.
- 4.2.8 Los lugares en que fundamentalmente deberá detectarse la presencia de humo son: interior de gabinetes, interior de consolas, bajo piso falso, en falso plafón y en la proximidad de los retornos de aire
- 4.2.9 Los detectores por ionización o fotoeléctricos, deberán instalarse en posición horizontal, siempre que ello sea posible.
- 4.2.10 Los detectores localizados en lugares normalmente no visibles, como bajo el piso falso o dentro de consolas y gabinetes, deberán contar con un LED instalado en el exterior que permita percibirse fácilmente de su estado de operación normal, activado o en falla, para el caso de los detectores en el piso falso, además de contar con el LED exterior, se deberá marcar en la loseta su ubicación (círculo rojo).
- 4.2.11 Los detectores de diferentes tipos, deberán estar interconectados en forma cruzada en dos circuitos independientes, de manera que al activarse cualquier detector, se genere una señal de prealarma
- 4.2.12 Los detectores instalados en el interior de las consolas, falso plafón y próximos a los retornos del aire de la misma sala, no estarán en interconexión cruzada ya que sólo activarán la alarma inicial o prealarma
- 4.2.13 Los sensores deberán estar basados en un sistema de transmisión por hilos que sea compatible con el controlador
- 4.2.14 La unidad electrónica deberá tener un indicador integrado cuyo rango de escala será de 0-100%
- 4.2.15 La resistencia del circuito conectado ("loop"), será de 650 ohms como máximo a 24 VCD.
- 4.2.16 Los ajustes de cero y rango serán efectuados mediante un botón de presión externo, calibración no intrusiva (se puede considerar alternativa para calibración remota) El sensor y la unidad electrónica deberán contar con las facilidades para calibración en campo
- 4.2.17 La exactitud deberá ser de $\pm 3\%$ de la escala completa y la linealidad de $\pm 5\%$ de la escala completa, el tiempo de respuesta a una señal escalón de 0 a 50% deberá ser menor o igual a 6 segundos
- 4.2.18 El desvío del cero por variación de temperatura deberá ser menor del 10% por año
- 4.2.19 Se deberá suministrar el diagrama eléctrico de conexiones de la unidad electrónica y los procedimientos de calibración e instalación
- 4.2.20 La vida útil del elemento sensor deberá ser como mínimo de cinco años. Los sensores deberán ser adecuados para operar en un rango de -40 a 90 grados centígrados, y una humedad de 0-99% (sin condensación) sin afectar su funcionamiento
- 4.2.21 Los detectores deberán incluir una placa de acero inoxidable permanentemente asegurada (no se aceptan uniones con adhesivos), que muestre la identificación y el servicio

4.3 DETECTORES DE FUEGO

- 4.3.1 Los detectores deberán ser del tipo inteligente, deberán registrar la radiación ultravioleta y la emisión infrarroja que genera la flama, para detectar la presencia de fuego.
- 4.3.2 La caja del sensor y la unidad electrónica deberán ser a prueba de explosión NEMA 7, para áreas de clasificación eléctrica Clase I, División 1, Grupos C y D, con aprobación por FM.
- 4.3.3 El material de la caja deberá ser acero inoxidable y ser adecuada para montaje en superficie con yugo para tubería de 2", se deberán proporcionar los accesorios necesarios para la instalación y orientación (ajustable en campo) según las necesidades de la planta.
- 4.3.4 Los detectores no deberán requerir calibración en periodos inferiores a tres meses.
- 4.3.5 La unidad electrónica y los sensores deberán contener filtros de protección para evitar interferencias electrostáticas, electromagnéticas y de radiofrecuencia.
- 4.3.6 Los detectores no deberán responder a radiaciones generadas por el sol, por soldadura eléctrica, autógena, rayos X, u otra fuente de luz o calor, pero si deberán responder a la presencia de fuego, y tener un cono de visión de 90 grados. Todas las partes ópticas deberán ser de fácil limpieza.
- 4.3.7 La unidad electrónica deberá ser de estado sólido de tecnología de punta, y estar basada en microprocesadores.
- 4.3.8 El suministro eléctrico será de 24 VCD (regulados), con un rango de señal de salida de alarma digital con rango 0-24 VCD, la resistencia del circuito conectado ("loop"), será de 750 ohms.
- 4.3.9 El proveedor deberá incluir el diagrama eléctrico de conexiones del equipo.
- 4.3.10 El diseño de la unidad electrónica deberá permitir la calibración de los sensores de manera segura, empleando la menor cantidad de equipo y material.
- 4.3.11 El proveedor deberá cotizar los dispositivos necesarios para efectuar la calibración, estos dispositivos deberán ser dedicados para el tipo de sensor, se deberán incluir los procedimientos de calibración e instalación.
- 4.3.12 El detector de fuego "UV/IR" deberá ser modular para permitir un remplazo fácil de modulo sensor "IR" o del "UV", sin el uso de herramientas especiales y deberá contener:
- Sensor "UV" que detecte la radiación ultravioleta del fuego
 - Sensor "IR" que detecte la radiación infrarroja del fuego.
 - Procesador de señal, que indique la presencia del fuego y/o problema en el detector.
 - Indicadores visuales que muestren los estados detectados por el procesador

- Relevador de tiempo que permita confirmar si la señal instantánea es real de acuerdo a la lógica del detector.
- 4.3.13 El detector deberá operar a 24 VCD y enviar al Sistema de Control una señal de alarma cuando ambos sensores ("UV, IR") indiquen la presencia de fuego, el lapso del relevador de tiempo deberá ser ajustable en campo.
- 4.3.14 El detector deberá estar diseñado para responder a la presencia de fuego de un pie cuadrado de gasolina a 50 pies de distancia activándose la alarma instantánea en menos de 5 segundos.
- 4.3.15 El detector deberá tener la capacidad de autodiagnóstico con el registro de las siguientes señales en el sistema
- Falla del detector (registro a 0 mA)
 - Fuego detectado (registro a 20 mA)
 - Detector en calibración (registro a 2 mA)
 - Lente sucio
- 4.3.16 El detector deberá operar en un rango de -20 a 75° centígrados
- 4.3.17 Los sensores ("UV/IR") de fuego deberán estar basados en un sistema de transmisión por hilos que sea compatible con el controlador
- 4.3.18 Las lámparas de prueba tipo "UV/IR" deberán ser a prueba de explosión NEMA 7 para áreas de clasificación eléctrica Clase I, Div. 1 Grupos C y D
- 4.3.19 El detector deberá tener diodos emisores de luz, fácilmente visibles, para indicar operación normal, fuego, falla, solo "UV" detectado y solo "IR" detectado, además enviará las señales analógicas (0 a 20 mA) al Sistema
- 4.3.20 Los detectores deberán incluir una placa de acero inoxidable permanentemente asegurada (no se aceptan uniones con adhesivos), que muestre la identificación y el servicio.
- 4.4 DETECTORES DE VAPORES TÓXICOS
- 4.4.1 Estos detectores deberán ser de tipo inteligente, con principio de operación por celda electro-química
- 4.4.2 La caja del sensor y la unidad electrónica deberán ser a prueba de explosión NEMA 7, para áreas de clasificación eléctrica Clase I, División 1, Grupos C, y D, con aprobación por FM. El material de la caja deberá ser de acero inoxidable
- 4.4.3 El rango de medición deberá estar en ppm
- 4.4.4 Los detectores no deberán requerir calibración en periodos inferiores a tres meses
- 4.4.5 Los detectores deberán ser adecuados para montaje en superficie con yugo para tubería de 2"Ø. Junto con los detectores, se deberán proporcionar todos los accesorios necesarios para la instalación y orientación (ajustable en campo) según las necesidades de la planta
- 4.4.6 La unidad electrónica y los sensores deberán contener filtros de protección para evitar interferencias electrostáticas, electromagnéticas y de radiofrecuencia

- 4.4.7 Los detectores no deberán emitir falsas alarmas (señales) por variaciones en el suministro de energía eléctrica.
- 4.4.8 La unidad electrónica deberá ser de estado sólido de tecnología de punta, y estar basada en microprocesadores.
- 4.4.9 El suministro eléctrico será de 24 VCD (regulados), el rango de señal de salida será de 4-20 mA, proporcional al 0 – 100% de la escala de concentración de gas
- 4.4.10 Los sensores deberán estar basados en un sistema de transmisión por hilos que sea compatible con el controlador.
- 4.4.11 La unidad electrónica deberá tener un indicador integrado cuyo rango de escala será de 0-100% de concentración de gas
- 4.4.12 Se deberá incluir el diagrama eléctrico de conexiones de la unidad electrónica y procedimientos de calibración e instalación. Se deberán incluir los dispositivos para efectuar la calibración, específicos para el tipo de detector
- 4.4.13 Los detectores deberán ser adecuados para operar en un rango de -20 a 75° centígrados, sin afectar su funcionamiento
- 4.4.14 Los detectores deberán incluir placa de acero inoxidable permanentemente asegurada (no se aceptan uniones con adhesivos), que muestre la identificación y el servicio

5 EQUIPO PARA AVISO AL PERSONAL

5.1 SIRENAS DE AVISO DE EMERGENCIA

- 5.1.1 Se deberá considerar el uso de sirenas electrónicas, las cuales serán interconectadas al SCIS y actuarán en forma redundante para que en caso de que una sirena falle, otra continúe operando
- 5.1.2 La función de la sirena será la de informar al personal sobre la existencia de condiciones peligrosas o el accionamiento de elementos de protección, el reconocimiento y restablecimiento de éstas será realizado desde el SCIS.
- 5.1.3 La operación de las sirenas será idéntica, pero cada sirena deberá ser controlada e interconectada de manera independiente, por lo que el proveedor deberá proporcionar un generador de tonos para cada bocina
- 5.1.4 El proveedor deberá definir la localización de los generadores de tono, si se localizan en campo deberán ser adecuados para áreas Clase I, División 1, Grupo D, si se localizan en los gabinetes del SCIS en el cuarto de control, podrán ser de propósito general
- 5.1.5 Los generadores de tono deberán tener tres tonos
 - NIVEL I
 - NIVEL II
 - NIVEL II
- 5.1.6 Las sirenas deberán ser adecuadas para un suministro eléctrico de 120 VCA, 60 Hz para áreas clase 1, División 1, Grupo D, a prueba de explosión
- 5.1.7 El suministro eléctrico a las bocinas será tomado de la salida de energía de SFI del sistema, el proveedor deberá considerar este consumo para efectos del dimensionamiento adecuado del SFI

- 5.1.8 Las sirenas deberán generar una intensidad de sonido de 114 dB a 3 metros
- 5.1.9 En caso de requerirse, el proveedor deberá suministrar los relevadores requeridos para una correcta operación del sistema de sirenas:
- 5.1.10 Las sirenas deberán incluir una placa de identificación, permanentemente asegurada que muestre la identificación y el servicio. En caso de que los generadores de tono se localicen en los gabinetes del SCIS, su placa de identificación deberá indicar la sirena a la que corresponde.
- 5.2 LUCES INDICADORAS DE EMERGENCIA.**
- 5.2.1 El proveedor deberá suministrar los paneles requeridos de luces indicadoras, estas luces tendrán la finalidad de avisar al personal del estado de seguridad de las áreas en la planta
- 5.2.2 Cada panel estará formado por luces indicadoras con características como:
- Una luz color verde Estado normal del sistema
 - Una luz color ámbar Detección de mezclas explosivas
 - Una luz color azul Detección de Vapores tóxicos
 - Una luz color roja Detección de fuego
- 5.2.3 En caso de luces destellantes, estas deberán tener el destellador integrado.
- 5.2.4 Las cajas y los domos deberán ser adecuados para áreas Clase I, División 1, Grupo D, a prueba de explosión, en material resistente contra impactos
- 5.2.5 El diámetro de los domos deberá ser de 15 cm como mínimo y deberá tener guardadomo integrado.
- 5.2.6 Las luces deberán tener una intensidad de 250 bujías, las luces giratorias o destellantes deberán tener una frecuencia de 90 destellos por minuto
- 5.2.7 Las luces deberán operar con un suministro eléctrico de 120 VCA, 60 Hz, tomado de la salida de energía del SFI del sistema. El proveedor deberá considerar este consumo, para efectos del dimensionamiento adecuado del SFI.
- 5.2.8 Las luces deberán operar en un rango de temperatura de -25 a 45 centígrados
- 5.2.9 Se deberán suministrar los accesorios de montaje
- 5.2.10 El proveedor deberá suministrar todos los relevadores necesarios para una correcta operación de las luces de emergencia
- 5.2.11 Cada juego de luces deberá tener una placa de identificación asegurada de forma permanente, que indique la identificación y el servicio
- 5.3 LETREROS Y SEÑALIZACIÓN**
- 5.3.1 El proveedor deberá suministrar los letreros y señalización, necesarios para identificar
- Las diferentes áreas monitoreadas por el sistema.
 - Ubicación de sensores de campo e interiores
 - Aviso de áreas seguras así como rutas de evacuación.



EXPLORACION Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACION
Y MANTTO. DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO



00196

- 6.3.1 Como parte del SCIS deberán incluirse regaderas, las cuales se ubicarán en lugares estratégicos, para permitir al personal de la planta recurrir a ellas en caso de contaminarse con alguna sustancia peligrosa.
- 6.3.2 De igual manera el SCIS deberá incluir lavajojos, los cuales auxiliarán al personal de la planta en caso de contaminarse los ojos con sustancias peligrosas.
- 6.3.3 En ambos casos, se deberán incluir dispositivos en la línea de agua, de tal manera que al ser utilizadas las regaderas y/o los lavajojos, envíen una señal al SCIS indicando que alguna persona requiere de auxilio y su ubicación.
- 6.3.4 La cantidad y ubicación de las regaderas y lavajojos, estará en función de las áreas donde se manejen sustancias peligrosas y de acuerdo a la ingeniería desarrollada.



