

6.3. Seccionadores y Cuchillas de Tierra.

Se los conoce también con el nombre de separadores o desconectores.

Son dispositivos que sirven para conectar y desconectar diversas partes de una instalación eléctrica, para efectuar maniobras de operación o bien de mantenimiento.

La misión de estos aparatos es la de aislar tramos de circuitos de una forma visible.

Los circuitos que debe interrumpir deben hallarse libres de corriente, o dicho de otra forma, el seccionador debe maniobrar en vacío. No obstante, debe ser capaz de soportar corrientes nominales, sobreintensidades y corrientes de cortocircuito durante un tiempo especificado.

Así, este aparato va a asegurar que los tramos de circuito aislados se hallen libres de tensión para que se puedan tocar sin peligro por parte de los operarios.

El diseño y la construcción de los seccionadores están reglamentados de acuerdo con las normas IEC 60129 y 60273 o las normas ANSI C29.8 y C29.9, y responder además a la IEC 60694 en lo que respecta a valores nominales y de ensayos (tensión resistida a impulso y 50 Hz.).

Los seccionadores utilizados habitualmente en instalaciones eléctricas tienen muy variadas formas constructivas pudiéndose clasificarlos según su modo de accionamiento:

- Seccionadores de cuchillas giratorias.
- Seccionadores de cuchillas deslizantes.
- Seccionadores de columnas giratorias.
- Seccionadores de pantógrafo.
- Seccionadores semipantógrafos o tipo rodilla.

Sea cual fuera el tipo (de apertura horizontal o vertical y con movimiento giratorio central o lateral, pantográfico o semipantográfico) deberán permitir la observación clara y precisa de la distancia de aislamiento en aire.

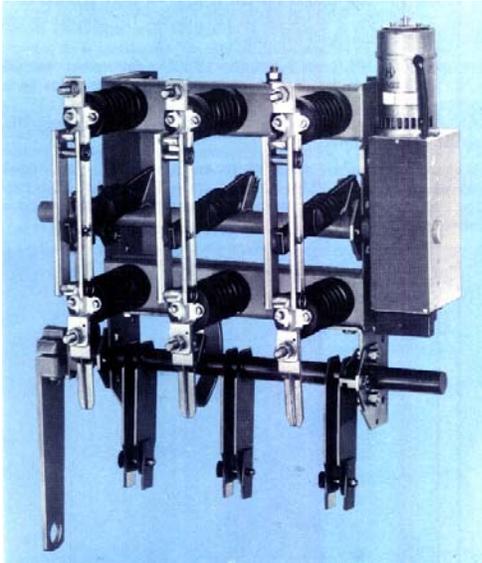
Dentro de esta clasificación todos pueden tener una constitución unipolar o tripolar.

El tipo de apertura deberá elegirse teniendo en cuenta las distancias eléctricas adoptadas para el proyecto. Los de apertura lateral, por ejemplo, requieren mayores distancias entre ejes de fases que los de otro tipo. Esta elección adquiere particular importancia cuando se trata de ampliación de instalaciones existentes, cuyas distancias pueden haber sido proyectadas para otro tipo de equipamiento.

Los seccionadores de 220 kV tendrán mando motorizado para operación individual por polo de las cuchillas principales. El accionamiento de la cuchilla de puesta a tierra podrá ser motorizado o manual. Los seccionadores de 132 kV podrán tener un accionamiento único para las tres fases acopladas mecánicamente.

6.3.1. Seccionadores de cuchillas giratorias.

Estos aparatos son los más empleados para tensiones medias, tanto para interior como para exterior, pudiendo disponerse de seccionadores unipolares como tripolares.



En la figura se observa un seccionador de cuchillas giratorias tripolar para instalación en interior y tensión de servicio de hasta 13,2 kV, con accionamiento por motor y cuchillas de puesta a tierra adosadas para accionamiento manual con palanca de maniobra, intensidad nominal $I_n = 630$ A.

La constitución de estos seccionadores es muy sencilla, disponiéndose básicamente en una base o armazón metálico rígido (donde apoyarán el resto de los elementos), dos aisladores soporte de porcelana, un contacto fijo o pinza de contacto y un contacto móvil o cuchilla giratoria (estos dos últimos elementos montados en cada uno de los aisladores de porcelana).

