

TALLER DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

EQUIPAMIENTO

TRANSFORMADOR DE POTENCIA

INTERRUPTOR DE POTENCIA

SECCIONADORES

TRANSFORMADORES DE MEDIDA

PARARRAYOS Y DISPOSITIVOS DE ATRACCIÓN

TRAMPA DE ONDA

BARRAS CONDUCTORAS

AISLADORES

PÓRTICOS

TALLER DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

SECCIONADORES

Son equipos que se instalan en los sistemas eléctricos de potencia con el objeto de aislar o mantener fuera de servicio a circuitos o equipos en condiciones normales o bajo falla.

Están formados por dos o tres columnas de cerámicas, las cuales pueden ser rotativas, un perfil metálico para soporte de los aisladores, un varillaje de accionamiento con un accionamiento manual o motorizado, una estructura soporte y una caja de contactos auxiliares para señalización y control.

TALLER DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

NORMAS

CADAFE NS-E-130

ANSI C37.30

ANSI C37.32

ANSI C37.33

ANSI C37.34

ANSI C37.35

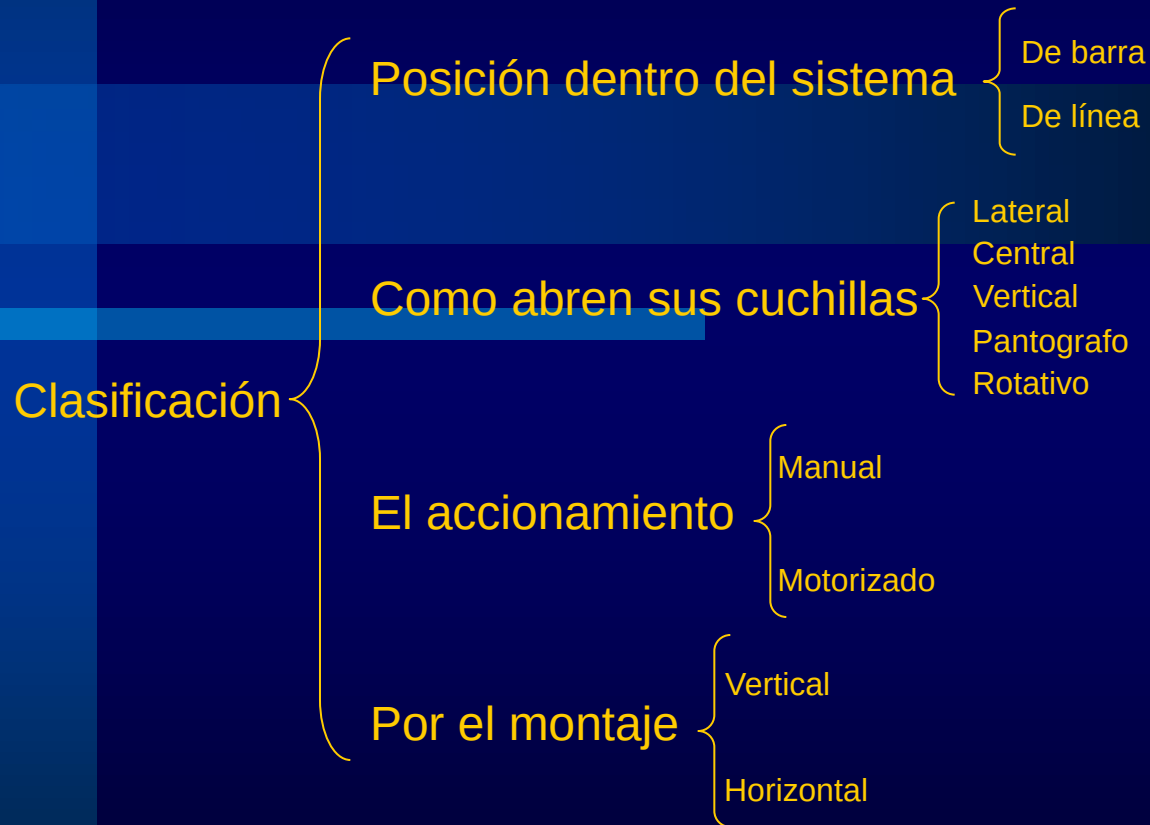
IEC 129

IEC 265

TALLER DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

SECCIONADORES

Son dispositivos que permiten aislar un sector del sistema eléctrico



TALLER DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

PRECAUCION

Los seccionadores no tiene capacidad para abrir un circuito bajo carga,
mucho menos
corrientes de cortocircuito,
por lo tanto,
deben ser operados con el circuito des-energizado.

TALLER DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

IDENTIFICACIÓN EN LOS DIAGRAMAS UNIFILARES

LOS SECCIONADORES SE IDENTIFICAN DE LA SIGUIENTE MANERA

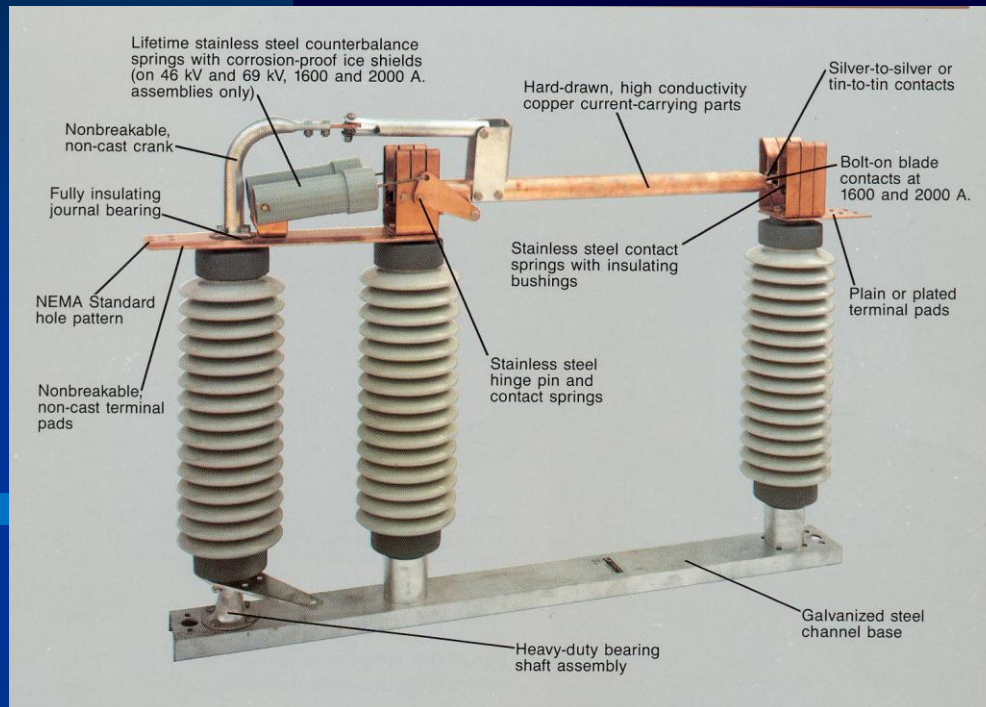


DE BARRA



DE LINEA

TALLER DE SUBESTACIONES ELECTRICAS



Phase Spacing "X" Inches		
kV	NEMA Min.	Horn Gap
7.2	18	36
14.4	24	36
23.0	30	48
34.5	36	60
46.0	48	72
69.0	60	84

Maximum mounting height with standard operator is 23 feet. An extended operator to increase the mounting height is available. Switches may also be mounted vertically or underhung. The V2-C can easily be pole mounted.

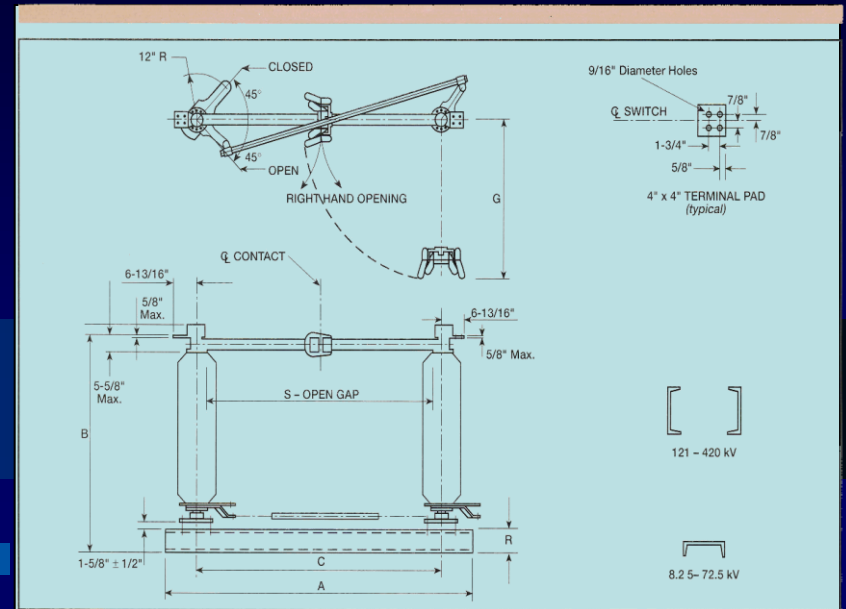
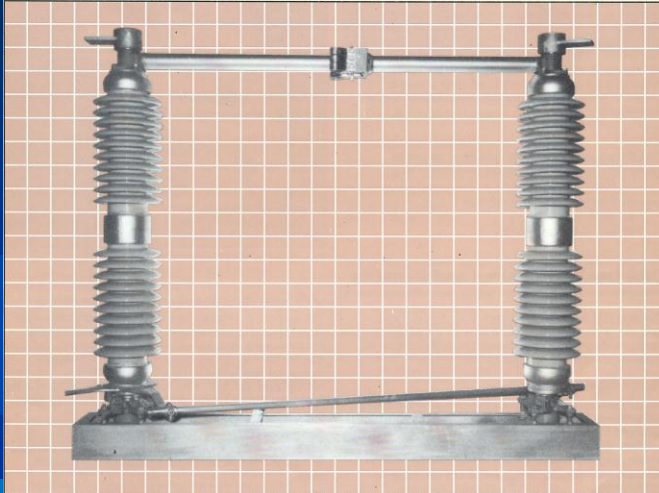
Standard Operator Features

- Swing handle
- Operator that can be padlocked in both the open and closed positions
- Ground strap for vertical operating pipe
- Adjustable stops
- Open - Closed indicators
- Self-lubricating, maintenance-free outboard bearing
- Non-cast linkage parts
- 1 1/2" IPS galvanized steel vertical operating pipe

Operator Options

- Geared handcrank -10:1, 20:1, and 40:1 gear ratios available
- Motor operator -AC or DC operating voltage -Bolted to vertical pipe or provided with decoupler
- Reciprocating pump handle

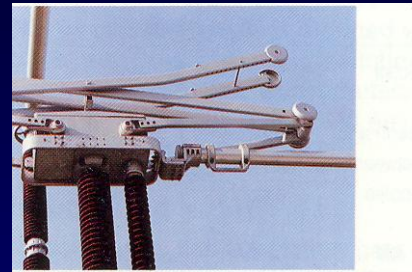
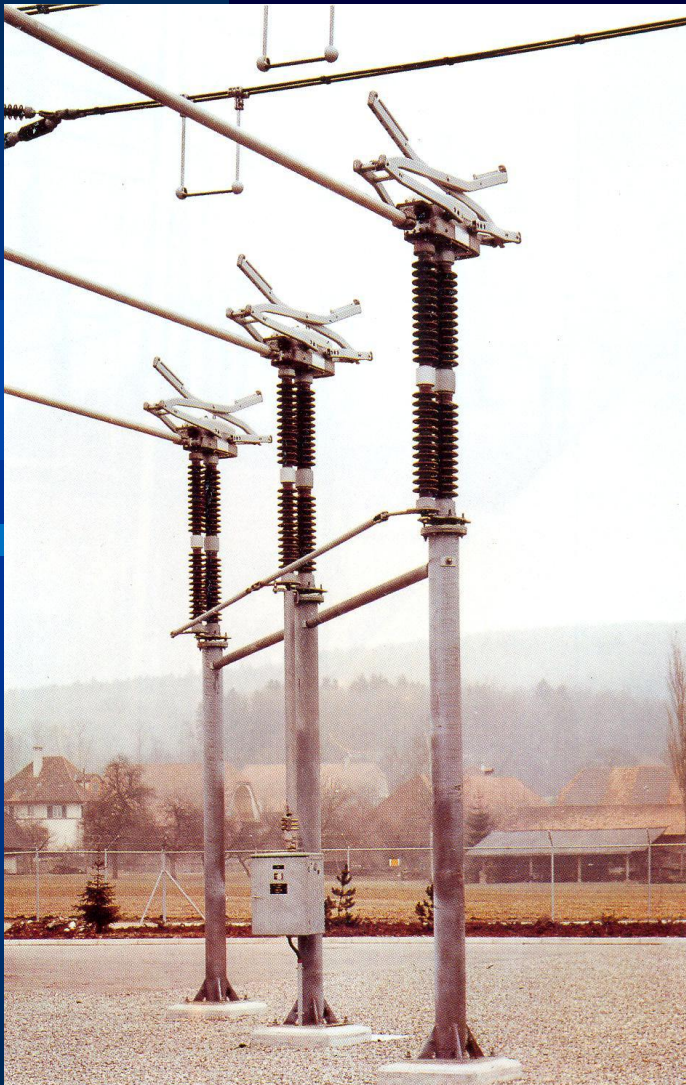
TALLER DE SUBESTACIONES ELECTRICAS