EXPLORACION Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACION
Y MANTTO DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO



00197

GS-E001 REV.5

3 CUARTO ELÉCTRICO

- 3.1 El cuarto eléctrico debe ser localizado lo mas cerca posible del centro de carga eléctrica, y la construcción del edificio debe ser a prueba de fuego y debe tener un cuarto de cables abajo del cuarto eléctrico, con charolas para los cables que accesan a los tableros y centros de control de motores. El cuarto eléctrico debe tener dos entradas, una para equipos y otra para el personal. Las puertas se deben localizar en los lados opuestos del cuarto. Las entradas deben tener escalera de concreto. El cuarto de cables también debe tener dos puertas para acceso de personal con el mismo arreglo que el cuarto eléctrico. Todas las puertas deben ser de lámina troquelada, no se aceptan de aluminio.

Las puertas deben ser a prueba de fuego y deben tener barra de pánico (de emergencia, accionadas por presión de palanca en el interior y por el exterior chapa con llaves).

Las puertas deben cumplir con el requerimiento establecido en el NESC (National Electric Safety Code), art. 180.B2.

Tanto en el cuarto eléctrico como en el de cables, se deben instalar como mínimo en cada uno de ellos, dos detectores de humo, con alarma audible y luminosa, las señales deben tener localización local y remota al SCD.

Se deben instalar equipos portátiles extinguidores de fuego de bióxido de carbono (CO₂) en los cuartos eléctrico y de cables, su localización debe ser de fácil acceso.

- 3.2 Los tableros de distribución de media, baja tensión y centros de control de motores deben estar localizados en el cuarto eléctrico.

Los tableros de distribución, centro de control de motores y tableros de control, deben tener un bus mimico al frente de ellos. El ancho de las barras principales, debe ser de 19 mm y las dervadas de 6 mm.

Sobre el piso al frente de los tableros, se debe instalar un tapete aislante antiderrapante con la finalidad de tener condiciones de operación seguras. El tapete debe tener una resistencia dieléctrica de 25 kilovolts mínimo. El tapete debe ser de un metro de ancho y a lo largo de todo el tablero ó CCM.

Todos los gabinetes metálicos en el cuarto eléctrico y charolas en el cuarto de cables, deben ser puestos a tierra.

- 3.3 El cuarto eléctrico debe estar localizado en un área no peligrosa y debe estar orientado a favor de los vientos dominantes.

El cuarto eléctrico debe tener aire acondicionado con presión positiva. La presión no debe ser menor de 0.2" de columna de agua. En las Refinerías de Salamanca y Tula, solo se instalara equipo de presión positiva.

El cuarto de cables debe tener presión positiva.

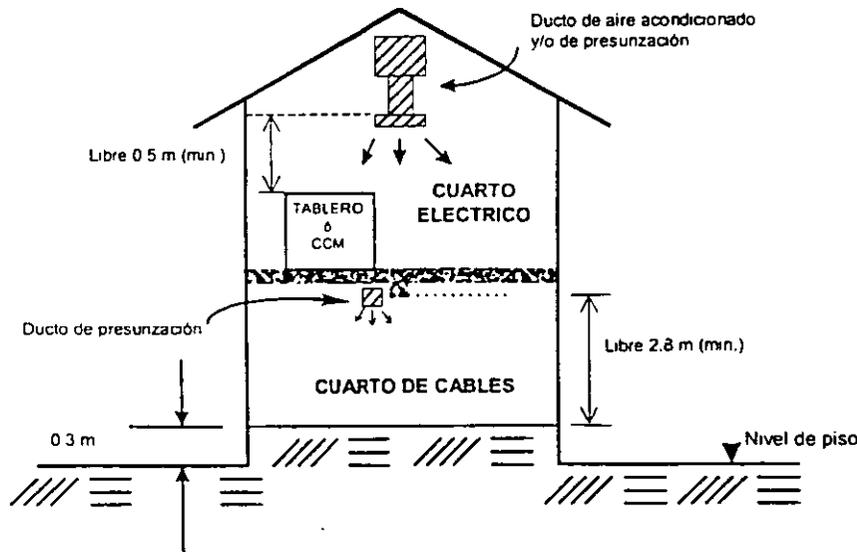
El equipo para presurización del cuarto eléctrico se debe suministrar con filtros químicos de acuerdo con las normas ANSI - ISA S-70.01 y S-71.04 y con alarma de falla del equipo al SCD.

El equipo de aire acondicionado y presurizado, debe ser instalado en un local exterior adyacente al cuarto eléctrico. Los serpentines de los evaporadores y condensadores, deben ser de acero inoxidable. Los equipos deben ser del tipo enfado por agua. Los indicadores de presión, deben ser localizados en el interior del cuarto eléctrico.

- 3.4 El cuarto eléctrico debe ser localizado lejos del área de proceso y de las torres de enfriamiento.

- 3.5 El piso del cuarto de cables debe estar a 0.30 metros arriba del nivel del piso para prevenir inundaciones. Ver figura 3.1.

- 3.6 En un muro del cuarto eléctrico, se debe instalar un tablero en acrílico con el diagrama unifilar resaltado, susceptible de modificaciones y con las identificaciones adecuadas. Las dimensiones del tablero así como el código de colores del diagrama unifilar, deben ser aprobados por PEMEX-REFINACIÓN.
- 3.7 Las baterías se deben instalar en un cuarto independiente (cuarto de baterías), localizado en el cuarto de cables y con acceso al exterior.
- En el cuarto de baterías se debe instalar un extractor tipo industrial con señal de falla al SCD.
- Las baterías deben instalarse con espacio suficiente para tener facilidad de mantenimiento.
- El cargador de baterías no debe localizarse en el interior del cuarto donde se aloja el banco de baterías
- 3.8 Los cuartos eléctricos y de cables no deben llevar ventanas. Las puertas de acceso de equipo y de personal en los cuartos eléctricos y de cables no deben localizarse hacia el lado del patio de transformadores ni de las plantas de proceso.
- 3.9 Patio de transformadores: Los transformadores sumergidos en aceite, deben instalarse en un patio de transformadores y cumplir cuando menos con los siguientes requerimientos: Muro de protección contra el fuego y dique para contener los derrames de aceite como se indican en el art. 450.27 de la NOM-001-SEMP-1994 y NEC última edición.
- En ningún caso se permite la instalación de transformadores dentro de las plantas de proceso.
- El piso del patio de transformadores debe tener una pendiente hacia el exterior. Este patio no debe quedar del lado de la planta de proceso.
- 3.10 El acceso al área de transformadores debe ser por el exterior y ser rodeada por una malla tipo ciclón con cubierta de PVC. El patio de transformadores debe tener techo desmontable. La malla debe ser puesta a tierra. Los instrumentos de los transformadores deben instalarse de manera que sean visibles desde el exterior del patio de transformadores. Alrededor de los transformadores, se debe dejar un espacio adecuado y "accesible fácilmente" para el personal de mantenimiento.


FIGURA 3.1 CUARTO ELECTRICO Y DE CABLES



EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTTO DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN
ADMINISTRACIÓN DEL
MANTENIMIENTO



00100

CORTO CIRCUITO
Y
COORDINACION DE PROTECCIONES



Apuntes del Curso sobre Instalaciones eléctricas Industriales.

PROTECCIÓN CONTRA SOBRECORRIENTE

240-1. Alcance. Las Partes A a la G de este Artículo cubren los requisitos generales para la protección contra sobrecorriente y los dispositivos de protección contra sobrecorriente para no más de 600 V nominales. La parte H cubre la protección contra sobrecorriente de instalaciones de más de 600 V nominales

NOTA: La protección contra sobrecorriente de los conductores y de equipo se instala de modo que abra el circuito si la corriente eléctrica alcanza un valor que pudiera causar una temperatura excesiva o peligrosa de los conductores o de su aislamiento que den posibilidad de un incendio. Véase 110-9, requisitos de interrupción, y 110-10, requisitos de protección contra fallas a tierra

A. Disposiciones generales

240-2. Protección del equipo. El equipo debe protegerse contra sobrecorrientes de acuerdo con cada Artículo de esta NOM, que trata específicamente de cada tipo de equipo como se indica en la siguiente lista:

	Artículo
Acometidas	230
Anuncios luminosos y alumbrado de realce	600
Aparatos eléctricos	422
Bombas contra incendios	695
Capacitores	460
Celdas electrolíticas	668
Circuitos Clase I, Clase II y Clase III para control remoto, señalización y de potencia limitada	725
Circuitos derivados	210
Convertidores de fase	455
Ductos con barras (Electrodutos)	364
Elevadores, montacargas, escaleras eléctricas y pasillos móviles, escaleras y elevadores para sillas de ruedas	620
Equipo eléctrico fijo para calefacción de ambiente	424
Equipo eléctrico fijo para descongelar y derretir nieve	426
Equipo eléctrico fijo para calentamiento de tuberías para líquidos y recipientes	427
Equipos de aire acondicionado y de refrigeración	440
Equipos de calentamiento por inducción y por pérdidas dieléctricas	665
Estudios de cine, televisión y lugares similares	530
Equipos de grabación de sonido y similares	640
Equipos de rayos X	660
Generadores	445
Grúas y polipastos	610
Instalaciones y lugares de atención de la salud	517
Lugares de reunión	518
Luminarias, portalámparas, lámparas y receptáculos	410
Maquinaria industrial	670
Maquinas de soldar eléctricas	630
Motores, circuitos de motores y sus controladores	430
Órganos tubulares	650
Sistemas de distribución programada	780
Sistemas de emergencia	700
Sistemas de señalización para protección contra incendios	760
Sistemas solares fotovoltaicos	690
Tableros de distribución y paneles de alumbrado y control	384
Teatros, áreas de audiencia en cines y estudios de TV y lugares similares	520
Transformadores y bovedas de transformadores	450

240-3. Protección de los conductores. Los conductores que no sean cordones flexibles y cables de aparatos eléctricos, se deben proteger contra sobrecorriente según su capacidad de conducción de corriente, tal como se especifica en 310-15, excepto los casos permitidos o exigidos por los siguientes apartados:

a) **Riesgo de pérdida de energía.** No será necesaria la protección de los conductores contra sobrecarga, cuando la apertura del circuito podría crear un riesgo, por ejemplo en los circuitos magnéticos de una grúa de transporte de materiales o de bombas contra incendios, pero si deben llevar protección contra cortocircuitos

Apuntes del Curso sobre Instalaciones eléctricas Industriales.

b) **Dispositivos de 800 A nominales o menos.** Se permite usar el dispositivo de protección contra sobrecorriente del valor nominal inmediato superior a la capacidad de conducción de corriente de los conductores que proteja, siempre que se cumplan todas las condiciones siguientes

- 1) Que los conductores protegidos no formen parte de un circuito derivado con vanas salidas para cargas portátiles conectadas con cordón y clavija.
- 2) que la capacidad de conducción de corriente de los conductores no corresponda con la capacidad nominal de un fusible o interruptor, sin ajuste para disparo por sobrecarga encima de su valor nominal (pero está permitido que tenga otros ajustes de disparo o valores nominales)
- 3) que el valor nominal inmediato superior seleccionado no supere 800 A

c) **Dispositivos de más de 800 A.** Cuando el dispositivo de protección contra sobrecorriente tenga una intensidad máxima de disparo de más de 800 A nominales, la capacidad de conducción de corriente de los conductores que protege debe ser igual o mayor que la capacidad nominal del dispositivo, tal como se define en 240-6.

d) **Conductores en derivación.** Se permite que los conductores en derivación estén protegidos contra sobrecorriente según se indica en 210-19 (c), 240-21, 364-11, 364-12 / 430-53(d).

e) **Conductores para circuitos de aparatos eléctricos a motor.** Se permite que los conductores de los circuitos de aparatos eléctricos a motor estén protegidos contra sobrecorriente según se establece en las Partes B y D del Artículo 422

f) **Conductores para circuitos de motores y de control de motores** Se permite que los conductores de circuitos de motores y de control de motores estén protegidos contra sobrecorriente según se indica en las Partes C, D, E y F del Artículo 430

g) **Conductores de alimentación de convertidores de fase.** Se permite que los conductores de alimentación de los convertidores de fase para cargas motorizadas / no-motorizadas, estén protegidos contra sobrecorriente como se indica en 455-7

h) **Conductores de circuitos para equipos de refrigeración y aire acondicionado.** Se permite que los conductores de los circuitos de equipo de refrigeración y aire acondicionado estén protegidos contra sobrecorriente como se indica en las Partes C y F del Artículo 440

i) **Conductores del secundario de los transformadores.** Los conductores del secundario de un transformador monofásico (excepto los de dos conductores) y polifásicos (excepto los de conexión delta-delta tres conductores), no se consideran protegidos por el dispositivo de protección contra sobrecorriente del primario. Los conductores alimentados desde el secundario de un transformador monofásico con dos conductores (una sola tensión eléctrica) o trifásico con conexión de ta-delta con tres conductores (una tensión eléctrica), se permite que se protejan mediante el dispositivo de protección contra sobrecorriente del primario (lado del suministro) del transformador, siempre que esa protección cumpla lo establecido en 450-3 y no supere el valor resultante de multiplicar la capacidad de conducción de corriente del conductor del secundario por la relación de transformación.

j) **Conductores de los circuitos de capacitores.** Se permite que los conductores de los circuitos de capacitores estén protegidos contra sobrecorriente como se indica en 460-8(b) y 460-25(a) a (d)

k) **Conductores de los circuitos para máquinas de soldar eléctricas.** Se permite que los conductores de circuitos para máquinas de soldar estén protegidos contra sobrecorriente como se indica en 630-12, 630-22 y 630-32

240-4. Protección de los cordones flexibles y cables de aparatos eléctricos. Los cordones flexibles, incluidos los de Tinsel y las extensiones, se deben proteger contra sobrecorriente según su capacidad de conducción de corriente, tal como se establece en las Tablas 400-5(a) y 400-5(b). Los cables de aparatos eléctricos se deben proteger contra sobrecorriente de acuerdo con su capacidad de conducción de corriente, tal como se establece en la Tabla 402-5(a). Se permite como medio aceptable para proporcionar esta protección el dispositivo suplementario contra sobrecorriente que establece 240-10.