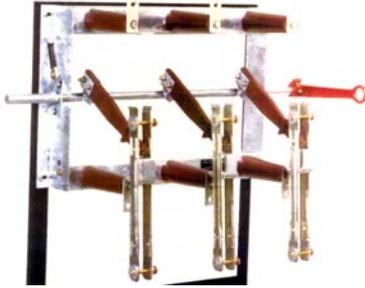
Cabe comentar que la utilización de seccionadores unipolares puede provocar desequilibrio entre las fases de una instalación, por lo que resultan preferibles, aunque sean más caros, los seccionadores tripolares donde las cuchillas giratorias de cada fase se hallan unidas entre sí por un eje común, lo que permite un accionamiento conjunto de todas ellas. Cuando la corriente nominal es elevada, los seccionadores están provistos de dos o más cuchillas por polo.

La principal diferencia entre los seccionadores de cuchillas giratorias para instalación en interior y para instalación en intemperie estriba en el tamaño y forma de los aisladores que soportan los contactos, teniendo unos aisladores de mayor tamaño y forma acampanada en los seccionadores de intemperie que en los de interior, consiguiendo de esta manera el aumento de las líneas de fuga en los aisladores y mayores tensiones de contorno bajo lluvia.

En muchos casos resulta conveniente poner a tierra las instalaciones cuando se ha de trabajar en ellas, para lo cual se construyen seccionadores con cuchillas de puesta a tierra accionadas por medio de una palanca auxiliar maniobrada con la pértiga de accionamiento. Estos seccionadores están contruidos de forma que cuando están conectadas las cuchillas del seccionador resulte imposible conectar las cuchillas de puesta a tierra y recíprocamente resulte imposible conectar las cuchillas del seccionador, mientras esté conectado el dispositivo de puesta a tierra. Esto se logra por medio de un enclavamiento electromecánico.

6.3.2. Seccionadores de cuchillas deslizantes.

Con una estructura muy similar a la de los seccionadores de cuchillas giratorias, descritos anteriormente, poseen la ventaja de requerir menor espacio en sus maniobras dado que sus cuchillas se desplazan longitudinalmente, por lo que se puede instalar en lugares más angostos. No obstante, dado el tipo de desplazamiento de las cuchillas, estos seccionadores tienen una capacidad de desconexión inferior en un 70 % a los anteriores.

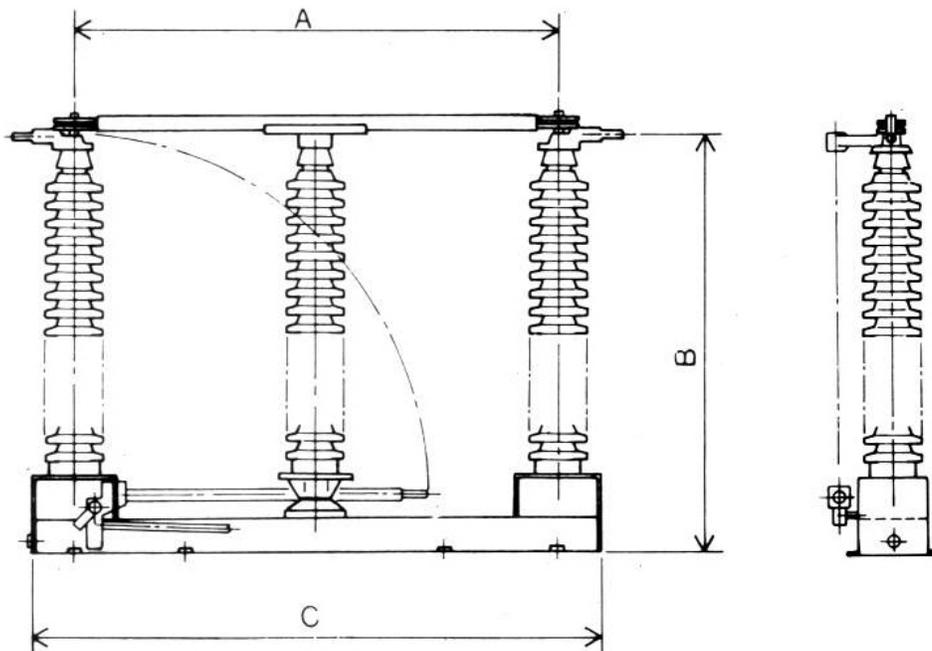


Seccionador de cuchillas deslizantes para servicio de interior. Este modelo se dispone para tensiones de 13,2 a 33 kV y desde 400 hasta 630 A.

