

**ANEXO “III”**  
**NORMATIVA TÉCNICA**  
**CAPÍTULO 6**

**INSTALACIONES ELECTRICAS Y CONEXIONES A SISTEMAS DE TIERRAS  
PARA SITIOS DE TELESITES Y DE FIBRA (IECSTST)**

**OPERADORA DE SITES MEXICANOS, S.A.B. DE C.V.,**

**BANCO ACTINVER, S.A., INSTITUCIÓN DE BANCA MÚLTIPLE, GRUPO  
FINANCIERO ACTINVER, DIVISIÓN FIDUCIARIA, ESTE ÚLTIMO  
EXCLUSIVAMENTE EN SU CARÁCTER DE FIDUCIARIO DEL FIDEICOMISO  
OPSIMEX 4594**

**Y**

**[\*]**

Ciudad de México a. [\*] de [\*] de [\*].

## **1. REFERENCIA A TIERRA PARA UN SISTEMA DE ALTO VOLTAJE.**

1.1 Cuando la subestación de C.A. se encuentra dentro de las instalaciones ésta debe estar referenciada a una malla de tierra enterrada instalada o reforzada por el usuario. La malla de tierra de la subestación provee una ruta de baja impedancia a tierra a las corrientes de falla que pudieran originarse dentro de la subestación. Al proveer un camino de baja impedancia a tierra, se asegura que los dispositivos de protección se disparen al presentarse una falla a tierra. La baja impedancia de la malla también elimina cualquier diferencia de potencial que pudiera haber dentro de la subestación, protegiendo al personal.

a).- La malla debe consistir de conductores paralelos principales separados no menos de 3m. (10 pies) en una dirección. Los cables secundarios deben ser perpendiculares a los primeros y estar separados entre sí no menos de 3m y no más de 6m.

b).- Los cables principales y secundarios deben estar unidos en todos los cruces y al conductor perimetral con soldadura exotérmica.

c).- Los electrodos de tierra aumentan la conductividad de la malla y se colocan generalmente en las cuatro esquinas y en las áreas donde se puede esperar que haya grandes corrientes. Una buena práctica de diseño es la de no poner dos electrodos separados por una distancia menor a su longitud.

d).- Los electrodos de tierra deben estar enterrados verticalmente hasta su parte superior a 30 cm bajo el nivel del piso terminado, esto para poder tomar las mediciones periódicas de la malla de tierra.

e).- Los conductores que se usen para conectar la subestación y su equipo asociado no deben ser menor al No. 2 AWG.

## **2. REFERENCIA A TIERRA PARA UN SISTEMA DE BAJO VOLTAJE.**

2.1 Al utilizar transformadores con una conexión en estrella por el lado secundario, el cual está formado con tres conductores de fase y un conductor aterrizado (neutro). El conductor neutro está extendido del punto de conexión común del lado del secundario y permite un bajo voltaje (fase a neutro). Este conductor neutro, en estos sistemas, siempre está extendido al interruptor general y conectado a la barra de neutro.

El uso de un conductor neutro en un sistema de distribución de C.A. provee el medio para estabilizar el voltaje de las fases, esto se logra conectando el neutro a tierra. Así, el voltaje de las fases es únicamente el inducido al transformador. Cuando se tiene este arreglo, se dice que el sistema esta aterrizado.

NOTA: De acuerdo a la NOM-001-SEMP-1994 Artículo 100, el cable neutro es un conductor del sistema o circuito que esta puesto a tierra intencionalmente.

El conductor neutro de un sistema de distribución de C.A. está diseñado para drenar la corriente de desbalanceo entre las fases y por lo tanto, se le considera como un cable activo (conductor de corriente). Dado que hay cargas monofásicas que se alimentan de circuitos trifásicos, se debe tener cuidado de balancear la carga entre las fases para evitar sobre corriente en el neutro y en alguna de las fases. Un sistema trifásico desbalanceado es ineficiente y existe el peligro de que se sobrecaliente la fase más cargada. Se recomienda que se realice una prueba de termografía (por medio de rayos infrarrojos), por lo menos una vez al año, para detectar calentamiento por desbalanceo. Previendo la incidencia de corrientes armónicas generadas por los equipos electrónicos (cargas no lineales) el conductor neutro para este tipo de cargas se dimensionará igual o mayor al calibre de los conductores de fase.

El conductor neutro debe ser referenciado a tierra uniéndolo a electrodo de tierra o a la barra de tierra de acometida del tablero de protección general (la cual debe estar referenciada a tierra), nunca debe estar aterrizado en el lado de la carga de los tableros derivados. Dado que el conductor neutro conduce corriente, si se conecta a un objeto aterrizado, la corriente fluirá por ambos circuitos, por tal razón nunca debe ser utilizado como referencia a tierra. Con la puesta a tierra del neutro en la acometida principal garantizamos un voltaje entre neutro-tierra menor o igual a 2 volts. Como límite máximo evitando corrientes de retorno parásitas al sistema.