Excepción 1: Cuando un cordón flexible o Tinsel aprobado y utilizado con un aparato específico aprobado y listado o una lámpara portátil, se conecte a un circuito derivado del Artículo 210 según lo siguiente

Circuitos de 20 A, cordón de Tinsel o cordón de 0.8235 mm^2 (18 AWG) y mayor

Circuitos de 30 A, cordón de 1.307 mm^2 (16 AWG) y mayor

Circuitos de 40 A, cordón de 20 A y mayor

Circuitos de 50 A, cordón de 20 A y mayor.

Excepción 2: Cuando el cable del aparato se conecte a un circuito derivado de 120, 127 V o más como se indica en el Artículo 210, de acuerdo con lo siguiente

Circuitos de 20 A, 0.8235 mm^2 (18 AWG) hasta 15.2 m de largo

Circuitos de 20 A, 1.307 mm^2 (16 AWG) hasta 30.5 m de largo

Circuitos de 20 A, 2.082 mm^2 (14 AWG) y mayor.

Circuitos de 30 A, 2.082 mm^2 (14 AWG) y mayor

Circuitos de 40 A, 3.307 mm^2 (12 AWG) y mayor.

Circuitos de 50 A, 3.307 mm^2 (12 AWG) y mayor

Excepción 3: Cuando un cordón flexible usado con extensiones aprobadas y listadas, se conecte a un circuito derivado del Artículo 210 según lo siguiente

Expositor: Ing. Ricardo A. Espinosa y Patiño

Apuntes del Curso sobre Instalaciones eléctricas Industriales.

Circuitos de 20 A, 1,307 mm²(16 AWG) y mayor

240-6. Capacidades nominales de corriente eléctrica normalizadas

a) **Fusibles e interruptores de disparo fijo.** Para selección de fusibles y de interruptores de disparo inverso, se deben considerar los siguientes valores normalizados de corriente eléctrica nominal 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110, 125, 150, 175, 200, 225, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 600, 700, 800, 1000, 1200, 1600, 2000, 2500, 3000, 4000, 5000 y 6000 A. Se consideran como tamaños normalizados los fusibles de 1,3,6,10 y 601 A. Se permite el uso de fusibles e interruptores automáticos de tiempo inverso con valores de corriente nominal diferentes a los valores indicados en este inciso.

b) **Interruptores de disparo ajustable.** La capacidad nominal de corriente eléctrica normalizada de los interruptores de disparo ajustable, del tipo con retardo de tiempo largo (capacidad nominal en A o por sobrecarga) que tengan medios externos de ajuste, debe ser el del máximo ajuste posible.

Excepción: Los interruptores automáticos que tengan tapas removibles selladas sobre los medios de ajuste o que estén situados detrás de las puertas atomilladas de las envolventes de los equipos o detrás de las puertas cerradas accesibles sólo a personas calificadas, podrán tener un nivel de disparo igual al correspondiente ajuste de tiempo largo.

NOTA: No se intenta prohibir el uso de fusibles e interruptores de tiempo inverso de capacidades no normalizadas.

240-8. Fusibles o interruptores automáticos de circuitos en paralelo. Los fusibles, interruptores de circuitos o combinaciones de ambos no se deben conectar en paralelo.

Excepción: Los interruptores automáticos o fusibles montados en fábrica y aprobados y listados como una sola unidad.

240-9. Dispositivos térmicos. Los relés térmicos y otros dispositivos no diseñados para abrir corrientes eléctricas de cortocircuito, no se deben usar para la protección de conductores contra sobrecorrientes producidas por cortocircuitos o fallas a tierra, pero se permitirá su uso para proteger contra sobrecargas a los conductores de los circuitos de motores si están protegidos como se indica en 430-40.**240-10. Protección suplementaria contra sobrecorriente.** Cuando se utilice protección suplementaria contra sobrecorriente en luminarias, aparatos eléctricos y otro equipo o para los circuitos y componentes internos de equipo, no se debe usar como sustituta de los dispositivos de protección contra sobrecorriente de los circuitos derivados ni en lugar de la protección de los circuitos derivados tal como especifica el Artículo 210. Los dispositivos suplementarios de sobrecorriente no tienen que ser necesariamente de fácil acceso.

NOTA: El uso de dispositivos de corriente residual se reconoce como medida adicional de protección contra choque eléctrico por contactos directos y se permite como medio adicional de protección contra contacto indirecto.

240-11. Definición de dispositivo de protección de sobrecorriente limitador de corriente eléctrica. Un dispositivo de protección contra sobrecorriente tipo limitador de corriente eléctrica es aquél que, cuando interrumpe corrientes dentro de su gama de funcionamiento, puede reducir la corriente eléctrica que pasa por el circuito en falla hasta una cantidad sustancialmente inferior a la que se conseguiría en el mismo circuito si el limitador fuese sustituido por un conductor macizo de impedancia comparable.**240-12. Coordinación de los sistemas eléctricos.** Cuando se requiera una interrupción ordenada para minimizar el riesgo o riesgos para las personas y para el equipo, se permite un sistema de coordinación basado en las dos condiciones siguientes:

1) Protección coordinada contra cortocircuitos

2) Indicación de sobrecarga mediante sistemas o dispositivos de supervisión.

NOTA: La coordinación se define como la localización adecuada de una falla para limitar los cortes a los equipos afectados, realizada mediante dispositivos selectivos de protección contra fallas. El sistema de supervisión puede hacer que esa situación produzca una alarma que permita tomar medidas correctoras o cerrar ordenadamente el circuito, minimizando así los riesgos para las personas y daño para el equipo.

240-13. Protección de los equipos por falla a tierra. Se debe proteger a los equipos contra fallas a tierra de acuerdo con lo establecido en 230-95 para instalaciones eléctricas solidamente conectadas a tierra y en estrella, de más de 150 V a tierra pero que no superen 600 V entre fases, para cada dispositivo individual utilizado como medio de desconexión a la red del edificio o estructura que sea de 1000 A nominales o más.

Excepción 1: Las disposiciones de esta Sección no se aplican a los medios de desconexión de procesos industriales continuos, en los que la parada inesperada podría aumentar los riesgos o producir otros nuevos.

Expositor: Ing. Ricardo A. Espinosa y Patiño

Apuntes del Curso sobre Instalaciones eléctricas Industriales.

Excepción 2: Las disposiciones de protección contra fallas a tierra de esta Sección no se aplican a las bombas contra incendios

B. Localización**240-20. Conductores no puestos a tierra**

a) **Dispositivo de protección contra sobrecorriente.** Un fusible o la unidad de disparo por sobrecorriente de un interruptor, debe estar conectado en serie con cada conductor de fase. Una combinación de transformador de corriente y relé de sobrecorriente se considera equivalente a la unidad de disparo por sobrecorriente.

NOTA: Para los circuitos de motores, véanse las Partes C, D, F y J del Artículo 430.

b) **Interruptor automático como dispositivo de sobrecorriente.** Los interruptores automáticos deben abrir todos los conductores de fase del circuito, a no ser que permitan otra cosa los siguientes Apartados.

1) Excepto con las limitaciones establecidas en 210-4(b), se permiten los interruptores automáticos individuales unipolares con las manijas de disparo unidas o sin unir, como protección de cada uno de los conductores de los circuitos derivados multiconductores que suministran corriente eléctrica únicamente a cargas monofásicas

2) En sistemas puestos a tierra se permiten interruptores automáticos individuales unipolares, con las manijas de disparo aprobadas como protección de cada uno de los conductores de fase, para cargas conectadas entre fases en circuitos monofásicos o en circuitos d. c. de tres conductores

3) Para cargas entre fases en sistemas de tres fases cuatro conductores o dos fases cinco conductores que tienen el neutro puesto a tierra y sin conductores que funcionen a tensiones eléctricas superiores a los permitidos en 210-6, se permiten interruptores automáticos individuales unipolares con manijas de disparo aprobados como protección de cada conductor de fase

c) **Sistemas de distribución en anillo.** Como sustitutos de los fusibles o de interruptores automáticos, se permiten los dispositivos aprobados y listados que ofrezcan una protección equivalente contra sobrecorriente en sistemas de distribución en anillo.

240-21. Localización en el circuito. El dispositivo de sobrecorriente se debe conectar a cada conductor de fase del circuito, del siguiente modo.

a) **Alimentadores y circuitos derivados.** Los conductores de los alimentadores y de los circuitos derivados deben estar protegidos por dispositivos de protección contra sobrecorriente conectados en el punto en el que los conductores reciben la energía, excepto lo que se permita a continuación

b) **Derivaciones no-superiores a 3 m de largo.** Se permite conectar conductores en derivación, sin protección contra sobrecorriente en el punto de derivación, a un alimentador o al secundario de un transformador, cuando se cumplan todas las condiciones siguientes

1) La longitud de los conductores en derivación no debe ser mayor de 3 m

2) La capacidad de conducción de corriente de los conductores en derivación sea

a) No-inferior a la suma de cargas calculadas del circuito alimentado por los conductores en derivación, y

b) No-inferior a la capacidad nominal del dispositivo alimentado por los conductores en derivación o no-menor que la capacidad nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente en el punto de la terminal de los conductores en derivación

3) Los conductores en derivación no deben ir más allá del tablero de distribución, centro de carga, medio de desconexión o dispositivos de control a los que suministran energía

4) Excepto en el punto de conexión con el circuito alimentador, los conductores en derivación van en una canalización que debe ir desde la derivación hasta el envoltorio de cualquier tablero de distribución cerrado, panel de control y alumbrado o hasta la parte posterior de un tablero de distribución abierto.

5) Para instalaciones de campo en las que los conductores en derivación salgan de la envoltorio o bóveda en que se hace la derivación, la capacidad nominal del dispositivo de sobrecorriente en el lado del suministro de los conductores en derivación, no debe ser superior a 1000% de la capacidad de conducción de corriente de los conductores en derivación

NOTA: Para paneles de circuitos de alumbrado y aparatos eléctricos véase 384-16(a) y

(d).

c) **Derivaciones de alimentadores no-superiores a 8 m de largo.** Se permite conectar conductores en derivación, sin protección contra sobrecorriente en el punto de derivación, a un alimentador, cuando se cumplan todas las condiciones siguientes

1) La longitud de los conductores en derivación no sea mayor de 8 m

2) La capacidad de conducción de corriente de los conductores en derivación no sea menor a 1/3 de la capacidad nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente del alimentador de suministro



Apuntes del Curso sobre Instalaciones eléctricas Industriales.