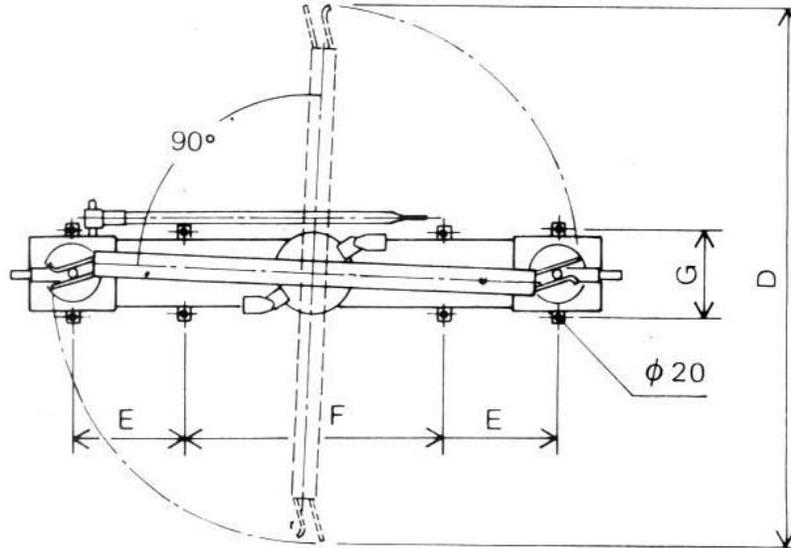
Seccionadores de columnas giratorias.

Este tipo de seccionadores se utiliza en instalaciones de intemperie y con tensiones de servicio desde 33 kV hasta 220 kV. Dentro de este tipo de seccionadores cabe distinguir dos construcciones diferentes:

Seccionador de columna giratoria central o de tres columnas por polo: en este tipo de seccionador la cuchilla o contacto móvil está fijada sobre una columna aislante central que es giratoria. Con esta disposición se tiene una interrupción doble, de tal suerte que cada punto de interrupción requiere una distancia en aire igual a la mitad de la total. Las dos columnas exteriores están montadas rígidamente sobre un soporte metálico de perfiles de acero galvanizado en caliente y son las encargadas de sostener los contactos fijos.



Seccionador de columna giratoria central y cuchillas de puesta a tierra hasta 220 kV.



Dimensiones aproximadas en mm.

kV	A	B	C	D	E	F	G
145	2.170	1.850	2.500	2.200	270	1.260	320
170	2.420	2.050	2.740	2.450	270	1.460	320
245	3.200	2.650	3.550	3.230	300	2.000	350

En caso de que se disponga de un seccionador de columna central giratoria trifásico, el accionamiento de las tres columnas centrales giratorias se realiza mediante un juego de barras y bielas que permiten un accionamiento conjunto de las tres cuchillas giratorias o contactos móviles.

En el seccionador montado con cuchilla de puesta a tierra se impide cualquier falsa maniobra por medio de un enclavamiento electromecánico.