Bolt Circle	Ratings/kV		Dimensions								Approx. Single Pole Weight*
	Max. Design	BIL	A	B	C	G	R	S	TR No.		
A33	7.5	200	39"	21-1/8"	24"	15-3/4"	2"	18"	202	126	
	15.5	200	39"	23-5/8"	24"	15-3/4"	2"	18"	205	132	
	25.8	200	39"	27-5/8"	24"	15-3/4"	2"	18"	208	156	
	38	200	39"	331-5/8"	24"	15-3/4"	2"	18"	210	178	
	48.3	250	45"	35-3/4"	30"	17-3/4"	2-1/8"	22"	214	261	
	72.5	350	57"	43-3/4"	42"	24-1/4"	2-1/8"	34"	216	356	
	121	550	78"	62-5/8"	60"	31-3/4"	6"	52"	1795	541	
	145	650	90"	71-5/8"	72"	38-5/8"	6"	64"	1797	580	
	169	750	102"	79-5/8"	84"	44-5/8"	6"	76"	1796	692	
A55	7.5	200	39"	23-5/8"	24"	15-3/4"	2"	18"	222	156	
	15.5	200	39"	25-5/8"	24"	15-3/4"	2"	18"	225	164	
	25.8	200	39"	28-5/8"	24"	15-3/4"	2"	18"	227	213	
	38	200	39"	33-5/8"	24"	15-3/4"	2"	18"	231	260	
	48.3	250	45"	37-3/4"	30"	17-1/8"	2-1/8"	20"	267	361	
	72.5	350	57"	43-3/4"	42"	24-1/4"	6"	32"	276	409	
	121	550	78"	62-5/8"	60"	31-3/4"	6"	50-3/4"	286	615	
	145	650	90"	71-5/8"	72"	38-5/8"	6"	61-1/8"	288	695	
	169	750	102"	79-5/8"	84"	44-5/8"	6"	73-1/8"	291	779	
A57	245	900	114"	99-5/8"	96"	50-5/8"	8"	85-1/8"	304	962	
	245	1050	140"	111-5/8"	122"	63-5/8"	8"	111-1/8"	312	1096	
	362	1050	140"	111-5/8"	122"	67-1/2"	8"	111-1/8"	312	1266	
	362/420	1300	162"	128-5/8"	144"	76-1/2"	10"	127-1/4"	324	1526	
	245	900	114"	100"	96"	50-5/8"	8"	85-1/8"	—	1258	
	245	1050	140"	112"	122"	63-5/8"	8"	111-1/8"	—	1428	
	362	1050	140"	112"	122"	67-1/2"	8"	111-1/8"	—	1598	
	362/420	1300	162"	129"	144"	76-1/2"	10"	127-1/4"	367	1666	

*Weight, in lbs. of Single Pole Switch with insulator.

TALLER DE SUBESTACIONES ELECTRICAS



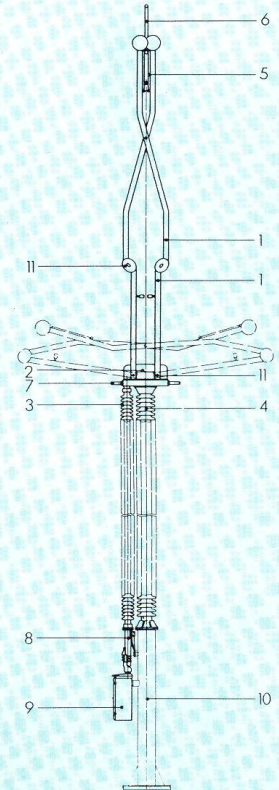
Tubular conductor with bracket
for manually-operated earthing switch.



Tubular conductor with
expansion clamp.

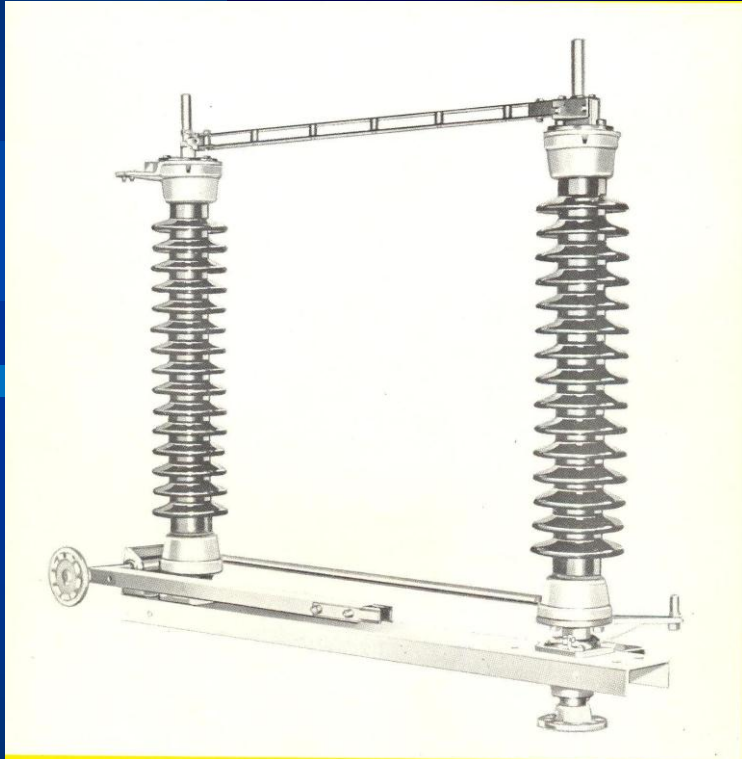


Stranded conductor connector.



- 1 Upper section, current-carrying path
- 2 Mechanism
- 3 Rotating insulator
- 4 Supporting insulator
- 5 Contact bars of the main contact
- 6 Mating contact (HV line)
- 7 Lower HV terminal
- 8 Coupling tube
- 9 Operating mechanism
- 10 Supporting structure
- 11 Contact joints

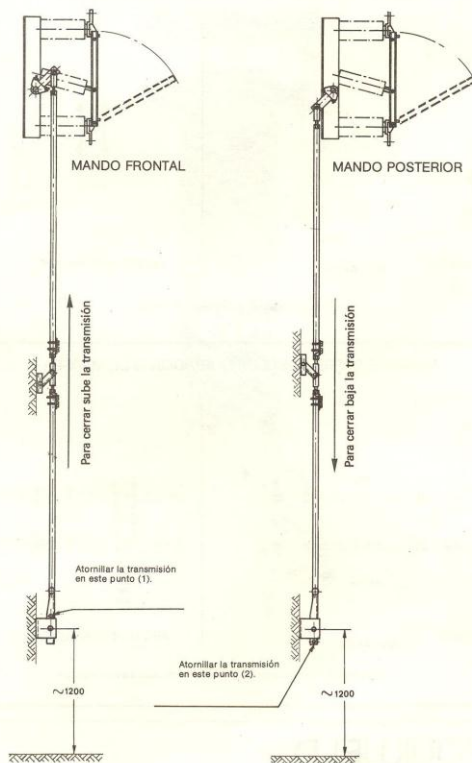
TALLER DE SUBESTACIONES ELECTRICAS



TALLER DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

MANDO MANUAL PARA SECCIONADORES DE EXTERIOR

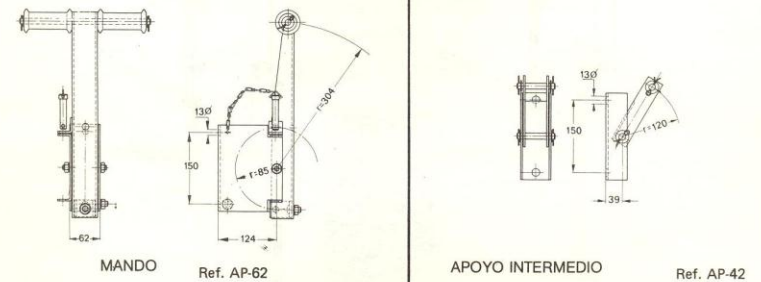
EJEMPLOS DE MONTAJE DE SECCIONADORES DE CUCHILLAS



El mando y el apoyo intermedio pueden colocarse a 90° o 180° respecto a la posición representada en los dibujos.

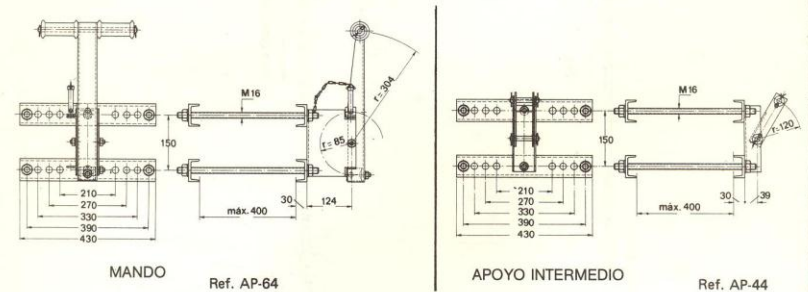


MONTAJE SOBRE PARED O ESTRUCTURA METALICA



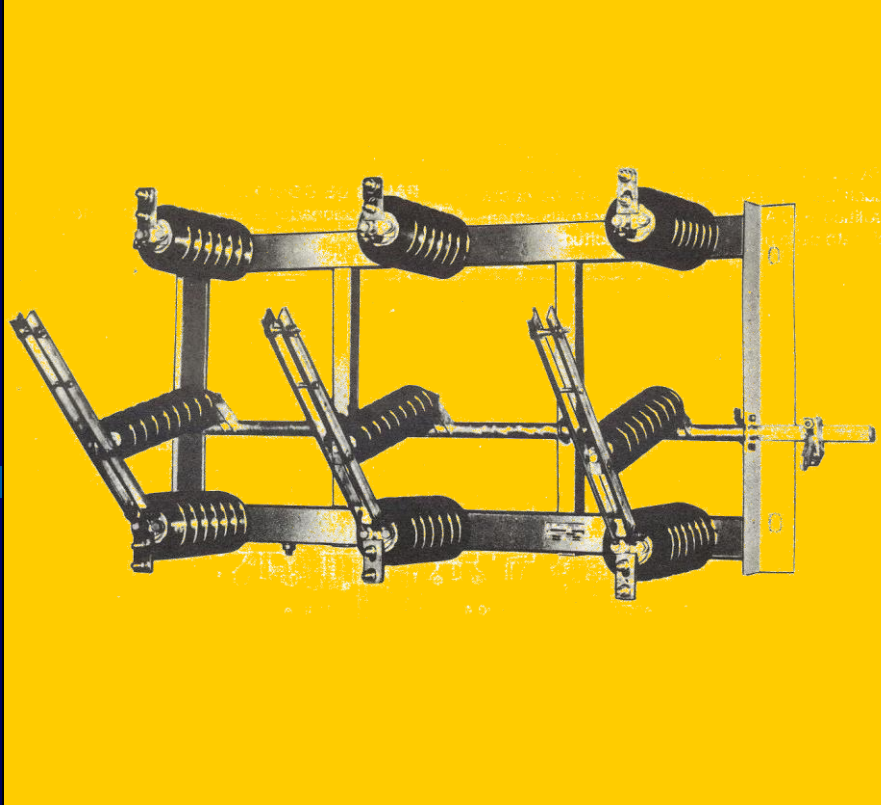
Se suministran sin tornillos de anclaje.