- 3) Los conductores en derivación terminen en un solo interruptor automático o en un solo juego de fusibles que limite la carga a la capacidad de conducción de corriente de los conductores en derivación. Este dispositivo debe permitir instalar cualquier número de dispositivos adicionales de sobrecorriente en el lado de la carga.
- 4) Los conductores en derivación estén debidamente protegidos contra daño físico o en una canalización
- d) Derivaciones de alimentadores para un transformador (el primario más el secundario no deben medir más de 8 m de largo). Está permitido conectar conductores en derivación del alimentador del primario de un transformador, sin dispositivo de protección contra sobrecorriente en la derivación, cuando se cumplan las siguientes condiciones
- 1) La capacidad de conducción de corriente de los conductores en derivación no sea menor a 1/3 de la capacidad nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente del alimentador de suministro
 - 2) Los conductores que reciben corriente eléctrica del secundario del transformador deben tener una capacidad de conducción de corriente tal que, cuando se multiplica por la relación de transformación, resulte como mínimo 1/3 de la capacidad nominal del dispositivo de sobrecorriente que protege a los conductores de alimentación
 - 3) La longitud total del conductor del primario más la del secundario, excluyendo cualquier parte del conductor del primario que esté protegida a su corriente eléctrica nominal, no sea superior a 7.62 m.
 - 4) Los conductores del primario y del secundario estén adecuadamente protegidos contra daño físico
 - 5) Los conductores del secundario terminen en un solo interruptor o en un juego de fusibles que limiten la corriente eléctrica de la carga a un valor no superior a la capacidad de conducción de corriente del conductor permitida en 310-15
- e) Derivaciones de más de 8 m de largo. Se permite que conductores de más de 8 m de largo se deriven de un alimentador, en plantas industriales, con paredes de más de 10.67 m de alto, cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que los sistemas serán atendidos únicamente por persona calificadas. Los conductores en derivación sin dispositivo de protección contra sobrecorriente en la derivación, podrán tener no-más de 8 m en la horizontal y no-más de 30 m de longitud total, cuando se cumplan las siguientes condiciones
- 1) La capacidad de conducción de corriente de los conductores en derivación no sea menor a 1/3 de la capacidad nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente del alimentador de suministro
 - 2) Los conductores en derivación terminen en un solo interruptor automático o un solo juego de fusibles que limite la carga a la capacidad de conducción de corriente de los conductores en derivación. Este dispositivo debe permitir instalar cualquier número de dispositivos adicionales de sobrecorriente en el lado de la carga
 - 3) Los conductores de la derivación estén debidamente protegidos contra daño físico o en una canalización.
 - 4) Los conductores en derivación sean continuos de un extremo a otro, sin empalmes
 - 5) Los conductores en derivación sean de tamaño nominal de 13.3 mm² (6 AWG) de cobre o de 21.15 mm² (4 AWG) de aluminio
 - 6) Los conductores en derivación no atraviesen paredes, pisos o techos
 - 7) La derivación esté hecha a no menos de 9 m del piso
- f) Conexiones en derivación de los circuitos derivados. Se permite considerar protegidas a las conexiones en derivación a salidas individuales y a los conductores de un circuito que suministre energía a una sola estufa doméstica, por el dispositivo de sobrecorriente del circuito derivado, cuando cumplan los requisitos indicados en 210-19, 210-20 y 210-24
- g) Derivaciones de electroductos. Se permite que los electroductos y derivaciones de electroductos se protejan contra sobrecorriente como se indica en 364-10 a 364-13
- h) Derivaciones en circuitos de motores. Se permite que los conductores en derivación de los alimentadores y de los circuitos derivados de motores sean protegidos contra sobrecorriente como se indica en 430-28 y 430-53, respectivamente
- i) Conductores desde los terminales de un generador. Se permite que los conductores desde los terminales de un generador estén protegidos contra sobrecorriente como se indica en 445-5
- j) Conductores del secundario de un transformador de sistemas derivados independientes para instalaciones industriales. Se permite que los conductores estén conectados al secundario de un transformador de un sistema derivado independiente para instalaciones industriales, sin protección contra sobrecorriente en ese punto, cuando se cumplan todas las condiciones siguientes.
- 1) La longitud de los conductores en derivación no sea mayor de 8 m
 - 2) La capacidad de conducción de corriente de los conductores en derivación no sea menor a 1/3 de la capacidad nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente del alimentador de suministro
 - 3) Todos los dispositivos de protección contra sobrecorriente estén agrupados
 - 4) Los conductores del secundario estén adecuadamente protegidos contra daño físico

Expositor: Ing. Ricardo A. Espinosa y Patiño

Apuntes del Curso sobre Instalaciones eléctricas Industriales.

m) **Derivaciones de alimentadores exteriores.** Se permiten hacer conexiones en derivación en extenores a partir de alimentador o del secundario de un transformador sin protección contra sobrecorriente en el punto de derivación, cuando se cumplan todas las condiciones siguientes:

- 1) Los conductores estén debidamente protegidos contra daño físico
- 2) Los conductores en derivación terminen en un solo interruptor automático o en un solo juego de fusibles que limite la carga a la capacidad de conducción de corriente de los conductores en derivación. Este dispositivo debe permitir instalar cualquier número de dispositivos adicionales de sobrecorriente en el lado de la carga.
- 3) Los conductores de la derivación estén instalados en el exterior, excepto en el punto terminal
- 4) El dispositivo de sobrecorriente de los conductores forme parte integrante de un medio de desconexión o esté situado inmediatamente al mismo
- 5) Los medios de desconexión de los conductores estén instalados en un lugar fácilmente accesible, ya sea fuera del edificio o estructura o en el punto más cercano de entrada de los conductores.

n) **Conductores de acometida.** Se permite que los conductores en derivación de la acometida se protejan con dispositivos de sobrecorriente como se indica en 230-91

240-22. Conductores puestos a tierra. Ningun dispositivo de sobrecorriente se debe conectar en serie a un conductor que esté intencionadamente puesto a tierra.

Excepción 1: Cuando el dispositivo de sobrecorriente abra todos los conductores del circuito, incluido el puesto a tierra, y esté diseñado para que ningún polo pueda funcionar independientemente

Excepción 2: Para protección de los motores contra sobrecarga, según se exige en 430-36 y 430-37

240-23. Cambio de tamaño nominal del conductor puesto a tierra. Cuando se produzca un cambio de tamaño nominal del conductor de fase, se permitirá hacer un cambio similar en el tamaño nominal del conductor puesto a tierra

240-24 Ubicación en el sistema de alambrado de usuarios

a) **Fácilmente accesibles.** Los dispositivos de sobrecorriente deben ser fácilmente accesibles

Excepción 1: Los electroductos, según se permite en 364-12

Excepción 2: Los dispositivos de protección suplementaria contra sobrecorriente, tal como se describe en 240-10

Excepción 3: Los dispositivos de sobrecorriente de la acometida, como se describe en 225-(b)(9) y 230-92

Excepción 4: Los dispositivos de sobrecorriente instalados cerca de motores, aparatos eléctricos u otros equipos a los que suministren energía, podrán ser accesibles por medios portátiles

b) **Fácil acceso de los ocupantes.** En un edificio, todos los ocupantes deben tener fácil acceso a todos los dispositivos de sobrecorriente que protejan a los alimentadores del edificio

Excepción 1: En las construcciones con varios ocupantes en las que el servicio y el mantenimiento de la instalación eléctrica corren a cargo de la administración del edificio y esa instalación este bajo supervisión continua de la administración del edificio, se permite que los dispositivos de protección contra sobrecorriente de la acometida y de los circuitos que suministran energía a más de uno de los ocupantes sean accesibles únicamente al personal autorizado por la administración

Excepción 2: En las habitaciones de huéspedes de hoteles y moteles para su ocupación transitoria y que estén bajo la supervisión continua de la administración del edificio, se permite que los dispositivos de sobrecorriente sean accesibles únicamente al personal autorizado por la administración.

c) **No expuestos a daño físico.** Los dispositivos de sobrecorriente deben estar situados donde no queden expuestos a daño físico.

NOTA: Véase 110-11, Agentes deteriorantes

d) **Alejados de materiales fácilmente combustibles.** Los dispositivos de sobrecorriente no deben estar colocados cerca de materiales fácilmente combustibles, como en muebles guardarropa

e) **Fuera de los cuartos de baño.** En unidades de vivienda y en habitaciones de huéspedes de hoteles y moteles, los dispositivos de sobrecorriente que no sean los de protección suplementaria contra sobrecorriente, no deben estar situados en los cuartos de baño tal como se define en el Artículo 100

C. Envoltentes

240-30. General. Los dispositivos de sobrecorriente deben estar encerrados en envoltentes o cajas para cortacircuitos.

Excepción 1: Cuando formen parte de un conjunto que ofrezca una protección equivalente

Excepción 2: Cuando vayan montados en tableros de distribución, paneles de alumbrado y control o tableros de control tipo abierto que estén en cuartos o cubiertas libres de humedad y de materiales fácilmente combustibles y que sean accesibles sólo a personal calificado

Excepción 3: Se permite que la manija de accionamiento de un interruptor sea accesible sin necesidad de abrir ninguna puerta o tapa

Expositor: Ing. Ricardo A. Espinosa y Patiño



Apuntes del Curso sobre Instalaciones eléctricas Industriales.

240-32. Lugares húmedos o mojados. Las cubiertas para dispositivos de sobrecorriente en lugares húmedos o mojados deben cumplir lo establecido en 373-2(a)

240-33. Posición vertical. Las cubiertas de dispositivos de sobrecorriente se deben montar en posición vertical

Excepción: Cuando eso sea imposible y se cumpla con lo indicado en 240-81

D. Desconexión y resguardo

240-40. Medios de desconexión para los fusibles. Se deben instalar medios de desconexión en el lado de suministro de todos los fusibles en circuitos de más de 150 V a tierra y en los fusibles de cartucho de cualquier tensión eléctrica, cuando sean accesibles a personal no-calificado, de modo que cada circuito protegido con fusible se pueda desconectar independientemente de la fuente de energía eléctrica

Excepción 1: Un dispositivo instalado como limitador de corriente en el lado de la alimentación del medio de desconexión de la acometida, tal como se permite en 230-82.

Excepción 2: Se permite un solo medio de desconexión en el lado de la alimentación de más de un conjunto de fusibles, como establece en 430-112 para motores en grupo y en 424-22 para equipo fijo de calefacción eléctrica

240-41. Partes que puedan formar arco eléctrico o moverse de repente. Las partes que puedan formar arco eléctrico o moverse de repente deben cumplir con las siguientes disposiciones

a) **Localización.** Los fusibles e interruptores deben estar situados o blindados de manera que las personas que los manipulen no se quemen ni sufran otro tipo de daño

b) **Partes que se mueven de repente.** Las manijas o palancas de los interruptores y otras partes similares que se pueden mover de repente de modo que pudieran hacer a las personas que hubiera en la cercanía, deben estar resguardadas o separadas

E. Fusibles a presión, portafusibles y adaptadores

240-50. Disposiciones generales

a) **Tensión eléctrica máxima.** No se deben utilizar fusibles a presión ni portafusibles en circuitos de más de 127 V entre conductores

Excepción: En circuitos alimentados por una instalación que tenga el neutro a tierra y ningún otro conductor a más de 150 V a tierra.

b) **Marcas.** Todos los fusibles, portafusibles y adaptadores deben llevar una marca con su capacidad nominal

c) **De forma hexagonal.** Los fusibles a presión de 15 A nominales y menores deben identificarse por la forma hexagonal de la ventanilla, tapa u otra parte prominente que los distinga de los fusibles de mayor capacidad nominal

d) **Sin partes energizadas.** Los fusibles a presión, portafusibles y adaptadores no deberán tener partes energizadas expuestas, después de que hayan quedado instalados

e) **De base roscada.** La base roscada de un portafusibles se debe conectar al lado de la carga del circuito

240-51. Fusibles con base Edison

a) **Clasificación.** Los fusibles con base de tipo Edison se deben clasificar a no-más de 127 V y 30 A o menos.

b) **Sólo como recambios.** Los fusibles a presión con base de tipo Edison se deben usar solo como recambios en las instalaciones existentes, cuando no haya evidencias de que se modificaron

240-53. Fusibles de Tipo S. Los fusibles de tipo S deben ser a presión y cumplir con las disposiciones a continuación

a) **Clasificación.** Los fusibles de Tipo S se deben clasificar a no-más de 127 V y de 0 a 15 A, de 16 a 20 A o de 21 a 30 A.

b) **No intercambiables.** Los fusibles de Tipo S de las capacidades nominales descritas en el anterior Apartado (a) no se deben intercambiar con fusibles de menor capacidad nominal. Deben estar diseñados de manera que no se puedan utilizar en portafusibles distintos de los de Tipo S o que tengan instalado un adaptador de Tipo S

240-54. Fusibles, adaptadores y portafusibles de Tipo S

a) **Para montar en portafusibles con base Edison.** Los adaptadores de Tipo S se deben poder instalar en portafusibles con base Edison.

Expositor: Ing. Ricardo A. Espinosa y Patiño

Apuntes del Curso sobre Instalaciones eléctricas Industriales.

- b) Sólo para montar con fusibles de Tipo S. Los portafusibles y adaptadores de Tipo S deben estar diseñados de modo que el propio portafusibles o un portafusibles con un adaptador de Tipo S insertado, sólo se pueda usar con un fusible de Tipo S
- c) **No desmontables.** Los adaptadores de Tipo S deben estar diseñados de modo que, una vez instalados en un portafusibles, no se puedan desmontar.
- d) **No manipulables.** Los fusibles, portafusibles y adaptadores de Tipo S deben estar diseñados de modo que resulte difícil manipularlos o puentearlos
- e) **Intercambiables.** Las dimensiones de los fusibles, portafusibles y adaptadores de Tipo S se deben normalizar para que se puedan intercambiar, independientemente del fabricante.

F. Fusibles y portafusibles de cartucho

240-60. Disposiciones generales

a) **Tensión eléctrica máxima** - De 300 V. Los fusibles y portafusibles de cartucho del tipo de 300 V no se deben usar en circuitos de más de 300 V entre conductores

Excepción: En circuitos monofásicos de fase a neutro alimentados desde sistemas de tres fases cuatro conductores con el neutro sólidamente puesto a tierra y en los que la tensión eléctrica de fase a neutro no supere 300 V.

b) **No intercambiables-portafusibles de cartucho de 0-6000 A.** Los portafusibles deben estar diseñados de modo que resulte difícil poner un fusible de cualquier clase en un portafusibles diseñado para una menor corriente eléctrica o para una mayor tensión eléctrica que la de la clase a la que pertenezca el fusible. Los portafusibles de fusibles limitadores de corriente eléctrica no deben permitir la inserción de fusibles que no sean limitadores de corriente eléctrica

c) **Marcas.** Los fusibles deben estar claramente marcados, mediante impresión en el cuerpo del fusible o mediante etiqueta pegada al cuerpo, que indique lo siguiente: (1) corriente eléctrica nominal; (2) tensión eléctrica nominal; (3) corriente de interrupción máxima para todos los que no sean de 10000 A; (4) "limitadores de corriente eléctrica" cuando lo sea y (5) la marca o nombre del fabricante

Excepción: En los fusibles utilizados como protección suplementaria no es necesario que aparezca la corriente de interrupción máxima.

240-61. **Clasificación.** Los fusibles y portafusibles de cartucho se deben clasificar por su tensión y corriente eléctrica nominales. Se permite usar fusibles de 600 V nominales o menos a tensiones eléctricas iguales o inferiores a su tensión eléctrica nominal.