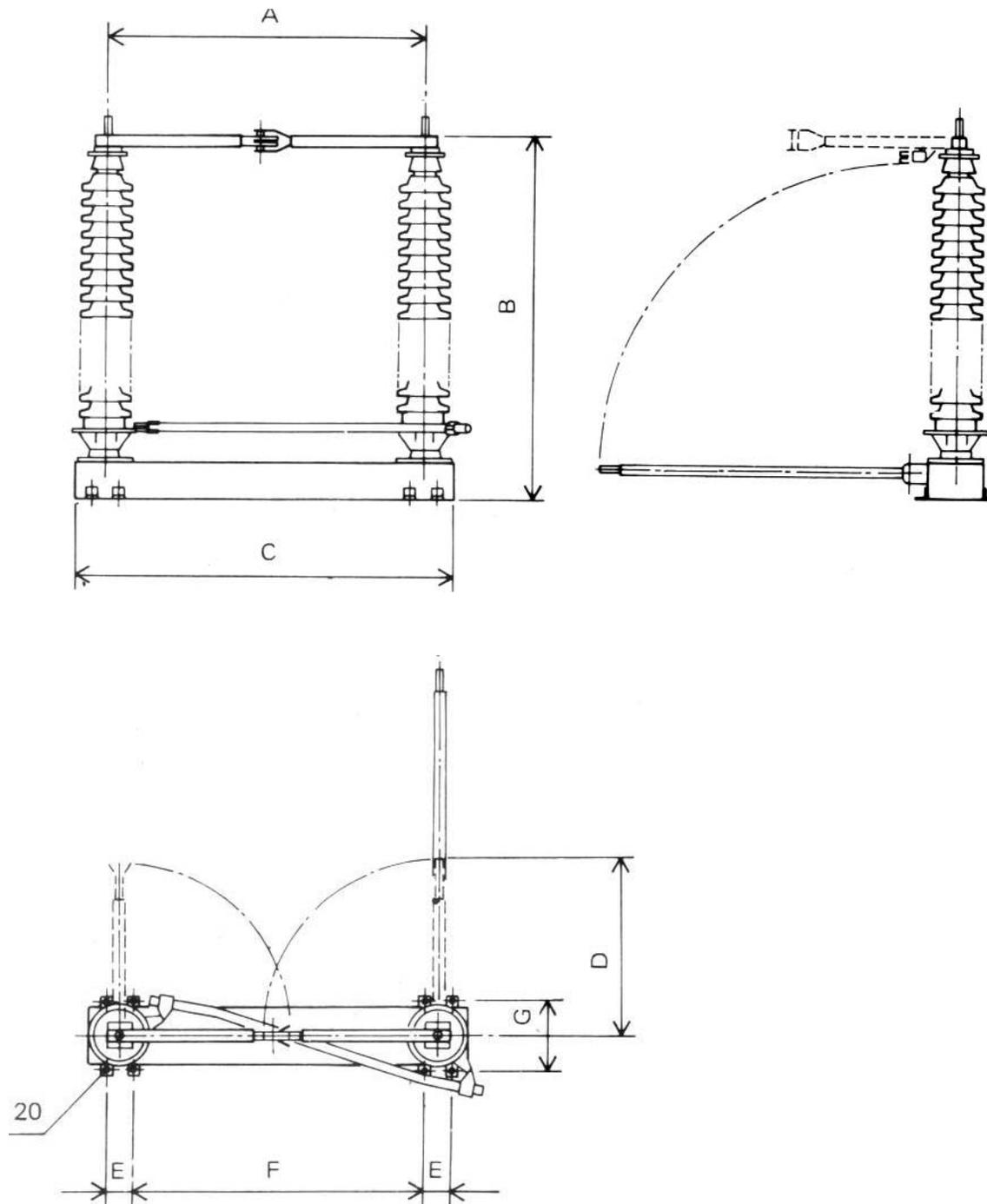
Este tipo de seccionadores se suele utilizar en instalaciones con tensiones de servicio entre 13,2 y 245 kV y corrientes nominales comprendidas entre 630 A y 1.250 A.

Seccionador de dos columnas giratorias por polo:

El seccionador dispone de dos columnas en lugar de tres como el modelo de columna giratoria central. Siendo estas dos columnas giratorias y portadoras de cuchillas solidarias (contactos móviles) que giran hacia el mismo costado. En este caso se obtiene sólo un punto de interrupción a mitad de recorrido entre las dos columnas. El campo de aplicación de este seccionador es en instalaciones de intemperie con tensiones de servicio de hasta 245 kV y corrientes nominales comprendidas entre 800 A y 2.000 A.

MODULO II - 4 SECCIONADORES Y CUCHILLAS DE TIERRA.doc

Este seccionador puede montarse con cuchilla de puesta a tierra, en cuyo caso se impide cualquier falsa maniobra por medio de un enclavamiento apropiado.