MONTAJE SOBRE POSTE DE HORMIGON O DE MADERA



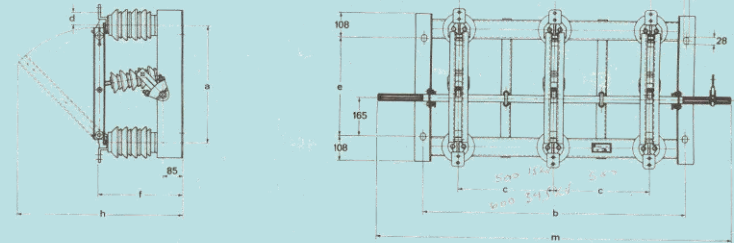
Se suministran con las piezas y varillas necesarias para su montaje.

TALLER DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

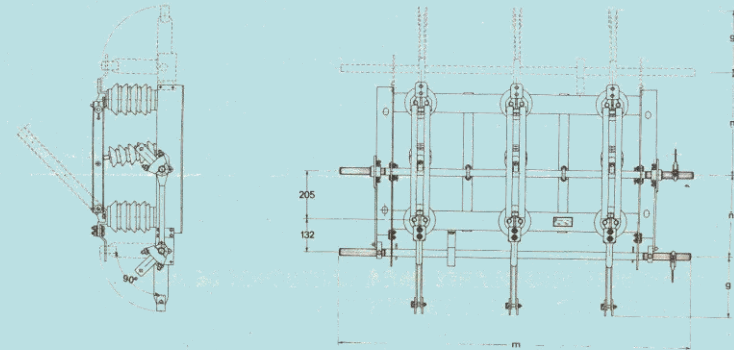


SECCIONADORES TRIPOLARES PARA EXTERIOR

tipo SV



SECCIONADORES III REF. 521.310



SECCIONADORES III CON PUESTA A TIERRA REF. 521.311

SECCIONADOR		SECCIONADOR CON PUESTA A TIERRA		TENSION NOMINAL K.V	TENSION NOMINAL K.V	TENSION DE ENSAYO				SECCIONADOR CON PUESTA A TIERRA	SECCIONADOR CON PUESTA A TIERRA	SECCIONADOR CON PUESTA A TIERRA	SECCIONADOR CON PUESTA A TIERRA	SECCIONADOR CON PUESTA A TIERRA	SECCIONADOR CON PUESTA A TIERRA	SECCIONADOR CON PUESTA A TIERRA	SECCIONADOR CON PUESTA A TIERRA	DIMENSIONES EN MILIMETROS												
REFERENCIA	Peso Kg	REFERENCIA	Peso Kg			ENTRE FASES Y MASA		ENTRE CONTACTO Y CUCHILLA ABIERTA										SECCIONADOR CON PUESTA A TIERRA	SECCIONADOR CON PUESTA A TIERRA	SECCIONADOR CON PUESTA A TIERRA	SECCIONADOR CON PUESTA A TIERRA	SECCIONADOR CON PUESTA A TIERRA	SECCIONADOR CON PUESTA A TIERRA	SECCIONADOR CON PUESTA A TIERRA	SECCIONADOR CON PUESTA A TIERRA	SECCIONADOR CON PUESTA A TIERRA	SECCIONADOR CON PUESTA A TIERRA	SECCIONADOR CON PUESTA A TIERRA	SECCIONADOR CON PUESTA A TIERRA	SECCIONADOR CON PUESTA A TIERRA
						Resistencia a frecuencia industrial K.V	Al choque valor cresta K.V	Resistencia a frecuencia industrial K.V	Al choque valor cresta K.V																					
521.310. 617	65	521.311. 617	61	630	17	36	95	20	50	300	1095	400	420	225	1485	337	427	39	307	682										
521.310. 1217	68	521.311. 1217	64	630	17	36	95	20	50	300	1095	400	420	225	1485	337	427	39	307	682										
521.310. 1617	89	521.311. 1617	105	1250	17	50	125	20	50	300	1095	400	420	225	1485	337	427	55	355	731										
M21.310. 624	66	M21.311. 624	68	630	36	70	170	20	50	300	1095	400	420	225	1485	337	427	55	355	731										
M21.310. 1224	71	M21.311. 1224	87	1250	36	70	170	20	50	300	1095	400	420	225	1485	337	427	75	415	751										
M21.310. 1624	93	M21.311. 1624	109	1600	36	82	200	20	50	300	1095	400	420	225	1485	337	427	80	445	881										
521.310. 636	74	521.311. 636	93	630	36	70	170	20	50	300	1095	400	420	225	1485	337	427	55	355	731										
521.310. 1236	77	521.311. 1236	96	1250	36	70	170	20	50	300	1095	400	420	225	1485	337	427	75	415	751										
521.310. 1636	101	521.311. 1636	120	1600	36	82	200	20	50	300	1095	400	420	225	1485	337	427	80	445	881										
M21.310. 636	77	M21.311. 636	98	630	36	70	170	20	50	300	1095	400	420	225	1485	337	427	55	355	731										
M21.310. 1236	80	M21.311. 1236	101	1250	36	70	170	20	50	300	1095	400	420	225	1485	337	427	75	415	751										
M21.310. 1636	104	M21.311. 1636	125	1600	36	82	200	20	50	300	1095	400	420	225	1485	337	427	80	445	881										

La puesta a tierra se monta normalmente al lado de giro.
Bajo demanda puede montarse al lado de cierre.

TALLER DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

SOBRE TENSIONES

En una subestación pueden aparecer dos tipos de sobre tensiones:

- Sobre tensiones internas.
- Sobre tensiones por descargas atmosféricas.

Las primeras se deben a fallas monofásicas en sistemas aislados, a la presencia de condensadores, a maniobra de los equipos.

Las segundas debido a las descargas atmosféricas, las cuales pueden ser entrantes o de incidencia directa.

Para proteger a la subestación frente a la ocurrencia de las sobre tensiones internas o entrantes se utilizan los pararrayos o descargadores, mientras que para las sobre tensiones por descargas atmosféricas de incidencia directa se usan los cables de guarda y las puntas Franklin. directa.

TALLER DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

PARARRAYOS

Estos equipos se utilizan para descargar a tierra las sobre tensiones debido a maniobras de equipos, fallas en el sistema de potencia o frentes de ondas de sobretensión entrantes a una instalación de potencia, producto de la incidencia de descargas atmosféricas en las fases de los conductores de la línea de transmisión que alimenta la instalación.

Se instalan en las llegadas de línea y lo mas cercano a los equipos a proteger

Gracias a los pararrayos se puede realizar la coordinación del aislamiento de una instalación.

Existen pararrayos tipo estación y tipo distribución.

Se diferencian por su corriente de descarga.

10 kA y 5 kA

TALLER DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

NORMAS

Publicación 99 IEC Lightning Arrester

ANSI C62.1 Surge Arrester for Alternating Current Power-Circuits

NEMA LA.1 Surge Arrester

CADAFE N-S-140 Especificación Técnica de Pararrayos.

TALLER DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

PARTES DE UN PARARRAYOS.

Están constituidos por una carcasa de cerámica o material polimérico (1), dentro de la cual se colocan los elementos que realizan la función de descarga. Los diseños pueden tener en su interior dos componentes: un explosor (spark gap) y un conjunto de resistencias no lineales o varistores en serie entre si y con el explosor. Existen dos tipos de material usado para las resistencias no lineales que son : Carburo de Silicio SiC y oxido de Zinc. La designación de autovalvula se debe a la forma como opera el explosor o espinterómetro.

Los explosores tienen como función la de aislar a las resistencias no lineales del elemento bajo tensión en condiciones normales.

Hoy en día dado el comportamiento extraordinario del oxido de Zinc frente a las ondas de tensión de frente escarpado ha permitido eliminar de los descargadores, el uso de los explosores.

En el esquema constructivo con materiales de oxido metálicos se aprovecha la característica no lineal de las pastillas pues estas se comportan como varistores que como todos saben presentan una baja resistencia cuando en sus terminales se aplica una elevada tensión y bajo condiciones nominales de operación se comportan como una alta resistencia.

Otros elementos que forma parte del pararrayos consisten en los aros (2) para prevención de la aparición de gradientes de tensión, los terminales de alta tensión (3), terminales de puesta a tierra (4), la válvula de sobre presión no indicada en la Fig. 1, las bases aislantes y los contadores de descarga; estos últimos se utilizan para llevar un récord estadístico de las descargas atmosféricas que inciden sobre las fases.

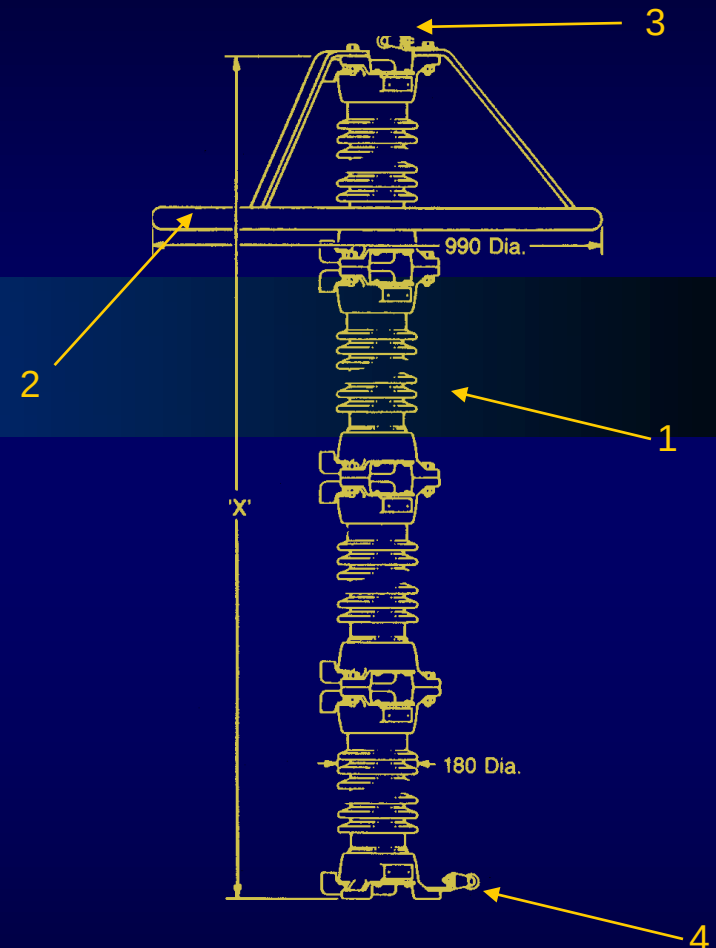


Figura 1

TALLER DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

DEFINICIONES

Para la selección, especificación o compra de los pararrayos o descargadores se deben conocer los siguientes términos:

TENSION MÁXIMA DEL SISTEMA (V_{max}):

Es el mayor voltaje r.m.s. fase-fase que puede aparecer en condiciones normales en cualquier instante de tiempo y punto dentro del sistema. Este valor no debe hacer operar al pararrayos. Ejemplo: en el caso de 115 kV, la máxima tensión nominal del sistema es 121 kV según la Norma ANSI y 123 kV según la NORMA IEC.

TENSIÓN NOMINAL DE OPERACIÓN (V_n).

Es la tensión nominal del sistema para el cual va a ser utilizado el pararrayos. Ejemplo: en un sistema de 115 kV, la tensión nominal de operación es 115 kV.

TENSION NOMINAL DEL PARARRAYOS (V_n) O MÁXIMA TENSIÓN CONTINUA DE OPERACIÓN (V_{MCOV})

Es el valor rms de la tensión del sistema entre terminales a frecuencia de red, y a la cual el pararrayos está diseñado para operar continuamente sin que varíen sus características de operación. También se define como la máxima tensión permitida que puede ser aplicada de manera continua al terminal de alta tensión del pararrayos. $V_{MCOV} > V_{max}$.