G. Interruptores automáticos de circuito

240-80. **Modo de funcionamiento.** Los interruptores automáticos de circuitos deben ser de disparo libre y se deben poder abrir o cerrar manualmente. Se permitirá su modo normal de funcionamiento, por ejemplo eléctrico o neumático, si además cuentan con medios para su accionamiento manual

Excepción: Lo establecido en 230-76(2) para los interruptores automáticos de circuitos utilizados como medios de desconexión de la acometida

240-81. **Indicación.** Los interruptores automáticos de circuitos deben indicar claramente si están en posición abierta "desconectado" o cerrada "conectado"

Cuando las manijas de los interruptores automáticos de circuitos se accionen verticalmente en vez de rotacional u horizontalmente, la posición de circuito cerrado debe ser con la manija hacia arriba.

240-82. **No manipulables.** Un interruptor automático de circuito debe estar diseñado de modo que cualquier alteración de su punto de disparo (calibración) o del tiempo necesario para su funcionamiento, exija desmontar el dispositivo o romper un sello para realizar ajustes distintos a los previstos.

240-83. Marcas

a) **Duraderas y visibles.** Los interruptores automáticos de circuitos deben estar marcados con su capacidad de corriente eléctrica nominal de forma duradera y visible después de instalarlos. Se permite que tales marcas sean visibles quitando una tapa o protección

b) **Localización.** Los interruptores automáticos de circuitos de 100 A nominales o menos y 600 V nominales o menos deberán llevar su capacidad de corriente eléctrica nominal moldeada, estampada, grabada o marcada de algún modo similar en la manija de operación o en cualquier parte de su escudo.

c) **Corriente de interrupción.** Todos los interruptores automáticos de circuitos con corriente de interrupción distinta de 5000 A deben llevar visible el valor de su corriente de interrupción

Excepción: No es necesaria corriente de interrupción en los interruptores automáticos de circuitos utilizados como protección suplementaria

Si se utiliza un interruptor en un circuito que tenga una corriente eléctrica de falla superior a la marcada en su corriente de interrupción máxima, si éste es conectado del lado de la carga de un dispositivo aceptable

Expositor: Ing. Ricardo A. Espinosa y Patiño

Apuntes del Curso sobre Instalaciones eléctricas Industriales.

con mayor intervalo de intensidad nominal, se debe marcar esta mayor corriente de interrupción máxima en serie, en todos los equipos de utilización, tales como tableros de distribución y paneles de alumbrado y control

d) **Usados como desconectores.** Los interruptores automáticos de circuitos usados como medios de desconexión en instalaciones de lámparas fluorescentes de 120 V, 127 y 277 V deben estar identificados con las letras "SWD".

e) **Marcado de la tensión eléctrica.** Los interruptores se deben marcar con una tensión eléctrica nominal no inferior a la tensión nominal del sistema, que sea indicativa de su capacidad de interrumpir corrientes eléctricas de falla entre fases o entre fase y tierra

240-85. Aplicaciones. Se permite la instalación de un interruptor con tensión eléctrica nominal de 240 V o 480 V, en un circuito en el que la tensión eléctrica nominal entre dos conductores cualesquiera no supere la tensión nominal del interruptor automático. Un interruptor de dos polos no debe ser usado para proteger circuitos de tres fases conectados en delta con una esquina puesta a tierra, si el interruptor no lleva las marcas 1F- 3H que indiquen dicha capacidad

Se permite la instalación de un interruptor con capacidad separada por una diagonal como 120/240 V, 220Y/127 V, 440Y/254 480Y/277 V, en un circuito en el que la tensión eléctrica nominal de cualquier conductor a tierra no exceda el valor inferior de los dos valores de tensión y la correspondiente entre dos fases cualesquiera no supere la mayor del interruptor

H. Protección contra sobrecorriente a más de 600 V nominales

240-100. Alimentadores. Los alimentadores deben tener un dispositivo de protección contra cortocircuito en cada conductor de fase o cumplir el Artículo 710, Parte C. El equipo utilizado para proteger los conductores de suministro debe cumplir los requisitos indicados en 710-20 y 710-21. El dispositivo o dispositivos de protección deben ser capaces de detectar e interrumpir corrientes eléctricas de todos los valores que se puedan producir en la instalación por encima de su ajuste de disparo o punto de fusión. En ningún caso la capacidad de corriente eléctrica nominal continua del fusible debe ser mayor que tres veces la capacidad de conducción de corriente del conductor. El ajuste del elemento de disparo con retardo de tiempo de un interruptor o el mínimo ajuste de disparo de un fusible accionado electrónicamente, no debe ser mayor a seis veces la capacidad de conducción de corriente del conductor.

Excepción: Véase 695-3, Excepciones 1 y 2

Se permitirá que los conductores en derivación de un alimentador sean protegidos por el dispositivo de sobrecorriente del alimentador cuando dicho dispositivo proteja también a los conductores en derivación

NOTA: Se deben coordinar el tiempo de funcionamiento del dispositivo protector, la corriente eléctrica de corto circuito y el conductor utilizado, para evitar daños o temperaturas peligrosas en los conductores o a su aislamiento si se produjera un cortocircuito

240-101. Circuitos derivados. Los circuitos derivados deben tener un dispositivo protector contra cortocircuito en cada conductor de fase o cumplir lo indicado en el Artículo 710, Parte C. El equipo utilizado para proteger los conductores de suministro debe cumplir los requisitos establecidos en 710-20 y 710-21. El dispositivo o dispositivos de protección deben ser capaces de detectar e interrumpir corrientes eléctricas de todos los valores que se puedan producir en la instalación por encima de su ajuste de disparo o punto de fusión



EXPLORACION Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTTO DE POZOS

**MANUAL DEL DIPLOMADO EN
ADMINISTRACIÓN DEL
MANTENIMIENTO**



00209

**Ejemplo de Cálculo para la Coordinación
de Protecciones Eléctricas en una
Subestación Eléctrica.**



EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTTO. DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO



00210

Contenido

Descripción

- 1.0 Alcance, Introducción y generalidades sobre coordinación de protecciones.
- 2.0 Diagrama Unifilar Simplificado.
- 3.0 Cálculo para el ajuste de Protecciones.
- 4.0 Gráficas de coordinación y ajustes.
- 5.0 Conclusiones y Recomendaciones.

Apéndice

- 1.0 Información técnica de fabricantes.



EXPLORACION Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACION
Y MANTTO DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO



00211

1.0 Alcance, Introducción y generalidades sobre coordinación de protecciones

1.1.- Alcance

Este estudio comprende la Coordinación de Protecciones Eléctricas de la Subestación Eléctrica.

1.2.- Introducción y generalidades sobre coordinación de protecciones

1.2.1.- INTRODUCCION

El objetivo del estudio de Coordinación de Protecciones es verificar y determinar las características, rangos y ajustes de los dispositivos de protección de la subestación eléctrica que aseguren, para que en un caso de falla en el sistema eléctrico, dejar fuera de servicio únicamente la parte averiada.

La coordinación es un análisis organizado tiempo-corriente de todas las curvas de los dispositivos de protección contra sobrecorriente en serie, desde el punto de utilización hasta la fuente; básicamente es una comparación del tiempo que estos tardan en operar cuando circulan corrientes anormales.

Las corrientes anormales que suelen presentarse se dividen en dos categorías:

- a) Corrientes por sobrecarga
- b) Corrientes debidas a cortocircuitos

Las corrientes por sobrecarga se consideran aquellas superiores a la corriente a plena carga del motor (del orden del 115%).

Se consideran corrientes de cortocircuito a las de diez o más veces la corriente a plena carga (exceptuando las corrientes de falla de línea a tierra, cuando éstas se limitan a través de una impedancia de conexión a tierra)



1.2.- Introducción y generalidades sobre coordinación de protecciones

1.2.1.- INTRODUCCION

El objetivo del estudio de Coordinación de Protecciones es verificar y determinar las características, rangos y ajustes de los dispositivos de protección de la subestación eléctrica que aseguren, para que en un caso de falla en el sistema eléctrico, dejar fuera de servicio únicamente la parte averiada.

La coordinación es un análisis organizado tiempo-corriente de todas las curvas de los dispositivos de protección contra sobrecorriente en serie, desde el punto de utilización hasta la fuente; básicamente es una comparación del tiempo que estos tardan en operar cuando circulan corrientes anormales.

Las corrientes anormales que suelen presentarse se dividen en dos categorías:

- a) Corrientes por sobrecarga
- b) Corrientes debidas a cortocircuitos

Las corrientes por sobrecarga se consideran aquellas superiores a la corriente a plena carga del motor (del orden del 115%).

Se consideran corrientes de cortocircuito a las de diez o más veces la corriente a plena carga (exceptuando las corrientes de falla de línea a tierra, cuando éstas se limitan a través de una impedancia de conexión a tierra)



1.2.2.- CONSIDERACIONES GENERALES

1.2.2.1 ESTUDIO DE CORTOCIRCUITO

Para realizar un Estudio de Coordinación, en primer término es necesario contar con un Estudio de Cortocircuito. En este caso, se utilizaron los resultados de cortocircuito siguientes:

Bus 11 Tab. 23 KV en S.E.	6452 A.SIM.	6512 A.MOM
Bus 12 Tab. 0.44 KV (TD-01):	36671 A.SIM.	41371 A.MOM
Bus 13 Tab. 0.44 KV (TD-03):	21803 A.SIM.	23591 A.MOM
Bus 14 Tab. 0.44 KV (CCM#1):	23675 A.SIM.	25703 A.MOM
Bus 15 Tab. 0.44 KV (TD-04):	25589 A.SIM.	27792 A.MOM
Bus 16 Tab. 0.44 KV (CCM#2):	27182 A.SIM.	29905A.MOM

1.2.2.2. REQUISITOS MINIMOS DE PROTECCION .

Los códigos y normas técnicas de instalaciones eléctricas fijan los límites dentro de los cuales deben ajustarse los dispositivos de protección.

Los principales equipos a proteger son: generadores ,transformadores, motores, y cables.

a) Generadores.

Como principal elemento de suministro y debido a que una falla en él puede ocasionar gran cantidad de problemas, se utilizan esquemas de protección distintos a los utilizados para otros equipos del sistema eléctrico, sus ajustes de coordinación con los demás dispositivos de protección contra sobrecorriente, se realizan siguiendo las recomendaciones indicadas por el fabricante del generador o de acuerdo a las recomendaciones descritas en los catálogos de los relevadores de protección.

b) Transformadores.

Para encontrar los límites de protección, es necesario graficar las condiciones normales de operación y las de daño del transformador, que están determinadas principalmente por condiciones de diseño, capacidad y tipo de transformador utilizado

Entre las condiciones normales de operación se mencionan, las corrientes a plena carga, cuyo cálculo no presenta mayor problema y la corriente

00214

de magnetización (que se conoce como "punto irrush", y su duración es invariablemente de 0.1 segundos) y se calcula con ayuda de la tabla 1:

TABLA 1

CAPACIDAD A PLENA CARGA	MULTIPLIO DE CORRIENTE
KVA < 1500	8
1500 < KVA < 3750	10
3750 < KVA	12

La capacidad de sobrecarga del transformador, depende del tipo de enfriamiento que utilice (AA, OA, FA Y FOA) y de factor de diseño por temperatura, por ejemplo 55° de elevación ó 55/65° C de elevación.

De acuerdo con la tabla 2, la capacidad de sobrecarga del transformador se obtiene, multiplicando la corriente a plena carga por el factor de enfriamiento y el factor por elevación de temperatura.

TABLA 2. FACTORES DE SOBRECARGA DE TRANSFORMADORES

TIPO	CAPACIDAD	ENFRIAMIENTO		TEMPERATURA	
	KVA	TIPO	FACTOR	ELEVACION	FACTOR
SECO	MENOR O IGUAL A 2500	AA	1.00	150° C	1.00
		FA	1.30	150° C	1.00
LIQUIDO TIPO CENTRO DE CARGA	MENOR O IGUAL A 2500	OA	1.00	55/65° C	1.12
		OA	1.00	65° C	1.00
	MENOR A 500	FA	1.00	55/65° C	1.12
		FA	1.00	65° C	1.00
	MAYOR A 500 Y MENOR O IGUAL A 2000	FA	1.15	55/65° C	1.12
		FA	1.15	65° C	1.00
MAYOR A 2000 Y MENOR O IGUAL A 2500	FA	1.25	55/65° C	1.12	
	FA	1.25	65° C	1.00	
LIQUIDO TIPO SUBESTACION PRIMARIA		OA	1.00	55° C	1.00
		OA	1.00	55/65° C	1.12
		FA	1.33	55° C	1.00
		FA	1.33	55/65° C	1.12
		FOA	1.67	55° C	1.00
		FOA	1.67	55/65° C	1.12

Entre las condiciones de daño del transformador se encuentran la curva ANSI y el punto NEC (primario y secundario).