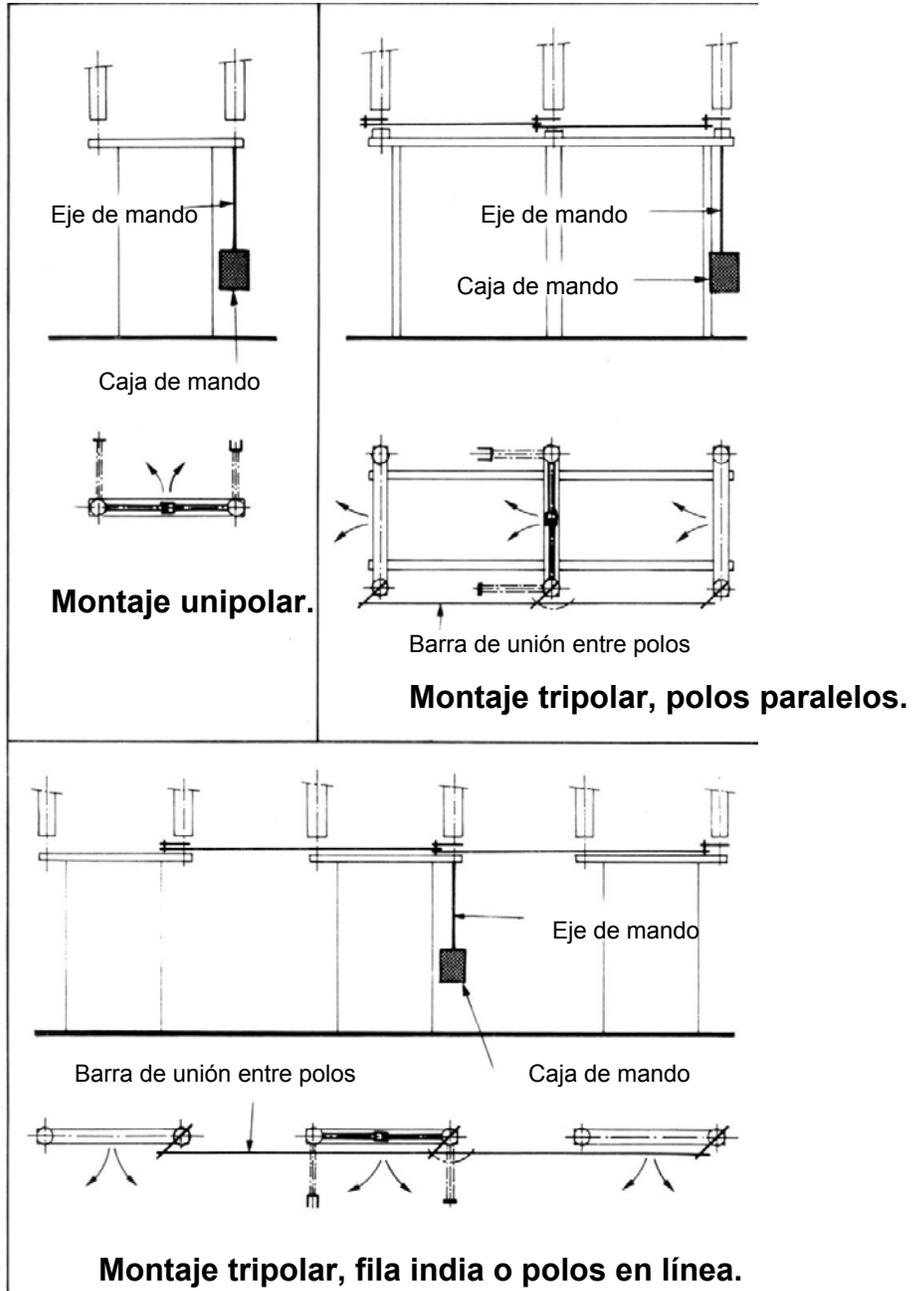
El accionamiento de esta clase de seccionadores puede realizarse manualmente, por aire comprimido o por motor eléctrico.

Para accionar conjuntamente los polos del seccionador tripolar, se han acoplado éstos entre sí. El accionamiento va unido a los aisladores giratorios de un polo, desde donde parten las varillas de acoplamiento con los otros polos.