TENSION DE DESCARGA O CEBADO A FRECUENCIA DE LA RED. (V_d).

Es el valor rms de la tensión mínima a frecuencia del sistema, que aplicada entre terminales del pararrayos produce la descarga.

TENSION RESIDUAL (V_r)

Es la tensión que aparece entre terminales de un pararrayos durante el paso de la corriente de descarga.

TALLER DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

NIVEL DE AISLAMIENTO A LAS ONDAS DE CHOQUE POR RAYO.

Es el valor pico de una onda de tensión de prueba $1,2 \times 50 \mu s$, la cual al ser aplicada al equipo es indicativa de la rigidez dieléctrica del mismo al ser sometido a sobre tensiones transitorias debidas a descargas atmosféricas.

NIVEL DE AISLAMIENTO A LAS ONDAS DE MANIOBRA.

Es el valor pico de una onda de tensión de prueba $250 \times 2500 \mu s$, la cual al ser aplicada al equipo es indicativa de la rigidez dieléctrica del mismo al ser sometido a sobre tensiones transitorias debidas a operaciones de maniobra.

NIVEL DE AISLAMIENTO A FRECUENCIA DE LA RED.

Es el valor efectivo de la tensión de prueba a frecuencia de rango entre 48 a 62 Hz, que el equipo deberá soportar sin daño alguno por un periodo de tiempo de un (1) minuto.

Cabe resaltar que todas estas pruebas son de carácter destructivo, y caen dentro de la denominación de pruebas tipo. Estas se realizan a prototipos de equipos antes de comenzar una producción en serie.

TALLER DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

CORRIENTE NOMINAL DE DESCARGA (I_d)

Es el valor pico de la corriente de impulso de características 8/20 μ s usada para clasificar al pararrayos. Esta corriente suele ser de 10 kA de acuerdo a las NORMAS ANSI e IEC.

La corriente de descarga de 10 kA se utiliza también para definir la tensión de descarga en caso de que esta corriente no sea conocida.

FACTOR DE ATERRAMIENTO (k_e).

Es la relación de los voltajes en la fases sanas durante y antes de la ocurrencia de una falla a tierra.

Este factor depende de la relación de las impedancias de secuencia del sistema en el punto de ubicación del pararrayos, sin embargo para efectos prácticos se pueden considerar los siguientes valores:

Sistemas solidamente puestos a tierra $k_e = 0,8$

Sistemas con neutro aislado $k_e = 1,05$

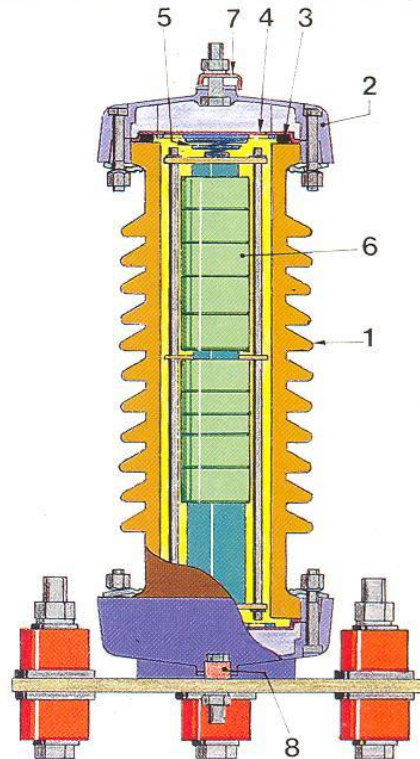
CAPACIDAD DE ALIVIO DE PRESION

Es la habilidad del pararrayos, en el evento de su sobrecarga debido a cualquier motivo, a conducir la corriente de cortocircuito del sistema a través de él sin que se produzcan explosiones violentas las cuales puedan dañar a los equipos vecinos o a las personas. Una vez actuado la válvula de alivio de presión el pararrayos debe ser reemplazado.

TALLER DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

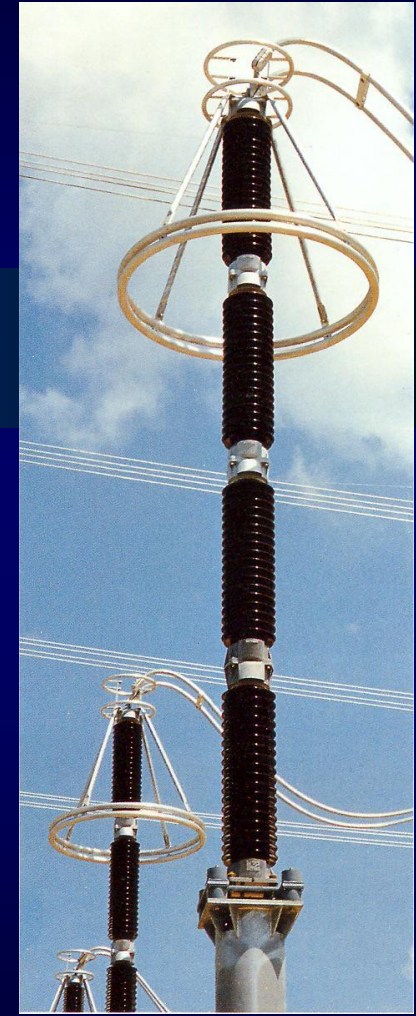
UNE 21088					ANSI C57 - 13			VDE 0414				CEI 185 y 186					
U _{max} KV.	Ensayo frec. industrial KV _{ef}	Ensayo choque KV _{cresta}	Clase Aisl. KV	Ensayo frec. indus. KV _{ef}	Ensayo choque (BIL) KV _{cresta}	U _{max} KV	Ens. frec. ind. KV _{ef}		Ensayo choque KV _{cresta}		Serie I (S ^o países eur.)			Serie II (S ^o USA y Canadá)			
							Aisl. D (entre espiras)	Aisl. F (entre arrol.)	Nivel N	Nivel S	U _{max} KV	Ensa. frec. ind. KV _{ef}	Ensa. choque KV _{cresta}	KV	Ensa. frec. ind. KV _{ef}	Ensa. choque KV _{cresta}	Pot. red. <500 KVA
1.º Neutro no efectiv. a tierra.																	
0,6	3		0,6	4	10	0,6	2	3			0,6	3		0,6	4	10	10
1,2	10		1,2	10	30	1,2	3,5	10			1,2	6		1,2	10	30	30
			2,5	15	45						2,4	11		2,75	15	45	60
3,6	27	45	5	19	60	3,6	16	21	45	40	3,6	16	45	5,5	19	60	75
7,2	33	60	8,7	26	75	7,2	22	27	60	50	7,2	22	60	9,25	26	75	95
12	42	75	15L	34	95	12	28	35	75	60	12	28	75	15,5	34	95	110
			15H	34	110												
17,5	53	95	18	40	125	17,5	38	45	95	75	17,5	38	95				
24	64	125	25	50	150	24	50	55	125	95	24	50	125	25,8	50		150
			34,5	70	200	27,5	60	65	145	125							
36	86	170				36	70	75	170	145	36	70	170	38	70		200
			46	95	250									43,3	95		250
52	119	250				52	95	105	250	190	52	95	250				
			69	140	350												
72,5	152	325				72,5	140	140	325	250	72,5	140	235	72,5	140		350
	Aisl. pleno	Aisl. reduc.	Aisl. pleno	Aisl. reduc.							U _{max} KV	Ensa. frec. indus. KV _{ef}	Ensa. choque KV _{cresta}				
					92	185	450										
100	185	450			115	230	550				100	185	150	450		380	
123	230	550			138	275	650				123	230	185	550		450	
145	275	650			161	325	750				145	275	230	650		550	
170	325	750			180	360	825				170	325	275	750		650	
			196	395	900												
			215	430	975												
			230	460	1050												
245	460	395	1050	900							245	460	395 o 360	1050		900 o 825	
			260	520	1175												
			287	575	1300												
2.º Neutro afectiv. a tierra																	
			315	630	1425		125	185	185	450	375						
			345	690	1550		170	275	275	650	550	300		510 o 460		1175 o 1050	
			375	750	1675		250	395	395	900	750	362		570 o 510		1300 o 1175	
			400	800	1800		420	630	680	1425	1300	420		680 o 630		1550 o 1425	
420	680	630	1550	1450													
			430	860	1925												
			460	920	2050												
			490	980	2175												
			520	1040	2300							525		740 o 680		1675 o 1550	
			545	1090	2425												

TALLER DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

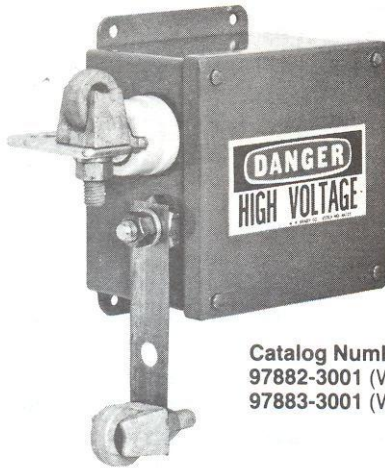


PSE-X Surge arrester type

- 1 - Insulator
- 2 - Flange with nozzle
- 3 - Seal
- 4 - Safety diaphragm
- 5 - Compression spring
- 6 - Resistor
- 7 - H.V. terminal
- 8 - Earth terminal

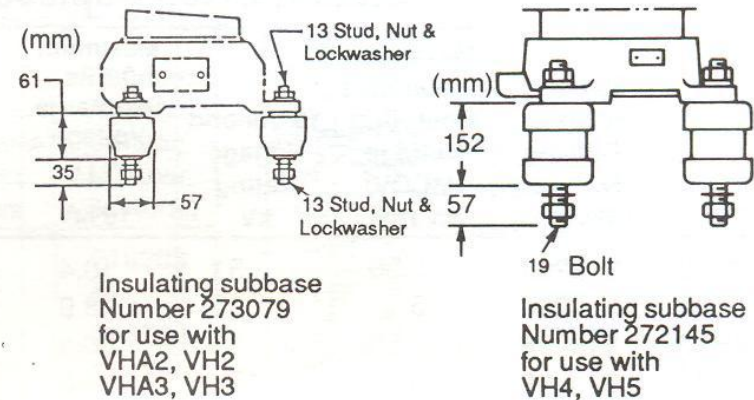


TALLER DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

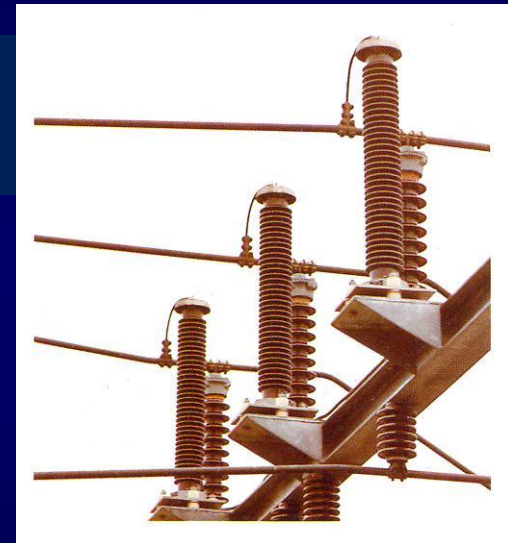
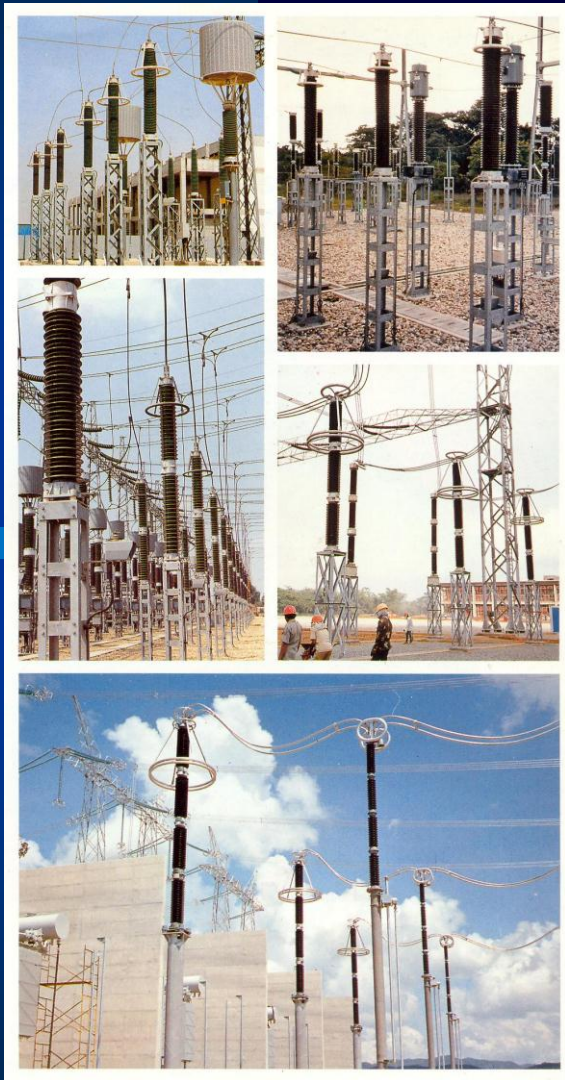


Catalog Numbers
97882-3001 (W/O current instrument)
97883-3001 (With current instrument)

Insulating Subbases



TALLER DE SUBESTACIONES ELECTRICAS



TALLER DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

CABLE DE GUARDA Y PUNTA FRANKLIN

Muchos piensan erroneamente que los pararrayos se utilizan para atraer la descargas atmosfericas, cuando ellos solamente se encargan de drenar a tierra las sobre tensiones.