Su cálculo se realiza clasificando al transformador en una de las siguientes categorías:

TABLA 3

CATEGORIA	CAPACIDAD (KVA)	
	MONOFASICO	TRIFASICO
1	5-500	15-500
2	501-1667	501-5000
3	1668-10000	5001-30000
4	Arriba de 10000	Arriba de 30000

TABLA 2. FACTORES DE SOBRECARGA DE TRANSFORMADORES

TIPO	CAPACIDAD	ENFRIAMIENTO		TEMPERATURA	
	KVA	TIPO	FACTOR	ELEVACION	FACTOR
SECO	MENOR O IGUAL A 2500	AA	1.00	150° C	1.00
		FA	1.30	150° C	1.00
LIQUIDO TIPO CENTRO DE CARGA	MENOR O IGUAL A 2500	OA	1.00	55/65° C	1.12
		OA	1.00	65° C	1.00
	MENOR A 500	FA	1.00	55/65° C	1.12
		FA	1.00	65° C	1.00
	MAYOR A 500 Y MENOR O IGUAL A 2000	FA	1.15	55/65° C	1.12
FA		1.15	65° C	1.00	
MAYOR A 2000 Y MENOR O IGUAL A 2500	FA	1.25	55/65° C	1.12	
	FA	1.25	65° C	1.00	
LIQUIDO TIPO SUBESTACION PRIMARIA		OA	1.00	55° C	1.00
		OA	1.00	55/65° C	1.12
		FA	1.33	55° C	1.00
		FA	1.33	55/65° C	1.12
		FOA	1.67	55° C	1.00
		FOA	1.67	55/65° C	1.12

Entre las condiciones de daño del transformador se encuentran la curva ANSI y el punto NEC (primario y secundario).

Su cálculo se realiza clasificando al transformador en una de las siguientes categorías:

TABLA 3

CATEGORIA	CAPACIDAD (KVA)	
	MONOFASICO	TRIFASICO
1	5-500	15-500
2	501-1667	501-5000
3	1668-10000	5001-30000
4	Arriba de 10000	Arriba de 30000

00216

Dependiendo de la categoría se obtienen los valores de tiempo y corriente de acuerdo a la tabla 4, aplicando un factor de multiplicación según la conexión de los devanados del transformador (Factor ANSI, tabla 5).

TABLA 4

PUNTO	CATEGORÍA DEL TRANSFORMADOR	TIEMPO (SEG)	CORRIENTE (AMP)
1	I	$T1 = 1250 Z_T^2$	$I_1 = F_{ANSI} (I_{nom} / Z_T)$
	II	$T1 = 2$	$I_1 = F_{ANSI} (I_{nom} / Z_T)$
	III, IV	$T1 = 2$	$I_1 = F_{ANSI} (I_{nom} / (Z_T + Z_S))$
2	II,	$T2 = 4.08$	$I_2 = 0.7 I_1$
	III, IV	$T2 = 8.00$	$I_2 = 0.5 I_1$
3	II,	$T3 = 2551 Z_T^2$	$I_3 = I_2$
	III, IV	$T3 = 5000 (Z_T + Z_T)$	$I_3 = I_2$
4	TODAS	$T4 = 50$	$I_4 = 5 F_{ANSI} (I_{nom})$

Z_T : Impedancia del transformador en p. u. a los KVA BASE

Z_S : Impedancia del sistema en p. u. a los KVA BASE

I_{nom} : Corriente nominal del transformador con enfriamiento tipo OA

F_{ANSI} : Factor de multiplicación ANSI

TABLA 5

CONEXION	FACTOR ANSI
DELTA - DELTA	0.87
DELTA - ESTRELLA ATERRIZADO	0.58
DELTA - ESTRELLA SIN ATERRIZAR	1.0
ESTRELLA ATERRIZADO - ESTRELLA SIN ATERRIZAR	1.0
ESTRELLA ATERRIZADO - ESTRELLA ATERRIZADO	1.0
ESTRELLA SIN ATERRIZAR - ESTRELLA SIN ATERRIZAR	0.87
ESTRELLA SIN ATERRIZAR - ESTRELLA ATERRIZADA	1.0
ESTRELLA ATERRIZADO - DELTA	1.0
ESTRELLA SIN ATERRIZAR - DELTA	1.0


00217

En la norma oficial mexicana (NOM-001-SEDE- 999), se indican los máximos ajustes recomendados para los dispositivos de protección contra sobrecorriente de los transformadores (graficacos en las hojas de coordinación a partir de la escala de los 1000 segundos). Para las capacidades y ajustes de los dispositivos de protección en múltiplos de la corriente a plena carga, el artículo 450, indica las consideraciones siguientes:

- * Si el voltaje en el primario del transformador es igual o menor a 600 Volts, se requiere una protección primaria ajustada a no más del 125% de la corriente primaria nominal del transformador. Si el transformador cuenta con un dispositivo de sobrecorriente en el secundario, de capacidad o ajuste no mayor de 125% de la corriente nominal del secundario del transformador, no requiere tener un dispositivo de protección individual contra sobrecorriente en el primario, siempre que el dispositivo de sobrecorriente del alimentador primario esté calibrado o ajustado a un valor de corriente no mayor que el 250% de la corriente nominal primaria del transformador.
- * Si el transformador tiene protecciones en ambos lados, los requisitos para calcular los límites de operación de los dispositivos dependen de la impedancia nominal del transformador, voltajes primario y secundario, así como del tipo de protecciones que tenga.

Los múltiplos de la corriente a plena carga correspondientes se indican en la tabla 450-3 (a) (1) y (a) (2) de NOM-001-SEDE-1999

TABLA 450-3 (a) (2) de la NOM-001-SEDE-1999.

MAXIMOS RANGOS O AJUSTES DE LOS DISPOSITIVOS DE SOBRECORRIENTE
 (TRANSFORMADORES DE MAS DE 600 VOLTS EN LUGARES SUPERVISADOS)

	PRIMARIO		SECUNDARIO		
	ARRIBA DE 600 VOLTS		ARRIBA DE 600 VOLTS		600 VOLTS O MENOS
IMPEDANCIA NOMINAL DEL TRANSFORMADOR	AJUSTE DEL INTERRUPTOR	RANGO DEL FUSIBLE	AJUSTE DEL INTERRUPTOR	RANGO DEL FUSIBLE	AJUSTE DEL INTERRUPTOR o DEL FUSIBLE
MENOR O IGUAL AL 6%	600 %	300 %	300 %	200 %	125 %
MAYOR AL 6% Y MENOR AL 10%	400 %	300 %	250 %	205 %	125 %

c) Cables

00218

Los límites de protección de los conductores se determinan en base a su capacidad de conducción de corriente, dependiendo de las características térmicas y de las condiciones de operación particulares de cada conductor.

La capacidad de corriente de cortocircuito del cable, se determina de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\left[\frac{I}{A} \right]^2 t = 0.0297 \log \left[\frac{T_2 + 234}{T_1 + 234} \right] \quad \text{Para conductores de Cobre.}$$

Donde:

I = Corriente de Cortocircuito en Amperes
A = Area del Conductor en Circular-mils
t = Tiempo del Cortocircuito en segundos

T₁ = Temperatura máxima de cortocircuito
T₂ = Temperatura máxima de operación

La protección se logra cuando la curva característica del dispositivo de protección queda abajo de la curva de daño del cable.

La capacidad de sobrecarga de los dispositivos dependerá de las condiciones de instalación y del factor de carga.

Para la protección contra sobrecorriente se tienen las siguientes consideraciones:

- ⇒ En cables alimentadores de 600 Volts o menos, se recurre a las tablas de capacidad de corriente indicadas en normas técnicas, considerando los factores por agrupamiento y elevación de temperatura.
- ⇒ En cables alimentadores de más de 600 Volts, se utiliza un fusible con la capacidad en Amperes continuos que no exceda "tres veces" la capacidad de conducción de corriente del conductor utilizado, o de acuerdo al artículo 240-100 (NOM-001-SEDE-1999), un interruptor que tenga un ajuste de desconexión "no mayor de seis veces" la capacidad de corriente del conductor

1.2.2.3 CRITERIOS DE AJUSTE

Para la coordinación de los dispositivos de protección es necesario fijar criterios para calcular los ajustes correspondientes. A continuación se describen algunos de ellos:

A) Ajustes para protección contra sobrecorriente en acometidas, alimentadores con carga diversa y transformadores.

*** Protección instantánea de sobrecorriente (50)**

Los relevadores instantáneos no deben ser usados en circuitos donde haya otros relevadores instantáneos en serie con los cuales se deban coordinar, a menos que exista entre ellos una impedancia lo suficientemente grande (transformadores o líneas aéreas), que puedan limitar las corrientes de falla.

También en alimentadores principales una protección instantánea es poco recomendable, debido a la imposibilidad de coordinarla con los relevadores instantáneos de otros ramales. Pero en el caso de existir, deberá ajustarse a un valor ligeramente arriba de la carga normal del bus y de la contribución de corriente momentánea de los motores.

*** Protección de sobrecorriente con retardo de tiempo (51)**

En una acometida o alimentador con cargas diversas (que puede incluir uno o más motores), se recomienda el mínimo ajuste para los relevadores de sobrecorriente con retardo de tiempo y debe estar arriba de la carga pico esperada en el circuito, que generalmente será el total de la corriente de arranque del motor de mayor capacidad más la suma de la corriente nominal de los demás motores o circuitos. (Esta consideración es válida siempre y cuando los motores no arranquen simultáneamente).

Cuando relevadores de este tipo protejan a transformadores, los ajustes se harán con las mismas recomendaciones planteada anteriormente.

*** Protección contra fallas a tierra (50/51N)**

Este tipo de relevador es energizado por la corriente residual de tres transformadores de corriente (uno por fase) y recibe solamente el flujo de corriente residual desbalanceada al ocurrir alguna falla a tierra. Se puede ajustar a niveles de corriente bajos, para ofrecer una buena sensibilidad durante condiciones de falla a tierra.



1.2.2.3 CRITERIOS DE AJUSTE

Para la coordinación de los dispositivos de protección es necesario fijar criterios para calcular los ajustes correspondientes. A continuación se describen algunos de ellos:

A) Ajustes para protección contra sobrecorriente en acometidas, alimentadores con carga diversa y transformadores.

*** Protección instantánea de sobrecorriente (50)**

Los relevadores instantáneos no deben ser usados en circuitos donde haya otros relevadores instantáneos en serie con los cuales se deban coordinar, a menos que exista entre ellos una impedancia lo suficientemente grande (transformadores o líneas aéreas), que puedan limitar las corrientes de falla.

También en alimentadores principales una protección instantánea es poco recomendable, debido a la imposibilidad de coordinarla con los relevadores instantáneos de otros ramales. Pero en el caso de existir, deberá ajustarse a un valor ligeramente arriba de la carga normal del bus y de la contribución de corriente momentánea de los motores.

*** Protección de sobrecorriente con retardo de tiempo (51)**

En una acometida o alimentador con cargas diversas (que puede incluir uno o más motores), se recomienda el mínimo ajuste para los relevadores de sobrecorriente con retardo de tiempo y debe estar arriba de la carga pico esperada en el circuito, que generalmente será el total de la corriente de arranque del motor de mayor capacidad más la suma de la corriente nominal de los demás motores o circuitos. (Esta consideración es válida siempre y cuando los motores no arranquen simultáneamente).

Cuando relevadores de este tipo protejan a transformadores, los ajustes se harán con las mismas recomendaciones planteada anteriormente.

*** Protección contra fallas a tierra (50/51N)**

Este tipo de relevador es energizado por la corriente residual de tres transformadores de corriente (uno por fase) y recibe solamente el flujo de corriente residual desbalanceada al ocurrir alguna falla a tierra. Se puede ajustar a niveles de corriente bajos, para ofrecer una buena sensibilidad durante condiciones de falla a tierra.

1.2.2.4 MARGENES DE COORDINACION

Al graficar las curvas de los dispositivos de protección para realizar la coordinación, debe tenerse presente que éstos no van a operar todos al mismo tiempo, sino que van a seguir una determinada secuencia de operación, en intervalos previamente establecidos.

Estos márgenes de tiempo se requieren debido a las características de operación de cada una de las protecciones para asegurar su correcta operación secuencial.

Siguiendo las recomendaciones de la Norma IEEE Std. 242-1986, para coordinar los disparos de las protecciones en serie usualmente deberá considerarse un margen de tiempo de 0.3 segundos.

Si se coordinan relevadores de sobrecorriente con retardo de tiempo, el intervalo podrá distribuirse en la siguiente forma:

- Tiempo de apertura del interruptor (5 ciclos) 0.08 seg.
- Sobrecarrera 0.10 seg.
- Factor de seguridad 0.12 a 0.20 seg.

Cuando se coordinen relevadores de estado sólido se puede eliminar la sobrecarrera.



EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTTO DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN
ADMINISTRACIÓN DEL
MANTENIMIENTO



00221

2.0 Diagrama Unifilar Simplificado

**3.0 Cálculos para el Estudio de
Coordinación de Protecciones.**



EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACION
Y MANTTO DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO



00222

3.0 Cálculos para el Estudio de Coordinación de Protecciones.

**Memoria de cálculo
Coordinación de Protecciones Eléctricas**

Ruta de Coordinación N° 1

Esta ruta de coordinación es la representativa de la operación más crítica de la Subestación, es decir, con toda la carga a través de un solo Transformador, en este caso se considera al TR-1 alimentando toda la carga, por lo que la operación normal de operación queda protegida y coordinada adecuadamente.

Nota importante: La operación en paralelo de los Transformadores TR-01 y TR-02 queda descartada puesto que representa un riesgo debido a que la corriente de corto circuito bajo estas condiciones rebasa ampliamente la capacidad interruptiva de los Tableros de 440 Volts.

I.- Voltaje Base: 440 Volts.

II.- Datos generales de los Dispositivos de Protección.

Dispositivo No. 1

Interruptor termomagnético Square D	
Marco:	250 A
Capacidad:	125 A
Marca :	Square D
Voltaje:	440 V
Datos:	Comb.#2 Chorrecedores
Carga instalada:	50 H.P.
I _{cc} en 440 V:	27182 A.SIM.
I _{EO} = 68.0 A	CORRIENTE EN OPERACION
I _{sc} = 85.0 A	CORRIENTE DE SOBRECARGA



**Memoria de cálculo
Coordinación de Protecciones Eléctricas**

Ruta de Coordinación N° 1

Esta ruta de coordinación es la representativa de la operación más crítica de la Subestación, es decir, con toda la carga a través de un solo Transformador, en este caso se considera al TR-1 alimentando toda la carga, por lo que la operación normal de operación queda protegida y coordinada adecuadamente.