Dimensiones aproximadas en mm.

kV	A	B	C	D	E	F	G
145	1.620	1.850	1.940	930	270	760	320
170	1.920	2.050.	2.240	1.080	270	1.060	320
245	2.700	2.650	3.020	1.470	300	2.100	350

Montaje de los seccionadores sobre estructuras soporte, pudiendo ser éstas tipo reticuladas, de hormigón armado centrifugado o de acero tubular.

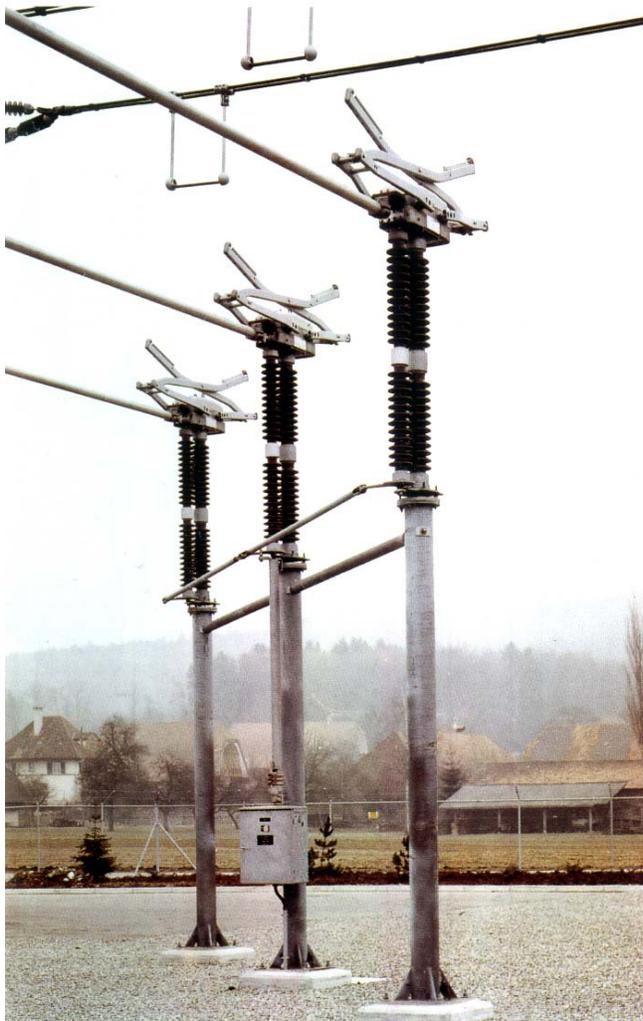


6.3.3. Seccionadores de pantógrafo.

Los seccionadores de pantógrafo han sido creados para simplificar la concepción y la realización de las instalaciones de distribución de alta tensión en intemperie (se suelen utilizar para la conexión entre líneas y barras que se hallan a distinta altura y cruzados entre sí). Conceptualmente se distinguen de los anteriores seccionadores mencionados porque el contacto fijo de cada fase ha sido eliminado, realizando la conexión del contacto móvil directamente sobre la línea (en un contacto especial instalado en ella).

Son seccionadores de un solo poste aislante sobre el cual se soporta la parte móvil. Ésta está formada por un sistema mecánico de barras conductoras que tiene la forma de los pantógrafos que se utilizan en las locomotoras eléctricas. La parte fija, llamada trapecio, está colgada de un cable o de un tubo que constituyen las barras, exactamente sobre el pantógrafo de tal manera que al elevarse el contacto móvil, éste se conecta con la mordaza fija cerrando el circuito.

Aplicación de los seccionadores de pantógrafo en un juego de barras para 170 kV – 2.500 A.



Estos seccionadores se disponen para tensiones de servicio entre 132 y 550 kV en corrientes nominales entre 800 A y 3.150 A cuyos componentes principales, por polo o fase, son por lo general los siguientes:

- La caja metálica base del mecanismo del pantógrafo, que posee dos niveles, el inferior donde se sitúan los resortes que aseguran la presión de contacto, así como el eje de mando, y el nivel superior donde está fijado el mecanismo que ataca los brazos inferiores del pantógrafo
- La columna soporte: constituida por dos o tres aisladores superpuestos y acoplados entre sí mecánicamente.