En las subestaciones la responsabilidad de atraer las descargas atmosfericas es de los cables de guarda y las puntas Franklin.

TALLER DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

CABLE DE GUARDA

Un cable de guarda no es mas que una guaya de acero galvanizado que se coloca a una altura mayor que las barras de la subestación o el equipo mas alto.

Ellos son elementos atractivos de las descargas, permitiendo que esta incida sobre el en lugar de de algun componente de la subestación.

Una vez que es tocado por la descarga, él se encarga de drenarla al suelo.

Los calibres de guaya mas usado en las subestaciones son 3/8" y 5/16".

En algunos casos se coloca en el tramo entre el pórtico de llegada y la torre terminal cables de guarda del tipo allumoweld, pero esto es debido mas que todo a que este es el que viene colocado en la línea.

Para alcanzar alcanzar las alturas efectivas de protección del cable de guarda se utilizan extensiones en las columnas de los porticos denominadas castilletes.

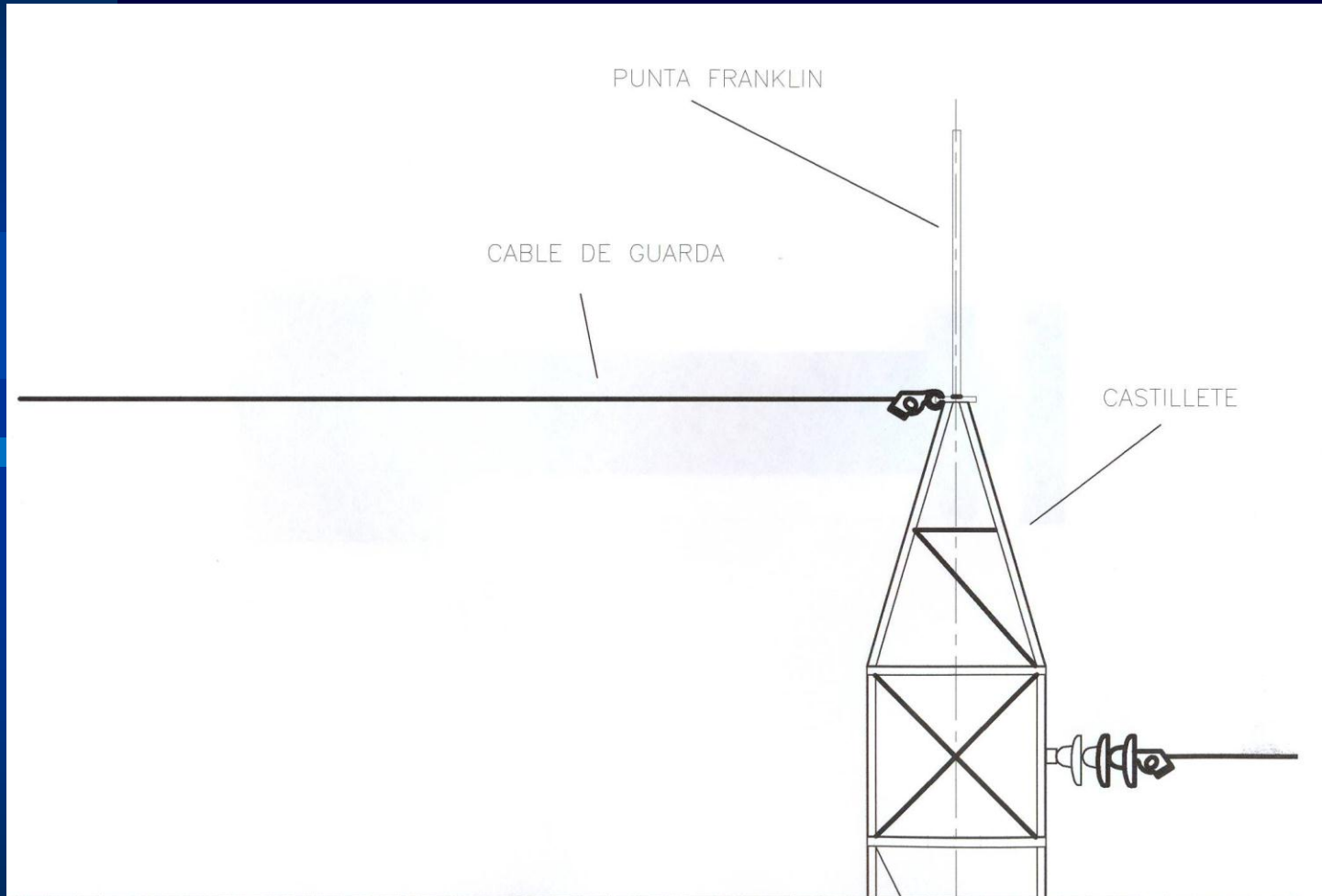
TALLER DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

PUNTA FRANKLIN

Las puntas Franklin son barras que al igual que los cables de guarda se colocan a mayor altura que el resto de los equipos, con el objeto de atraer las descargas atmosféricas.

En la protección de edificios se utilizan pequeñas barras de cobre de 0,5 m de longitud, sin embargo en subestaciones las puntas se pueden construir con tubos de acero de 1" de diámetro o de una sección tal que pueda soportar la presión del viento existente en la zona sin doblarse.

TALLER DE SUBESTACIONES ELECTRICAS



TALLER DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

TRAMPA DE ONDA

Son bobinas de cobre o aluminio que se instalan en serie en las líneas de transmisión a la llegada de las subestaciones

Se montan sobre transformadores capacitivos o de tensión capacitivos o en los porticos para conformar un filtro pasa bajo para la señal de 60 Hz y filtro pasa alto para las señales del orden de los khz