Nota importante: La operación en paralelo de los Transformadores TR-01 y TR-02 queda descartada puesto que representa un riesgo debido a que la corriente de corto circuito bajo estas condiciones rebasa ampliamente la capacidad interruptiva de los Tableros de 440 Volts.

I.- Voltaje Base: 440 Volts.

II.- Datos generales de los Dispositivos de Protección.

Dispositivo No. 1

Interruptor termomagnético Square (1)	
Marco:	250 A
Capacidad	125 A
Marca	Square D
Voltaje:	440 V
Datos:	Comb #2 Chorreccores
Carga instalada:	50 H.P.
I _{cc} en 440 V:	27182 A.SIM.
I _{eo} = 68.0 A	CORRIENTE EN OPERACION
I _{sc} = 85.0 A	CORRIENTE DE SOBRECARGA

Dispositivos Nos. 2 y 2a

Interruptor termomagnético	
Marco:	400 A
Capacidad:	400 A.
Marca :	Square D
Voltaje:	440 V
Datos:	CCM # 2 Chorreacleres
Carga instalada:	278.25 KVA
Carga en operación:	166.95 KVA
Icc en 440 V:	27182 A
I _{EO} = 219 A	CORRIENTE EN OPERACION
I _{sc} = 273 A	CORRIENTE DE SOBRECARGA

Dispositivo No. 3

Interruptor automático BT Masterpact.	
Marco:	2500 A, sensor 2500 A
Marca :	Merlin Gerin. Senscr STR58U
Voltaje:	440 V
Datos:	Interruptor de Enlace
Carga instalada:	TD-02 1097 KVA
Carga en operación:	658 KVA
Icc en 440 V:	36671 A
I _{EO} = 864 A	CORRIENTE EN OPERACION
I _{sc} = 1080 A	CORRIENTE DE SOBRECARGA

Dispositivo No. 4

Interruptor automático BT Masterpact.	
Marco:	2500 A, sensor 2500 A
Marca :	Merlin Gerin. Senscr STR58U
Voltaje:	440 V
Datos:	Interruptor Principcl De TR-01
Carga instalada:	2454.25 KVA
Carga en operación:	1472.55 KVA
Icc en 440 V:	36671 A
I _{EO} = 1932 A	CORRIENTE EN OPERACION
I _{sc} = 2415 A	CORRIENTE DE SOBRECARGA



00224

Dispositivos Nos. 2 y 2a

Interruptor termomagnético	
Marco:	400 A
Capacidad:	400 A.
Marca :	Square D
Voltaje:	440 V
Datos:	CCM # 2 Chorreactores
Carga instalada:	278.25 KVA
Carga en operación:	166.95 KVA
Icc en 440 V:	27182 A
$I_{EO} = 219$ A	CORRIENTE EN OPERACION
$I_{sc} = 273$ A	CORRIENTE DE SOBRECARGA

Dispositivo No. 3

Interruptor automático BT Masterpact.	
Marco:	2500 A, sensor 2500 A
Marca :	Merlin Gerin. Sensor STR58U
Voltaje	440 V
Datos:	Interruptor de Enlace
Carga instalada:	TD-02 1097 KVA
Carga en operación:	658 KVA
Icc en 440 V:	36671 A
$I_{EO} = 864$ A	CORRIENTE EN OPERACION
$I_{sc} = 1080$ A	CORRIENTE DE SOBRECARGA

Dispositivo No. 4

Interruptor automático BT Masterpact.	
Marco:	2500 A, sensor 2500 A
Marca :	Merlin Gerin. Sensor STR58U
Voltaje:	440 V
Datos:	Interruptor Principal De TR-01
Carga instalada:	2454.25 KVA
Carga en operación:	1472.55 KVA
Icc en 440 V:	36671 A
$I_{EO} = 1932$ A	CORRIENTE EN OPERACION
$I_{sc} = 2415$ A	CORRIENTE DE SOBRECARGA

Dispositivo No. 5

Fusible Limitador de corriente.	
Marca :	DRIESCHER
Tipo:	
Capacidad interruptiva:	1000 MVA
Corriente nominal:	In = 100 A
Datos:	TR-01 de 1500 KVA
	Icc Trifásico= 6452 A . SIM. EN 23 KV

Dispositivo No. 6

Fusible Limitador de corriente.	
Marca :	DRIESCHER
Tipo:	
Capacidad interruptiva:	1000 MVA
Corriente nominal:	In = 160 A
Datos:	3000 KVA (TR-01 + TF-02)
	Icc Trifásico= 6584 A . SIM. EN 23 KV



EXPLORACION Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTTO DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO



00225

Dispositivo No. 5

Fusible Limitador de corriente.	
Marca :	DRIESCHER
Tipo:	
Capacidad interruptiva:	1000 MVA
Corriente nominal:	In = 100 A
Datos:	TR-01 de 1500 KVA Icc Trifásico= 6452 A . SIM. EN 23 KV

Dispositivo No. 6

Fusible Limitador de corriente	
Marca :	DRIESCHER
Tipo:	
Capacidad interruptiva.	1000 MVA
Corriente nominal:	In = 160 A
Datos	3000 KVA (TR-01 + TF-02) Icc Trifásico= 6584 A . SIM. EN 23 KV

00226**AJUSTE DE PROTECCIONES****Dispositivo No.1.-** Combustión #2 Chorreadores localizado en CCM#2

$I_n = 68 \text{ A.}$
 $I_{rb} = 6I_n = 408 \text{ A.}$
 $T_{rb} = 10 \text{ seg.}$
 $I_{transitoria} = 1.5I_{rb} = 78.2 \text{ A}$
Interruptor termomagnético de 125 A tipo KH de SQ.
Ajustar a su posición alta HI (10 veces su corriente Nominal)

Dispositivo No.2 y 2a.- Alimentador al CCM# 2

Carga instalada= 278.25 KVA
Carga en operación= 166.95 KVA
 $I_{op} = 219 \text{ A.}$
 $I_{sc} = 273 \text{ A.}$
Interruptor termomagnético de 400 A. tipo LH de SQ.
Ajustes: El dispositivo 2a. de 400 A Se ajustará a su valor bajo LO (5 veces su corriente nominal)
El Dispositivo No. 2 se ajustará a su valor intermedio (7.5 veces la corriente nominal).

Dispositivo No. 3.- Interruptor de Enlace de 2500 A, sensor de 2500 A con unidad de disparo STR58

$I_{op} = 864 \text{ A.}$
 $I_{sc} = 1080 \text{ A.}$
Cálculo de la corriente de pre-regulación:
 $I_o = 1080/2500 = 0.432 \Rightarrow 0.5$
 $I_o = 0.5 \times 2500 = 1250 \text{ A.}$
 $I_r = 0.8 \times I_o = 0.8 \times 1250 = 1000 \text{ A.}$
 $T_r = 480 \text{ seg a } 1.5 I_r$
 $I_m = 10 I_{op}/2500 = 10 \times 864/2500 = 3.456 \Rightarrow 3.6$
 $I_m = 3.6 \times I_r = 3.6 \times 1000 = 3600 \text{ A.}$
 $T_m = 0.1 \text{ con } I^2t = \text{OFF}$
Límite interruptivo = $14 I_n = 35\,000 \text{ A. SIM}$

Dispositivo No. 4.- Interruptor Secundario del Transformador TR-01 de 2500 Amperes Sensor de 2500 A con unidad de disparo tipo STR-58

$I_{op} = 1931 \text{ A.}$
 $I_{sc} = 2413 \text{ A.}$
Cálculo de la corriente de pre-regulación.
 $I_o = 2413/2500 = 0.96 \Rightarrow 1.0$
 $I_o = 1.0 \times 2500 = 2500 \text{ A.}$
 $I_r = 1.0 \times I_o = 1.0 \times 2500 = 2500 \text{ A.}$
 $T_r = 60 \text{ seg a } 1.5 I_r$



EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTENIMIENTO DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO



00227

$I_m = 2 I_r = 2 \times 2500 = 5000 \text{ A.}$
 $T_m = 0.2 \text{ con } I_r = \text{OFF}$
Límite interruptivo = $14 I_n = 35\,000 \text{ A. SIM.}$

Dispositivo No. 5.- Fusible del Transformador TR-01, 100 A. Marca Driescher

Dispositivo No. 6.- Fusible del Alimentador a los Transformadores TR-01 y TR-02, 160 A. Marca Driescher

Determinación de la curvas de Daño y Corriente magnetizante INRUSH del Transformador TR-01.

TR- 01

Transformador TR-01	
DATOS	
Capacidad:	1500 KVA
Rel. de Transf:	23.0/0.44-0.254 KV
Tipo de enfriamiento:	OA/FA Factor: 1.15
Elev. de temp:	65° C Factor: 1.12
Impedancia:	5.16 %
Conexión:	Delta- Estrella con neutro sólidamente aterrizado
Categoría:	II

$I_n \text{ 230KV} = 48.50 \text{ A}$ $I_n \text{ 440V} = 1968.23 \text{ A}$

CURVA DE DAÑO

- Para la construcción de la curva ANSI refiérase al IEEE-GUIDE for protective relay - C37-91-1985, APPENDIX.

Los puntos de Trazo son:

Punto	Tiempo	Corriente en 440 V
1	2	28494 A
2	4.08	19946 A
3	6.8	19945 A
4	50	7351 A

**00228****PUNTO DE MAGNETIZACIÓN (INRUSH)**

Datos:

Factor INRUSH: 10
Tiempo: 0.1 seg.
I INRUSH = 10 X 1968 A = 19680 A
Punto INRUSH = (19680 A, 0.1 seg.)

**Determinación de la curvas de daño
del alimentador principal***** Alimentador a los Transformadores TR-01 y TR-02**

Datos:

- Calibre: 1/0 AWG
- Area en circular mils = 105600
- Temp. Normal: 90° C
- Temp. de c. c.: 250° C
- N° de conductores x fase: 1

Fórmula para calcular los puntos de la curvaPara un tiempo $t = 10$ seg.

$$I = A \sqrt{\frac{0.0051767}{t}}$$

$$I = 105600 \sqrt{\frac{0.0051767}{10}}$$

$$I = 2402 \text{ A}$$

Para un tiempo $t = 1$ seg.

$$I = 105600 \sqrt{\frac{0.0051767}{1}}$$

$$I = 7597 \text{ A}$$



EXPLORACION Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTTO DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO



00229

$$I = 105600 \sqrt{\frac{0.0051767}{1}}$$

$$I = 7597 \text{ A}$$



EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTTO. DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO



00230

**4.0 Diagrama Unifilar Simplificado, gráficas de Coordinación
y Tabla de ajustes.**



EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTTO. DE POZOS

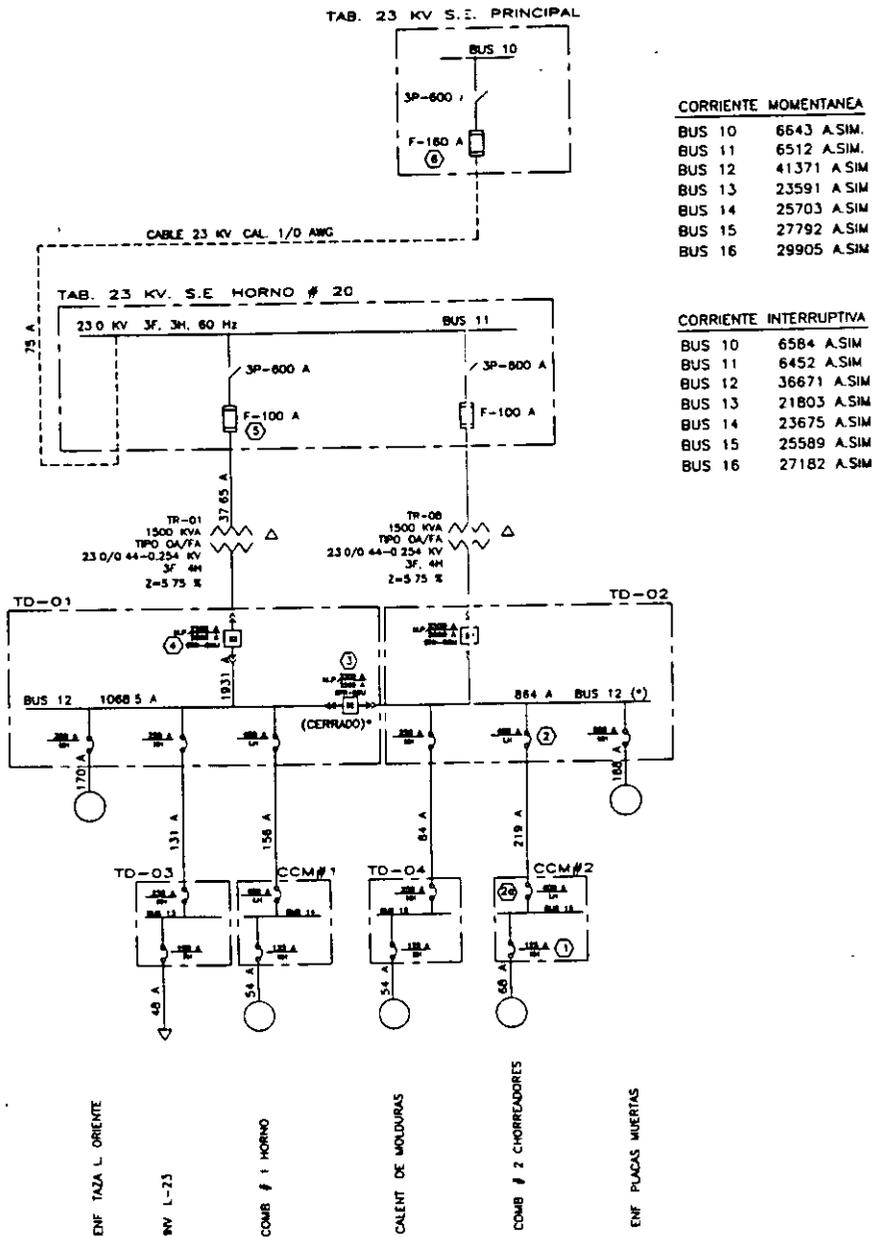
MANUAL DEL DIPLOMADO EN ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO



00231

I.E.S.I.	Cía. Vidriera S.A de C.V Planta LOS REYES AV. PRESIDENTE JUAREZ No 2039 TLALNEPANTLA, ESTADO DE MEXICO	INGRIA. HORNO 20	REVISO
	DESCRIPCION: DIAGRAMA UNIFILAR SIMPLIFICADO	PRCY. HORNO 20	ING. B.V.P.
		CALCULO: R.E.P.	FECHA: MARZO-02

DIAGRAMA UNIFILAR GENERAL SIMPLIFICADO PARA EL ESTUDIO DE COORDINACION DE PROTECCIONES ELECTRICAS



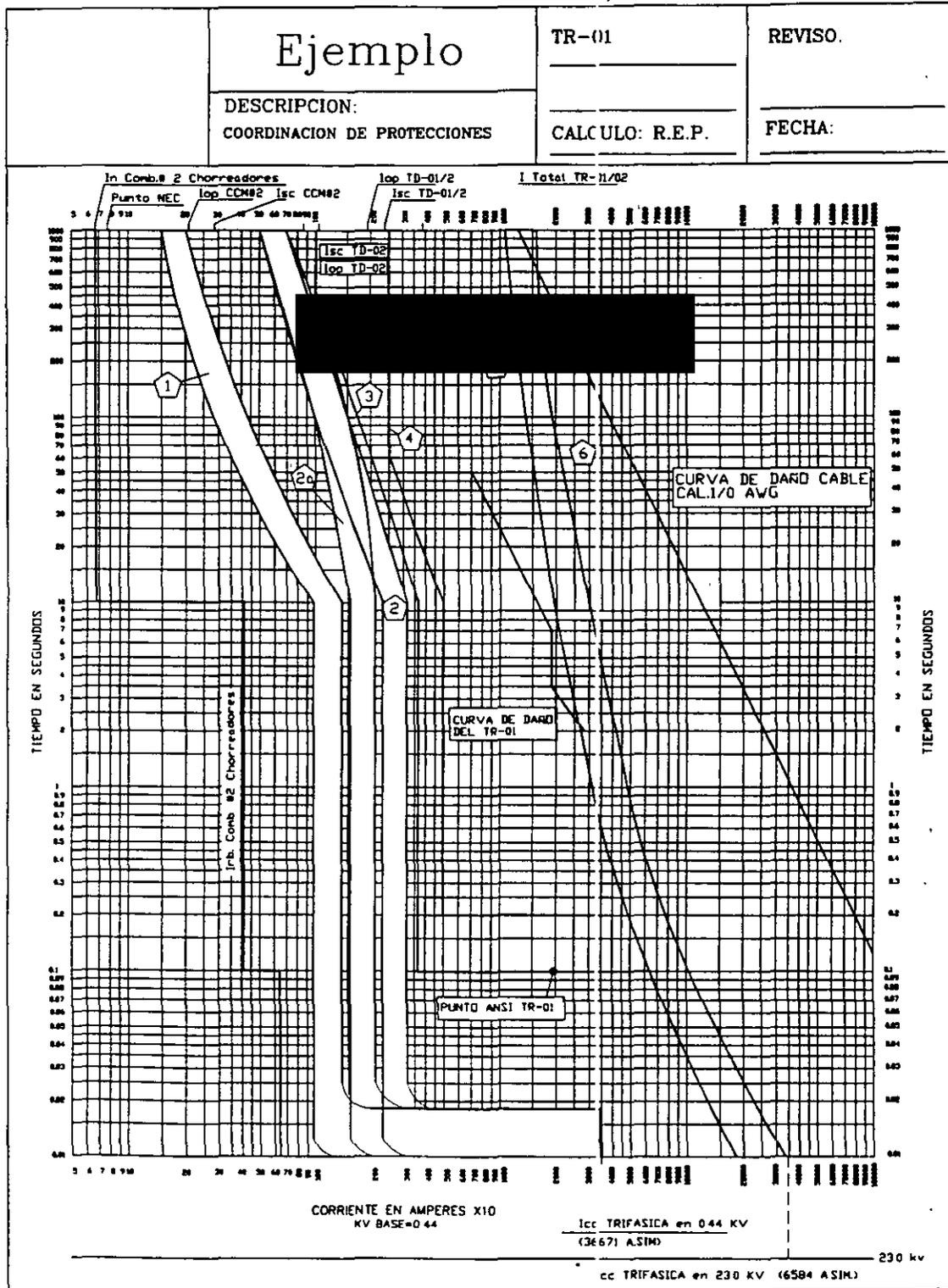


EXPLORACION Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTTO DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO



00232



CAPACIDADES Y AJUSTES

VER DIAG. UNIF. SIMPLIFICADO			SOBRECORRIENTE ENTRE FASES		SOBRECORRIENTE A TIERRA	VER APENDICE	
DISPOSITIVO N°	INTERRUPTOR (MARCO) O DISPARADOR	CORRIENTE DEL SENSOR (AMPS)	AJUSTES		AJUSTE INSTANTANEO	AJUSTES	CURVA DE REFERENCIA
			LARGO	CORTO			
1	TERMOMAGNETICO TIPO KH DE 125 A MARCA SQUARE D	125 A			HI (10 VECES LA CAP DEL INT)	HI	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO KH SQUARE D
2a	TERMOMAGNETICO TIPO LH DE 400 A MARCA SQUARE D	400 A			LO (5 VECES LA CAP DEL INT)	LO	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO LH SQUARE D
2	TERMOMAGNETICO TIPO LH DE 400 A MARCA SQUARE D	400 A			INTERMEDIO (7.5 VECES LA CAP DEL INT)	POS INTERMEDIA	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO LH SQUARE D
3	ELECTROMAGNETICO DE ENLACE MARCO 2000 A	2500 A TIPO STR-58 U $I_0 = 0.5$	$I_r = 0.8$ $T_r = 480$	$I_m = 3.6$ $T_m = 0.1$ (OFF)		$I_h = 0.1$ $T_h = 0.2$ (OFF)	INTERRUPTOR MASTER PACT MERLIN GERIN 1994
4	ELECTROMAGNETICO PRINCIPAL DEL TR-01 MARCO 2500 A	2500 A TIPO STR-58 U $I_0 = 1$	$I_r = 1$ $T_r = 60$	$I_m = 2$ $T_m = 0.2$ (OFF)		$I_h = 0.1$ $T_h = 0.2$ (OFF)	INTERRUPTOR MASTER PACT MERLIN GERIN 1994
5	FUSIBLE F-100 A	100 A	_____	_____	_____	_____	FUSIBLES DRIESCHER
6	FUSIBLE F-160 A	160 A	_____	_____	_____	_____	FUSIBLES DRIESCHER

Fecha: Agosto-02 Rev. 0

00233



PEMEX

EXPLORACION Y PRODUCCION
UNIDAD DE PERFORACION
Y MANTO. DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN
ADMINISTRACION DEL
MANTENIMIENTO



00233

CAPACIDADES Y AJUSTES							
VER DIAG. UNIF. SIMPLIFICADO		SOBRECORRIENTE ENTRE FASES			SOBRECORRIENTE A TIERRA	VER APENDICE	
DISPOSITIVO N°	INTERRUPTOR (MARCO) O DISPARADOR	CORRIENTE DEL SENSOR (AMPS)	AJUSTES		AJUSTE INSTANTANEO	AJUSTES	CURVA DE REFERENCIA
			LARGO	CORTO			
1	TERMOMAGNETICO TIPO KH DE 125 A MARCA SQUARE D	125 A			HI (10 VECES LA CAP DEL INT)	HI	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO KH SQUARE D
2a	TERMOMAGNETICO TIPO LH DE 400 A MARCA SQUARE D	400 A			LO (5 VECES LA CAP DEL INT)	LO	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO LH SQUARE D
2	TERMOMAGNETICO TIPO LH DE 400 A MARCA SQUARE D	400 A			INTERMEDIO (7.5 VECES LA CAP DEL INT)	POS INTERMEDIA	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO LH SQUARE D
3	ELECTROMAGNETICO DE ENLACE MARCO 2000 A	2500 A TIPO STR-58 U I ₀ = 0.5	I _r = 0.8 Tr = 480	I _m = 3.6 T _m = 0.1 (OFF)		I _h = 0.1 Th = 0.2 (OFF)	INTERRUPTOR MASTER PACT MERLIN GERIN 1994
4	ELECTROMAGNETICO PRINCIPAL DEL TR-01 MARCO 2500 A	2500 A TIPO STR-58 U I ₀ = 1	I _r = 1 Tr = 60	I _m = 4 T _m = 0.2 (OFF)		I _h = 0.1 Th = 0.2 (OFF)	INTERRUPTOR MASTER PACT MERLIN GERIN 1994
5	FUSIBLE F-100 A	100 A	—	—	—	—	FUSIBLES DRIESCHER
6	FUSIBLE F-160 A	160 A	—	—	—	—	FUSIBLES DRIESCHER

Fecha Agosto-02 Rev 0

NOMENCLATURA

KV base	TENSION BASE PARA HOJAS DE GRAFICACION.
I_n	CORRIENTE NOMINAL A PLENA CARGA EN AMPERES
I_{sensor}	CORRIENTE NOMINAL DEL SENSOR.
I_{mag}	CORRIENTE DE MAGNETIZACION O INRUSH DE TRANSFORMADOR.
I_{ref}	CORRIENTE REFERIDA A LA TENSION BASE.
I_{cc}	CORRIENTE DE CORTO CIRCUITO SIMETRICA EN AMP.
I_{op}	CORRIENTE EN OPERACION
I_{sc}	CORRIENTE DE SOBRECARGA.
F.P.	FACTOR DE POTENCIA.
RTC.	RELACION DE TRANSFORMACION DEL TRANSF. DE CORRIENTE.
F.D.	FACTOR DE DEMANDA
I_o	VALOR DE PRE-REGULACION
I_r	CORRIENTE DE TIEMPO LARGO
T_r	TIEMPO LARGO
I_m	CORRIENTE DE TIEMPO CORTO
T_m	TIEMPO CORTO
T_{rb}	TIEMPO DE ACELERACION
I_{rb}	CORRIENTE A ROTOR BLOQUEADO
I_h	CORRIENTE A TIERRA
T_h	TIEMPO A TIERRA
I_s	VALOR DE ALCANCE
I_{inst}	CORRIENTE INSTANTANEA



00234

NOMENCLATURA

KV base	TENSION BASE PARA HOJAS DE GRAFICACION.
I_n	CORRIENTE NOMINAL A PLENA CARGA EN AMPERES
I_{sensor}	CORRIENTE NOMINAL DEL SENSOR.
I_{mag}	CORRIENTE DE MAGNETIZACION O INRUSH DE TRANSFORMADOR.
I_{ref}	CORRIENTE REFERIDA A LA TENSION BASE
I_{cc}	CORRIENTE DE CORTO CIRCUITO SIMETRICA EN AMP.
I_{op}	CORRIENTE EN OPERACION
I_{sc}	CORRIENTE DE SOBRECARGA.
F.P.	FACTOR DE POTENCIA
RTC.	RELACION DE TRANSFORMACION DEL TRANSF. DE CORRIENTE.
F.D	FACTOR DE DEMANDA
I_o	VALOR DE PRE-REGULACION
I_r	CORRIENTE DE TIEMPO LARGO
T_r	TIEMPO LARGO
I_m	CORRIENTE DE TIEMPO CORTO
T_m	TIEMPO CORTO
T_{rb}	TIEMPO DE ACELERACION
I_{rb}	CORRIENTE A ROTOR BLOQUEADO
I_h	CORRIENTE A TIERRA
T_h	TIEMPO A TIERRA
I_s	VALOR DE ALCÁNCEN
I_{inst}	CORRIENTE INSTANTANEA

5.0 Conclusiones y Recomendaciones



EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTTO DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO



00235

5.0 Conclusiones y Recomendaciones



Conclusiones y recomendaciones

- 1.- Se recomienda revisar y actualizar este estudio de coordinación así como el correspondiente de corto-circuito cada vez que el sistema sufra modificaciones y/o ampliaciones a los parámetros actuales.
- 2.- Se recomienda se lleven a cabo registros de las demandas de energía eléctrica de los transformadores bajo las diferentes condiciones de carga de la Planta a fin de detectar las condiciones máxima y mínima y revisar los ajustes actuales.
- 3.- Se recomienda NO OPERAR EN PARALELO los Transformadores TR-1 y TR-2 por sobrepasar las capacidades interruptivas de Tableros y equipos en 440 Volts.



EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTTO DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO



00237

Apéndice.

1.0 Información técnica de fabricantes.