El aterrizamiento del sistema de distribución de C.A. en el tablero de protección general, provee también una ruta de baja impedancia a todas las cargas de C.A. en el lado secundario del transformador, asegurando así una buena protección contra fallas y al personal.

### **3. CONDUCTOR DE ELECTRODO DE TIERRA.**

- 3.1. El conductor que une el conductor neutro a tierra recibe el nombre de conductor a electrodo de tierra. Se conecta a la barra de tierra de acometida en el tablero de protección general. Este conductor se debe dimensionar de acuerdo a la tabla 250-95 de la NOM-001-SEDE-1999 y debe ser continuo. El conductor a electrodo de tierra también sirve como un camino de baja impedancia a descargas atmosféricas y a corrientes de falla para fuentes de energía localizadas fuera del edificio y no conectadas con un conductor neutro.

3.2. Capacidad nominal o ajuste del dispositivo de protección contra sobre corriente ubicado antes del equipo y/o conductor

No mayor de (amperes) de puesta a tierra	Calibre del Conductor (AWG ó MCM)Cobre
15	14
20	12
30	10
40	10
60	10
100	8
200	6
300	4
400	3
500	2
600	1
800	1/0
1000	2/0
1200	3/0
1600	4/0
2000	250 MCM
2500	350 MCM
3000	400 MCM
4000	500 MCM
5000	700 MCM
5500	750 MCM

#### 4. TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCION.

- 4.1. En México la norma que describe las pruebas a transformadores la ha recopilado ANCE en la norma **NMX-J-169-1997**.
- 4.2. Para el análisis de normas es conveniente diferenciar entre las normas **NMX** de Carácter voluntario y las normas **NOM** de carácter obligatorio no solamente para los fabricantes de transformadores sino en general para todo transformador que se instale en México incluyendo los importados. Además de las anteriores, C.F.E. y L y F. tienen sus propias normas de transformadores y son obligatorias para equipos que ellos compran y operan.

NORMAS	REFRIGERANTE	NORMA	TIPO	CAPACIDAD KVA
NMX	ACEITE	NMX-J-116	POSTE Y SUBESTACION	<500
		NMX-J-284	SUBESTACION	>500
		NMX-J-285	PEDESTAL	>250
	SECOS	NMX-J-351	SECOS	
NOM	ACEITE	NOM-002	POSTE, SUBESTACION, PEDESTAL Y SUMERGIBLES	<=500
K DE CFE	ACEITE	K-0000-01	POSTE	
		K-0000-05	SUMERGIBLES	300 Y 500
		K-0000-04	PEDESTAL MONOFASICOS	300 Y 500
		K-0000-07 K-0000-08	PEDESTAL TRIFASICOS	75, 112.5, 150, 225

**NORMAS PARA TRANSFORMADORES TIPO PEDESTAL**

CONCEPTO	NMX-J-285 MONOFASICOS Y TRIFASICOS PARA DISTRIBUCION SUBTERRANEA	CFE		
		K0000-04 MONOFASICOS PARA DISTRIBUCION RESIDENCIAL SUBTERRANEA (DSR)	K-0000-08 TRIFASICOS PARA DISTRIBUCION RESIDENCIAL SUBTERRANES (DSR)	K-0000-07 TRIFASICOS PARA DISTRIBUCION COMERCIAL SUBTERRANEA (DCS)
SISTEMA DE OPERACION	RADIAL O ANILLO	ANILLO	ANILLO	ANILLO
CAPACIDAD (KVA)	1 FASE: 25, 37.5, 50, 100, 167 3 FASES: 30, 45, 75, 112.5, 150, 225, 300, 500, 750, 1000, 1500, 2000, 2500.	25, 37.5, 50, 75	75, 112.5, 150, 225	300, 500
MEDIA TENSION (V)	2400 A 3500	13200YT/7620, 22860YT/13200	13200YT/7620 <b>22860YT/13200</b> 23000Δ	13200YT/7620 <b>22860YT/13200</b> 23000Δ
BOQUILLAS MT MB	TIPO POZO TIPO ESPADA	TIPO POZO TIPO ESPADA	TIPO POZO TIPO ESPADA	TIPO POZO TIPO ESPADA
SISTEMA DE PROTECCIONES	FUSIBLE DE EXPULSION DE DOBLE ELEMENTO EN SERIE CON FUSIBLE LIMITADOR DE CORRIENTE DE RANGO PARCIAL O DE RANGO COMPLETO. PARA 750 KVA Y MAYORES LAS PROTECCIONES SERAN ACORDADAS ENTRE FABRICANTE Y USUARIO	FUSIBLE DE EXPULSION DE DOBLE ELEMENTO EN SERIE CON FUSIBLE LIMITADOR DE CORRIENTE DE RANGO PARCIAL.	FUSIBLE DE EXPULSION DE DOBLE ELEMENTO EN SERIE CON FUSIBLE LIMITADOR DE CORRIENTE DE RANGO PARCIAL.	FUSIBLE LIMITADOR DE CORRIENTE RANGO COMPLETO