Forman parte integral del llamado sistema de onda portadora

CADAFE tiene los siguientes valores de inductancia
0,2-0,25-0,4-0,5-1,0-2,0 mH

TALLER DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

NORMAS

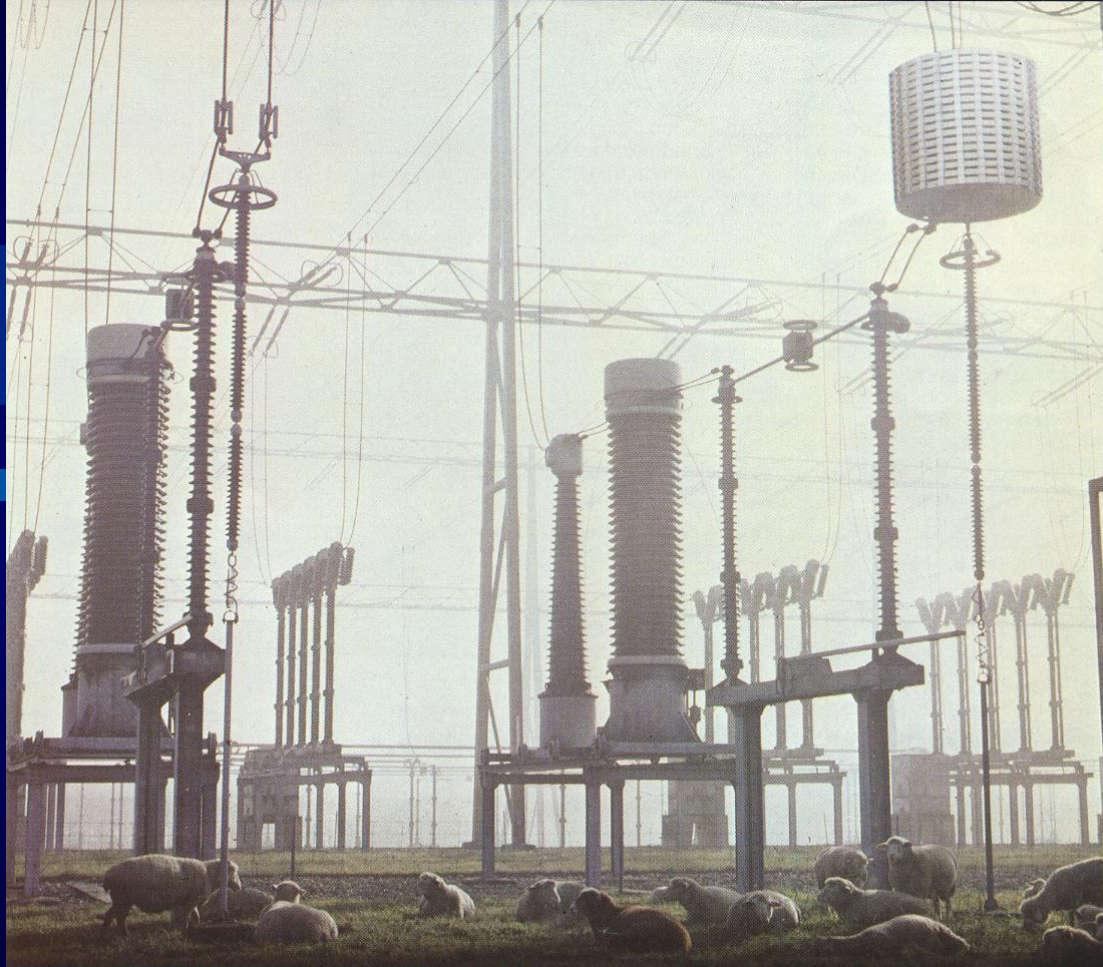
CADAFE NS-E-170

IEC 353

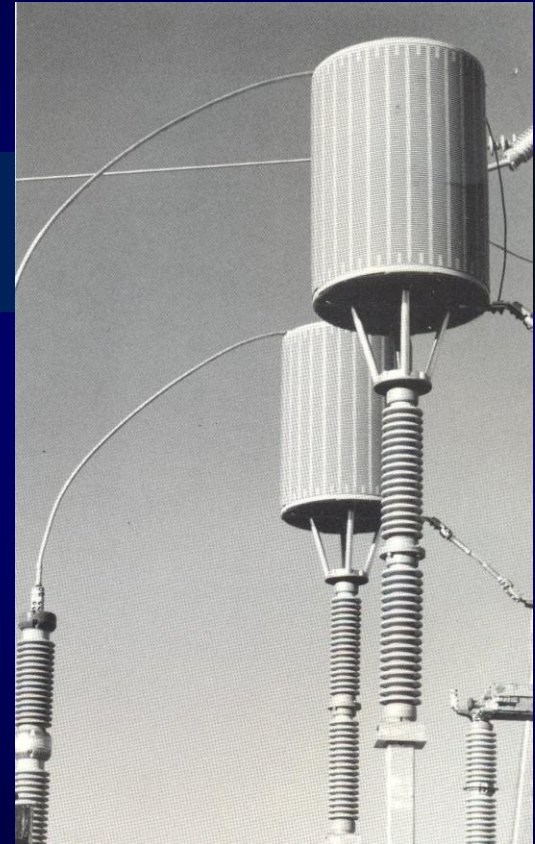
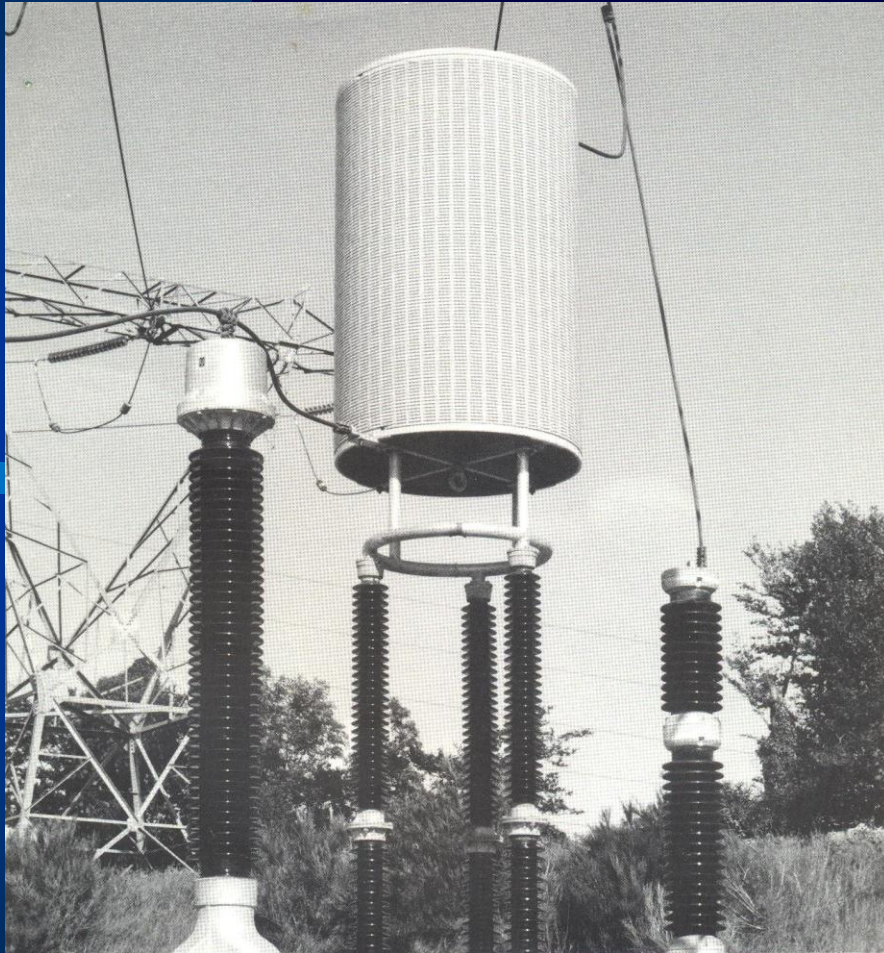
IEC 99-1

ANSI C 93.3

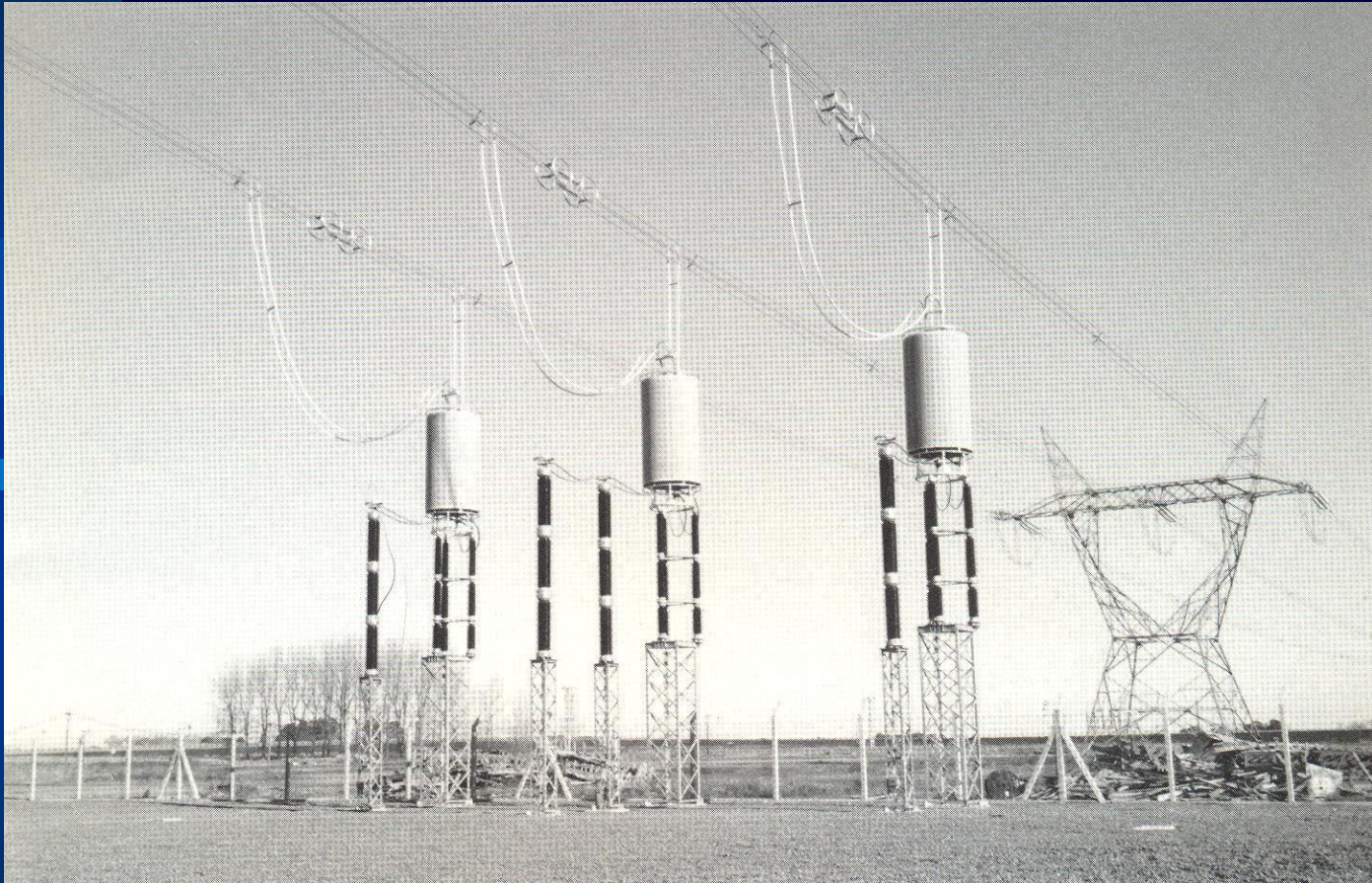
TALLER DE SUBESTACIONES ELECTRICAS



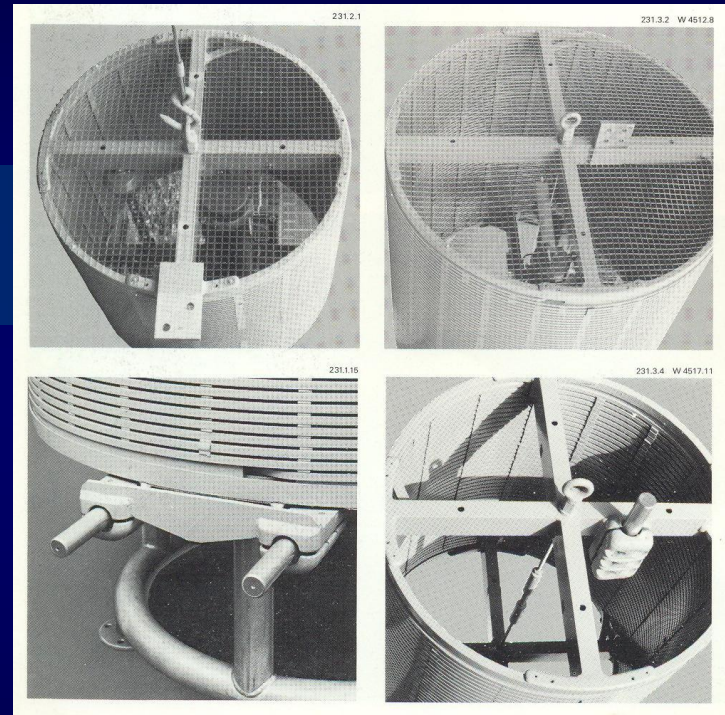
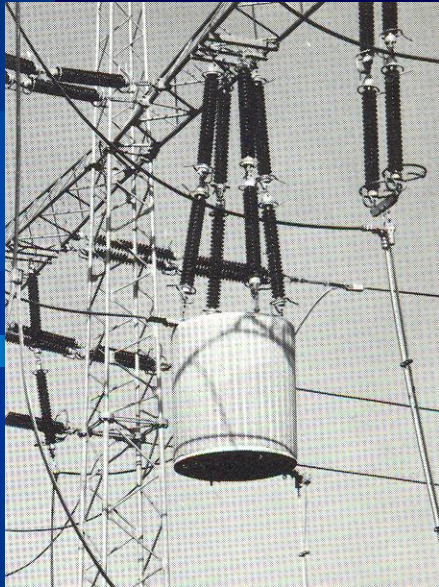
TALLER DE SUBESTACIONES ELECTRICAS



TALLER DE SUBESTACIONES ELECTRICAS



TALLER DE SUBESTACIONES ELECTRICAS



TALLER DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

BARRAS CONDUCTORAS

Son las encargadas de la interconexión entre los diferentes componentes o equipos de una subestación.

Existen dos tipos de barras:

- Barras tendidas.
- Barras soportadas.

TALLER DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

BARRAS TENDIDAS.

Están conformadas por los conductores flexibles y pueden ser de cobre, aluminio, ACSR o ACAR.

Se sujetan a los pórticos mediante cadenas de amarre o suspensión. Son excelentes para barras principales de vanos largos y son utilizadas también para interconexión entre equipos o como bajantes.

La utilización del material de cobre o aluminio en las barras flexibles dependerá de la atmósfera reinante alrededor de la subestación, por ejemplo en una zona tan contaminante como lo es la costa debe usarse cobre.

En caso de que se requiera tracción en el conductor de barras deberá emplearse ACSR.

Las tablas siguientes muestran los calibres normalizados por CADAFE en sus subestaciones.

TALLER DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

TABLA 1

CONDUCTORES DE COBRE DESNUDOS AA y A
PARA USO EXTERIOR.

CALIBRE AWG 6 MM	N° DE ALAM- BRES.	DIAME- TRO DE CADA - ALAM- BRE. (mm)	DIAME- TRO DEL CONDUCTOR. (mm)	SECCION CALCULA- DA. (mm ²)	PESO (Kgf/Km)	DURO		SEMIDURO		BLANDO		CAPACIDAD DE CORRIENTE (Amp)
						CARGA DE RUPTURA (Kgf)	RESISTENCIA EN C.C. a - 20 °C. (Ω /Km)	CARGA DE RUPTURA (Kgf)	RESISTENCIA EN C.C. a - 20 °C. (Ω /Km)	CARGA DE RUPTURA (Kgf)	RESISTENCIA EN C.C. a - 20 °C. (Ω /Km)	
4/0	7	4,42	13,26	107	973	4152	0,1706	3301	0,1697	2789	0,1637	353
350	12(AA)	4,34	18,03	178	1609	6868	0,1031	5461	0,1026	4613	0,0991	486
350	19(A)	3,45	17,25	177	1609	7072	0,1031	5534	0,1026	4613	0,0991	482
600	37	3,23	22,63	303	2757	12256	0,0602	9553	0,0598	7911	0,0578	669

NS-E-240



CADAFE
Comisión Asesora de Defensa y Asesoría Financiera

CADAFE
compère de votre sélection des meilleurs vins

NS-E-240

Page. 7

TALLER DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

BARRAS SOPORTADAS.

Son conductores rígidos de aluminio o cobre de sección circular o rectangular que deben ser instalados sobre aisladores de soporte, de ahí su nombre. Se utilizan como barras principales en aquellos sitios donde la flecha de los conductores flexible presentaría problemas de alturas mínimas. Tiene la desventaja que se fabrican en tramos de seis metros, siendo necesario la utilización de conectores para realizar tendidos de longitudes mayores.

Hay quienes usan soldadura para unir las barras, sin embargo, para evitar puntos calientes la misma debe ser de calidad. También hay quienes prefieren usar barras flexibles para la interconexión entre equipos en lugar de barras soportadas con el objeto de evitar el uso de conectores expandibles que absorban la dilatación de los tubos por lo costoso que resultan.

Las barras de sección rectangular se usan mas como barras principales dentro de los tableros o celdas, mientras que las barras de sección circular en las áreas exteriores.

Existen tres tipos de barras soportadas de sección circular:

Estándar (Standard)

Pesada (Heavy)

Extra pesada (extra-heavy)

La diferencia entre ellas es el espesor de la sección.

Cabe resaltar que la selección de la sección para una barra soportada es mas por razones mecánicas que por capacidad térmica o cortocircuito.

TALLER DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

BARRAS SOPORTADAS.

Las barras soportadas pueden ser de cobre o aluminio y su calibre se denomina en pulgadas.

Cabe resaltar que aún cuando encontremos barras de 1", 1 1/2", etc., debemos tener presente que este es un diámetro nominal siendo realmente el diámetro interno mayor, diferencia que puede ser observada en las tablas de barras normalizadas por CADAFE que se muestran mas adelante.

Esto es importante conocer el diámetro mayor al momento de seleccionar el conector de la barra pues estos por lo general tienen un rango de seccionas al cual pueden ser aplicados.

El termino SPS y HEPS de las tablas significa "STANDARD PIPE SIZE y EXTRA HEAVY PIPE SIZE" respectivamente.

TALLER DE SUBESTACIONES ELECTRICAS



Pág. 8

TABLA 3

BARRAS TUBULARES DE COBRE PARA USO EXTERIOR

CALIBRE IPS	DIAMETRO EXTERNO (mm)	DIAMETRO INTERNO (mm)	PESO (Kgf/m)	RESISTENCIA EN C.C. a 20 °C. (Ω /Km)	CAPACIDAD DE CORRIENTE (Amp)
3/4" SPS	26,67	20,88	1,92	0,0797	603
1" SPS	33,40	26,97	2,71	0,0565	732
1 1/2" SPS.	48,26	40,64	4,73	0,0324	1063
2" SPS	60,33	52,37	6,26	0,0245	1293
2 1/2" SPS	73,03	63,50	9,08	0,0169	1634
3" SPS	88,90	77,77	12,95	0,0118	2053
3/4"EHPS	26,67	18,69	2,53	0,0606	691
1" EHPS	33,40	24,16	3,71	0,0413	856
1 1/2" EHPS	48,26	37,95	6,21	0,0247	1218
2" EHPS	60,33	49,10	8,58	0,0179	1514
2 1/2" EHPS	73,03	58,80	13,10	0,0117	1965
3" EHPS	88,90	73,46	17,50	0,0088	2370

NS-E-240



Pág. 9

TABLA 4

BARRAS TUBULARES DE ALUMÍNIO EC PARA USO EXTERIOR

CALIBRE IPS	DIAMETRO EXTERNO (mm)	DIAMETRO INTERNO (mm)	PESO (Kgf/m)	RESISTENCIA EN C.C. a 20 °C. (Ω /Km)	CAPACIDAD DE CORRIENTE (Amp)
3/4" SPS	26,67	20,93	0,58	0,1311	474
1" SPS	33,40	26,64	0,86	0,0882	592
1 1/2" SPS.	48,26	40,89	1,39	0,0545	831
2" SPS	60,33	52,50	1,88	0,0405	1022
2 1/2" SPS	73,03	62,71	2,97	0,0256	1350
3" SPS	88,90	77,93	3,89	0,0196	1625
3/4"EHPS	26,67	18,85	0,76	0,1006	541
1" EHPS	33,40	24,31	1,11	0,0683	673
1 1/2" EHPS	48,26	38,10	1,86	0,0408	961
2" EHPS	60,33	49,25	2,58	0,0295	1199
2 1/2" EHPS	73,03	59,00	3,93	0,0193	1556
3" EHPS	88,90	73,66	5,26	0,0145	1888

NS-E-240

TALLER DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

TABLA 5

BARRAS DE COBRE PLANAS PARA USO INTERIOR

ANCHO X ESPESOR (mm)	SECCION (mm ²)	PESO (Kg/m)	CAPACIDAD DE CORRIENTE A T-amb. = 40 °C.		CAPACIDAD DE CORRIENTE A T-amb. = 50 °C.		CAPACIDAD DE CORRIENTE A T-amb. = 60 °C.	
			I (A)	II (A)	I (A)	II (A)	I (A)	II (A)
10 x 3	30	0,268	137	251	124	227	80	147
10 x 5	50	0,447	198	382	180	347	117	226
15 x 3	45	0,402	160	279	130	226	81	141
15 x 5	75	0,670	257	475	233	430	152	282
20 x 5	100	0,894	271	495	219	400	137	250
20 x 10	200	1,788	423	817	342	660	214	413
25 x 3	75	0,670	243	408	196	330	123	206
25 x 5	125	1,117	324	580	262	469	164	293
30 x 5	150	1,341	375	621	303	502	190	314
30 x 10	300	2,682	567	1049	458	848	287	530
40 x 5	200	1,788	477	828	386	669	241	418
40 x 10	400	3,576	708	1277	572	1032	358	645
60 x 5	300	2,682	681	1139	550	920	344	575
60 x 10	600	5,364	979	1703	791	1376	495	860
80 x 10	800	7,152	1228	2089	992	1688	620	1055
100 x 10	1000	8,940	1475	2455	1192	1984	745	1240
120 x 10	1200	10,728	1723	2831	1392	2288	870	1430

NS-E-240

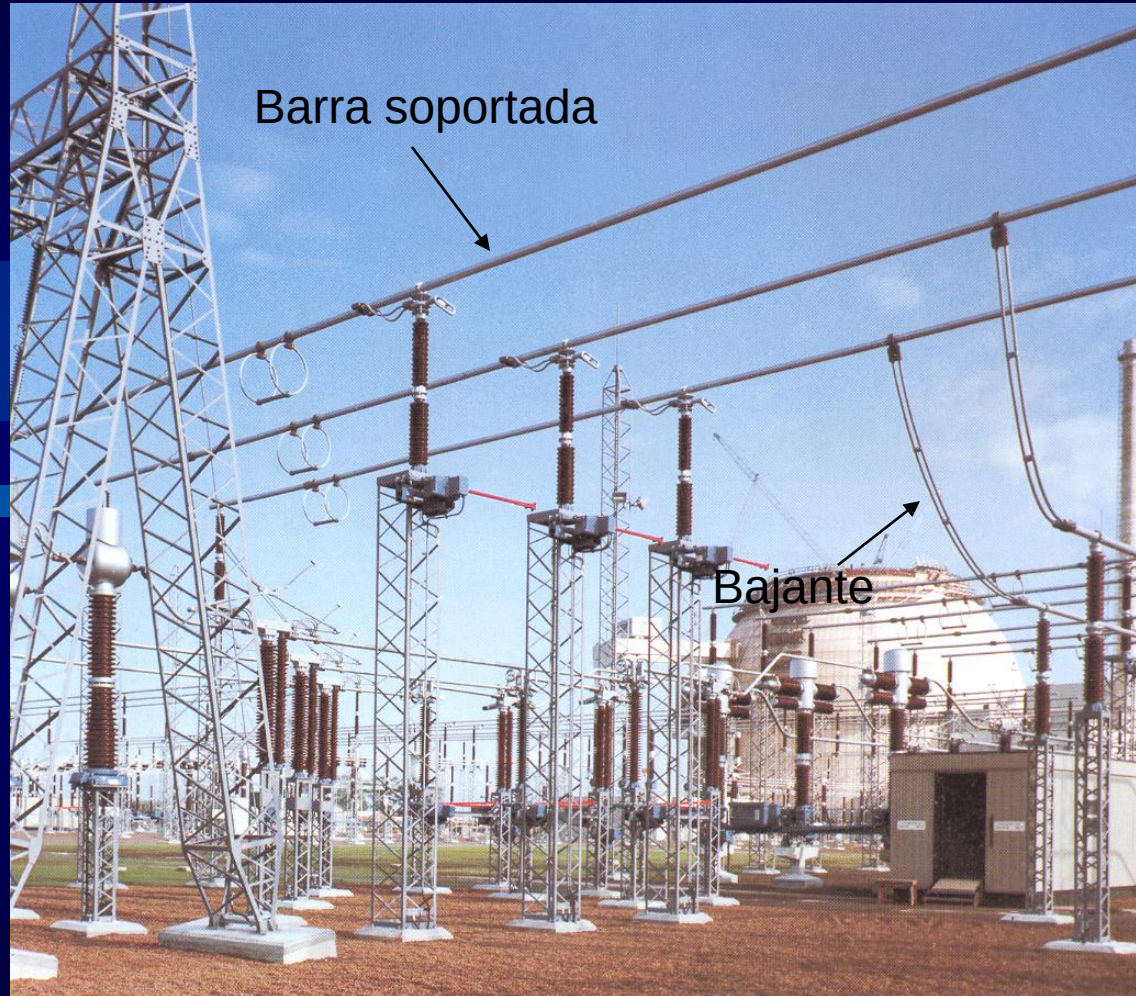


TALLER DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

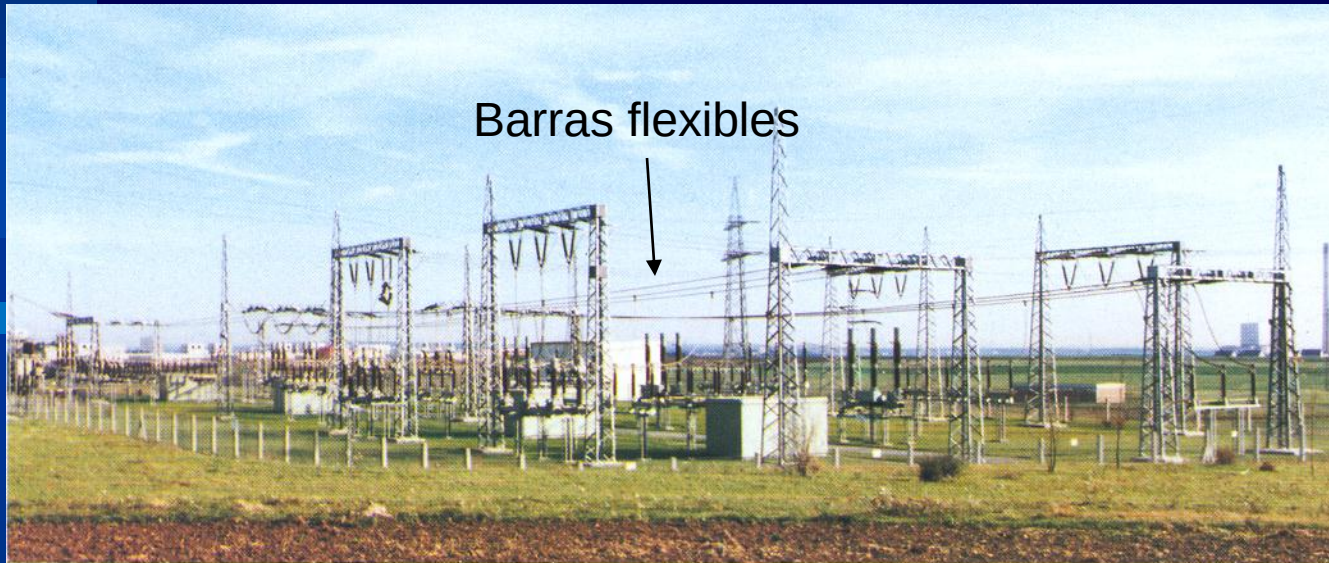
SELECCIÓN DE LAS BARRAS.

Las barras sean tendidas o soportadas deben ser seleccionadas por criterios de selección tanto eléctricos como mecánicos y deben satisfacer las condiciones mas exigentes de las dos.

TALLER DE SUBESTACIONES ELECTRICAS



TALLER DE SUBESTACIONES ELECTRICAS



TALLER DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

AISLADORES

Como su nombre lo indican permiten mantener las partes energizadas de una instalación de las partes puestas a tierra.

Adicionalmente sirven de sujeción o fijación de las barras conductoras dentro de la subestación.

Hay tres tipos de aisladores dentro de una subestación denominadas como se indica a continuación:

- Cadenas de Amarres.
- Cadenas de suspensión.
- Aisladores soporte.