**5. ACOMETIDA ELECTRICA.**

- 5.1. El conductor neutro de la acometida, se debe siempre conectar a tierra en la entrada del servicio directamente al sistema de tierras o a una varilla cooperweld la cual deberá unirse a la malla principal de tierra, y no debe conectarse a tierra en ningún otro punto de la instalación, esto impide que la corriente alterna circule a través de estructuras tuberías, etc. y cause ruido a los equipos electrónicos.
  
- 5.2. La acometida eléctrica desde el gabinete para equipos de medición al contenedor o salas deberán ir como mínimo con tubo conduit P/G galvanizada de 2" de diámetro y dentro 5 cables del No. 2 tipo THW a 75°C Marca Condumex, uno por fase, un neutro y el conductor de tierra física aislada. La tubería con soportes a base de ángulo de 1 1/2" x 3/16" a cada 2.5mts. de distancia.

- 5.3. Los alimentadores principales deberán seleccionarse de acuerdo a la tabla de “cédula de alimentadores para caída de tensión máxima de 3%” considerando la temperatura local y su longitud, estas tablas se encuentran en los planos IE-43 6 Rectificadores y
- 5.4. Los alimentadores principales deberán ser de una sola pieza sin empalmes y deberán ser marcados en sus extremos con pintura esmalte acrílico (mínimo 10 cm.) de acuerdo al código de colores y secuencia positiva de fases.

Fase A Color Negro.

Fase B Color Rojo.

Fase C Color Azul.

Neutro Color Blanco.

Tierra Física Color Verde.

Para los conductores de calibre No. 6 y menores deberán instalarse con aislamiento de color de acuerdo al siguiente código de colores:

Fase Aislamiento Color Rojo.

Neutro Aislamiento Color Blanco.

Tierra Física Aislada Aislamiento color Verde.

Tierra Física de C:A: Desnudo.

- 5.5. Se debe realizar memoria de cálculo de los conductores y el diagrama unifilar de las conexiones a los equipos o dispositivos que requieran alimentación de energía eléctrica

**CEDULA DE ALIMENTADORES PARA CAIDA DE TENSION MAXIMA DE 3%**

INTERRUPTOR 3P-150A In=130A	TEMPERATURA AMBIENTE: 30°C FACTOR DE CORRECCION: 1.00 CORRIENTE CORREGIDA: 130A			TEMPERATURA AMBIENTE: 35°C FACTOR DE CORRECCION: 0.94 CORRIENTE CORREGIDA: 138A			TEMPERATURA AMBIENTE: 40°C FACTOR DE CORRECCION: 0.88 CORRIENTE CORREGIDA: 148A			TEMPERATURA AMBIENTE: 45°C FACTOR DE CORRECCION: 0.82 CORRIENTE CORREGIDA: 158A			TEMPERATURA AMBIENTE: 50°C FACTOR DE CORRECCION: 0.75 CORRIENTE CORREGIDA: 173A		
	LONGITUD DE LA LINEA (METROS)	CONDUCTOR FASES NEUTRO	CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA	TUBO DIAMETRO (mm)	CONDUCTOR FASES NEUTRO	CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA	TUBO DIAMETRO (mm)	CONDUCTOR FASES NEUTRO	CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA	TUBO DIAMETRO (mm)	CONDUCTOR FASES NEUTRO	CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA	TUBO DIAMETRO (mm)	CONDUCTOR FASES NEUTRO	CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA
0-69	1/0	2	51	1/0	2	51	2/0	2	51	2/0	2	51	3/0	2	63
70-82	2/0	2	51	2/0	2	51	2/0	2	51	2/0	2	51	3/0	2	63
83-95	3/0	2	63	3/0	2	63	3/0	2	63	3/0	2	63	3/0	2	63
96-112	4/0	2	63	4/0	2	63	4/0	2	63	4/0	2	63	4/0	2	63
113-123	250KCM	2	63	250KCM	2	63	250KCM	2	63	250KCM	2	63	250KCM	2	63
124-138	2-1/0	2-2	2-51	2-1/0	2-2	2-51	2-1/0	2-2	2-51	2-1/0	2-2	2-51	2-1/0	2-2	2-51
139-163	2-2/0	2-2	2-51	2-2/0	2-2	2-51	2-2/0	2-2	2-51	2-2/0	2-2	2-51	2-2/0	2-2	2-51
164-191	2-3/0	2-2	2-63	2-3/0	2-2	2-63	2-3/0	2-2	2-63	2-3/0	2-2	2-63	2-3/0	2-2	2-63