TALLER DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

CADENAS DE AISLADORES

Se forman de la unión de varios aisladores de idénticas características, unidos en serie. Se utilizan para sujetar las barras flexibles.

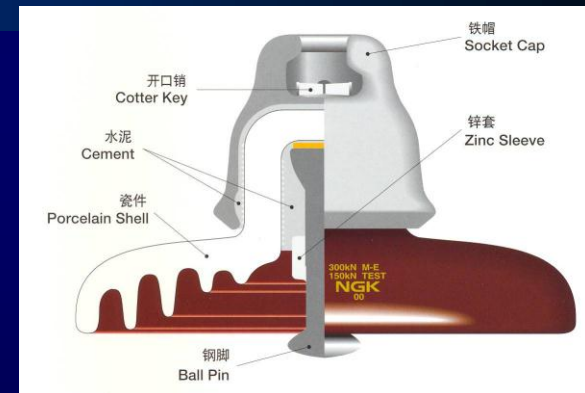
La cadena de amarre se diferencia de la cadena de suspensión en que a esta ultima se le adicionan dos aisladores mas.

El material de los aisladores puede ser cerámica o vidrio y los elementos de unión hierro maleable.

El material de fijación viene en dos modelos:

- Sócate y bola.

-Anillo y grillete.



De uno u otro modelo dependerá los elementos de fijación del conductor a la cadena y la cadena a los pórticos.

La ventaja de la fijación sócate y bola es que tiene mas grados de libertad que la de anillo y ojo.

Los aisladores de amarre deben tener capacidad para soportar dos veces la fuerza de tracción ejercida por los conductores flexibles bajo condiciones de cortocircuito.

TALLER DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

Tabla 6.2
STANDARD STRING FLASHOVER CHARACTERISTICS OF SUSPENSION INSULATORS
based on test procedures of ANSI C29.1

No. of Unit	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
6" x 5 1/2"	Low-Frequency Average Flashover	80	120	175	225	275	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Positive kV	30	55	80	105	130	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Negative kV	100	200	300	385	460	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7 1/2" x 5 1/2"	Low-Frequency Average Flashover	65	130	190	248	295	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Positive kV	35	65	95	130	155	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Negative kV	115	225	370	390	465	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10" x 5"	Low-Frequency Average Flashover	80	145	200	250	300	345	390	440	495	550	605	655	705	755	805	855	905	955	1005	1055	1105	1155	1205	1255
	Positive kV	30	55	80	105	130	155	180	205	230	255	280	305	330	355	380	405	430	455	480	505	530	555	580	605
	Negative kV	125	250	325	420	480	565	645	720	795	865	935	1005	1075	1145	1220	1290	1365	1435	1510	1580	1650	1720	1790	1860
12" x 5 1/2"	Low-Frequency Average Flashover	80	155	215	270	325	380	435	490	545	600	655	710	765	820	875	930	985	1040	1095	1150	1205	1260	1315	1370
	Positive kV	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360	390	420	450	480	510	540	570	600	630	660	690	720
	Negative kV	140	265	360	460	525	610	695	780	865	945	1025	1105	1185	1265	1345	1425	1505	1585	1665	1745	1825	1905	1985	2065
15" x 5 1/2"	Low-Frequency Average Flashover	80	165	230	295	360	425	490	555	620	685	750	815	880	945	1010	1075	1140	1205	1270	1335	1400	1465	1530	1595
	Positive kV	30	65	100	135	170	205	240	275	310	345	380	415	450	485	520	555	590	625	660	695	730	765	800	835
	Negative kV	150	285	395	495	565	650	735	820	905	990	1075	1160	1245	1330	1415	1500	1585	1670	1755	1840	1925	2010	2095	2180
18" x 5 1/2"	Low-Frequency Average Flashover	80	185	260	335	410	485	560	635	710	785	860	935	1010	1085	1160	1235	1310	1385	1460	1535	1610	1685	1760	1835
	Positive kV	30	70	110	150	190	230	270	310	350	390	430	470	510	550	590	630	670	710	750	790	830	870	910	950
	Negative kV	160	315	440	545	625	710	795	880	965	1050	1135	1220	1305	1390	1475	1560	1645	1730	1815	1900	1985	2070	2155	2240
21" x 5 1/2"	Low-Frequency Average Flashover	80	205	290	375	460	545	630	715	800	885	970	1055	1140	1225	1310	1395	1480	1565	1650	1735	1820	1905	1990	2075
	Positive kV	30	75	120	165	210	255	300	345	390	435	480	525	570	615	660	705	750	795	840	885	930	975	1020	1065
	Negative kV	170	330	465	570	655	740	825	910	995	1080	1165	1250	1335	1420	1505	1590	1675	1760	1845	1930	2015	2100	2185	2270
24" x 5 1/2"	Low-Frequency Average Flashover	80	215	310	405	500	595	690	785	880	975	1070	1165	1260	1355	1450	1545	1640	1735	1830	1925	2020	2115	2210	2305
	Positive kV	30	80	130	180	230	280	330	380	430	480	530	580	630	680	730	780	830	880	930	980	1030	1080	1130	1180
	Negative kV	180	345	490	600	690	780	870	960	1050	1140	1230	1320	1410	1500	1590	1680	1770	1860	1950	2040	2130	2220	2310	2400
27" x 5 1/2"	Low-Frequency Average Flashover	80	225	330	435	540	645	750	855	960	1065	1170	1275	1380	1485	1590	1695	1800	1905	2010	2115	2220	2325	2430	2535
	Positive kV	30	85	140	195	250	305	360	415	470	525	580	635	690	745	800	855	910	965	1020	1075	1130	1185	1240	1295
	Negative kV	190	360	515	630	725	820	915	1010	1105	1200	1295	1390	1485	1580	1675	1770	1865	1960	2055	2150	2245	2340	2435	2530
30" x 5 1/2"	Low-Frequency Average Flashover	80	235	350	465	580	695	810	925	1040	1155	1270	1385	1500	1615	1730	1845	1960	2075	2190	2305	2420	2535	2650	2765
	Positive kV	30	90	150	210	270	330	390	450	510	570	630	690	750	810	870	930	990	1050	1110	1170	1230	1290	1350	1410
	Negative kV	200	380	540	665	765	865	965	1065	1165	1265	1365	1465	1565	1665	1765	1865	1965	2065	2165	2265	2365	2465	2565	2665

Disco Dia. X spacing	No. of Unit	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
6" x 5 1/2"	Low-Frequency Average Flashover	Dry kV	80	120	175	225	275	-	-	-	-	-	-
		Wet kV	30	55	80	105	130	-	-	-	-	-	-
	Critical-Impulse Average Flashover	Positive kV	100	200	300	385	460	-	-	-	-	-	-
7 1/2" x 5 1/2"	Low-Frequency Average Flashover	Dry kV	65	130	190	248	295	-	-	-	-	-	-
		Wet kV	35	65	95	130	155	-	-	-	-	-	-
	Critical-Impulse Average Flashover	Positive kV	115	225	370	390	465	-	-	-	-	-	-
10" x 5"	Low-Frequency Average Flashover	Dry kV	80	145	200	250	300	345	390	440	495	550	605
		Wet kV	30	55	80	105	130	155	180	205	230	255	280
	Critical-Impulse Average Flashover	Positive kV	125	250	325	420	480	565	645	720	795	865	935
12" x 5 1/2"	Low-Frequency Average Flashover	Dry kV	80	155	215	270	325	380	435	490	545	600	655
		Wet kV	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330
	Critical-Impulse Average Flashover	Positive kV	140	265	360	460	525	610	695	780	865	945	1025
15" x 5 1/2"	Low-Frequency Average Flashover	Dry kV	80	165	230	295	360	425	490	555	620	685	750
		Wet kV	30	65	100	135	170	205	240	275	310	345	380
	Critical-Impulse Average Flashover	Positive kV	150	285	395	495	565	650	735	820	905	990	1075
18" x 5 1/2"	Low-Frequency Average Flashover	Dry kV	80	185	260	335	410	485	560	635	710	785	860
		Wet kV	30	70	110	150	190	230	270	310	350	390	430
	Critical-Impulse Average Flashover	Positive kV	160	315	440	545	625	710	795	880	965	1050	1135
21" x 5 1/2"	Low-Frequency Average Flashover	Dry kV	80	205	290	375	460	545	630	715	800	885	970
		Wet kV	30	75	120	165	210	255	300	345	390	435	480
	Critical-Impulse Average Flashover	Positive kV	170	330	465	570	655	740	825	910	995	1080	1165
24" x 5 1/2"	Low-Frequency Average Flashover	Dry kV	80	215	310	405	500	595	690	785	880	975	1070
		Wet kV	30	80	130	180	230	280	330	380	430	480	530
	Critical-Impulse Average Flashover	Positive kV	180	345	490	600	690	780	870	960	1050	1140	1230
27" x 5 1/2"	Low-Frequency Average Flashover	Dry kV	80	225	330	435	540	645	750	855	960	1065	1170
		Wet kV	30	85	140	195	250	305	360	415	470	525	580
	Critical-Impulse Average Flashover	Positive kV	190	360	515	630	725	820	915	1010	1105	1200	1295
30" x 5 1/2"	Low-Frequency Average Flashover	Dry kV	80	235	350	465	580	695	810	925	1040	1155	1270
		Wet kV	30	90	150	210	270	330	390	450	510	570	630
	Critical-Impulse Average Flashover	Positive kV	200	380	540	665	765	865	965	1065	1165	1265	1365

TALLER DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

AISLADORES SOPORTE

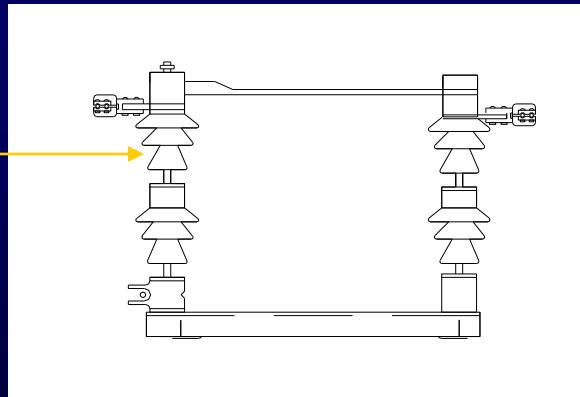
Son aisladores que se utilizan para sujetar las barras soportadas y las cuchillas de los seccionadores, en algunos casos se utilizan para orientar a las barras flexibles.

Existen dos tipos de aisladores soporte:

-Tipo Cap and Pin

En este tipo de aislador las distancias de seguridad se alcanzan colocan unidades en serie una sobre otra.

Aisladores



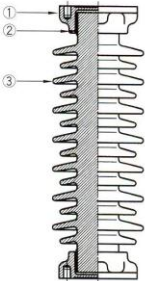
TALLER DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

AISLADORES SOPORTE

- Tipo columna.

Están conformados por columnas de cerámica. La distancia de seguridad se alcanza bien sea con una unidad o varias unidades montadas una sobre otra.

Cada columna de cerámica termina en dos casquetes, al cual corresponde, uno para fijar el aislador a la estructura y el otro para fijar el conector.



Reference No.
NGK
Year-Month

Item No.	Name	Material
①	Cap	Ductile Iron Hot-dip Galvanized Except Female Threads
②	Cement	Portland Cement
③	Porcelain Body	Porcelain

NGK Standard Glaze Colors are Brown and Light Gray

— STANDARD FIXING ARRANGEMENTS —

B.C.D.(mm)	Tapped Hole	Plain Hole
φ 76.2	4-M12-16 Deep	—
φ 127	4-M16-19 Deep	—
φ 200	—	4- φ 18 Holes
φ 225	—	4- φ 18 Holes
φ 254	—	8- φ 18 Holes
φ 275	—	8- φ 18 Holes
φ 300	—	8- φ 18 Holes
φ 325	—	8- φ 18 Holes
φ 356	—	8- φ 18 Holes

TALLER DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

AISLADORES SOPORTE

CARACTERISTICAS TECNICAS A CONSIDERAR EN LA SELECCIÓN DE UN AISLADOR SOPORTE.

Esfuerzo a la torsión.

Esfuerzo a la compresión.

Esfuerzo en Cantilever.

Distancia de fuga.