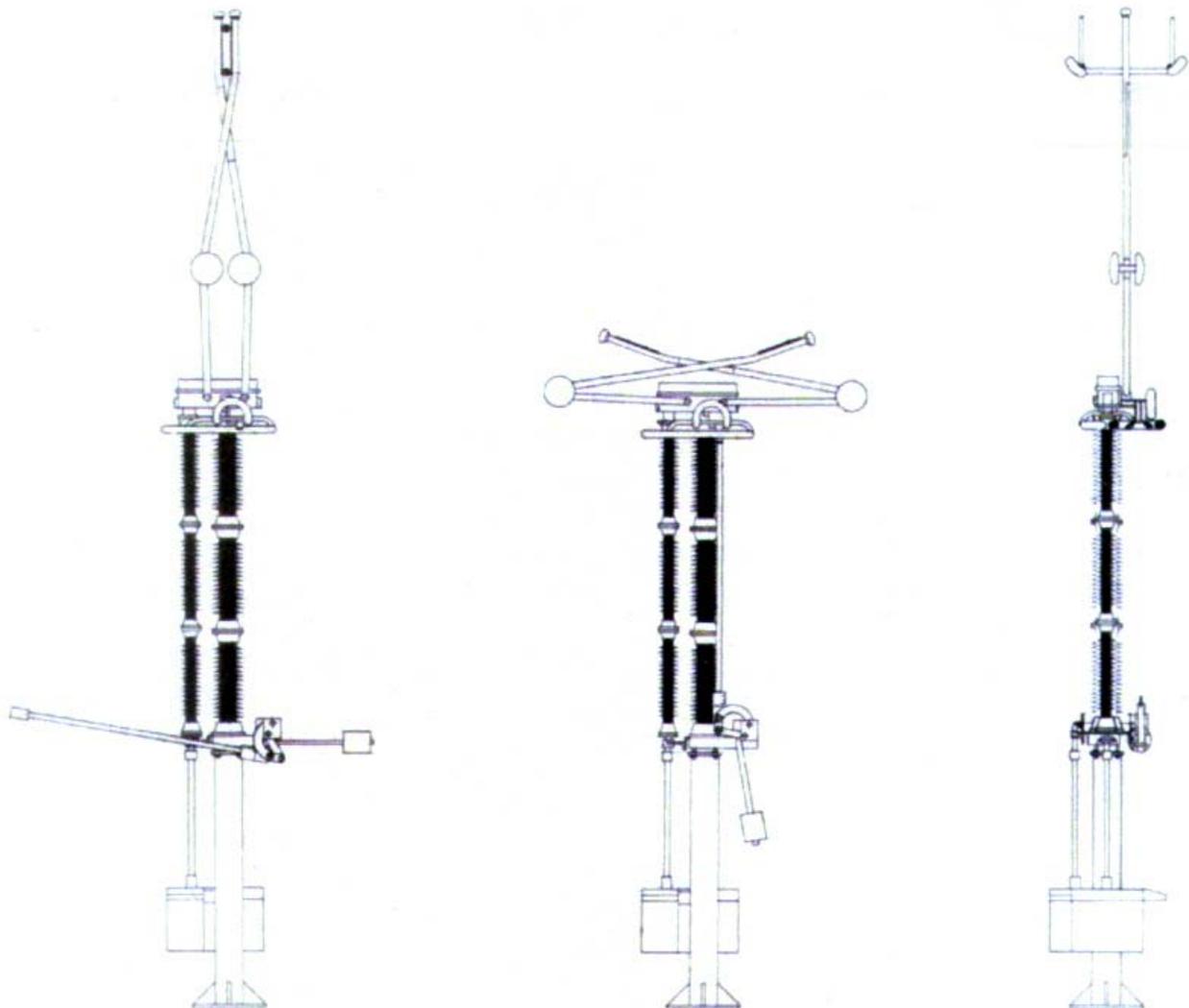
MODULO II - 4 SECCIONADORES Y CUCHILLAS DE TIERRA.doc

Esta columna es paralela a la columna aislante giratoria de resina sintética o porcelana que asegura el enlace entre el pantógrafo y el eje de mando.

- El pantógrafo propiamente dicho: constituido por cuatro brazos horizontales cruzados, dos a dos, por cuatro brazos verticales y por los contactos móviles.
- El contacto de línea: fijado a la línea por una derivación en forma de T.
- La caja de comando.

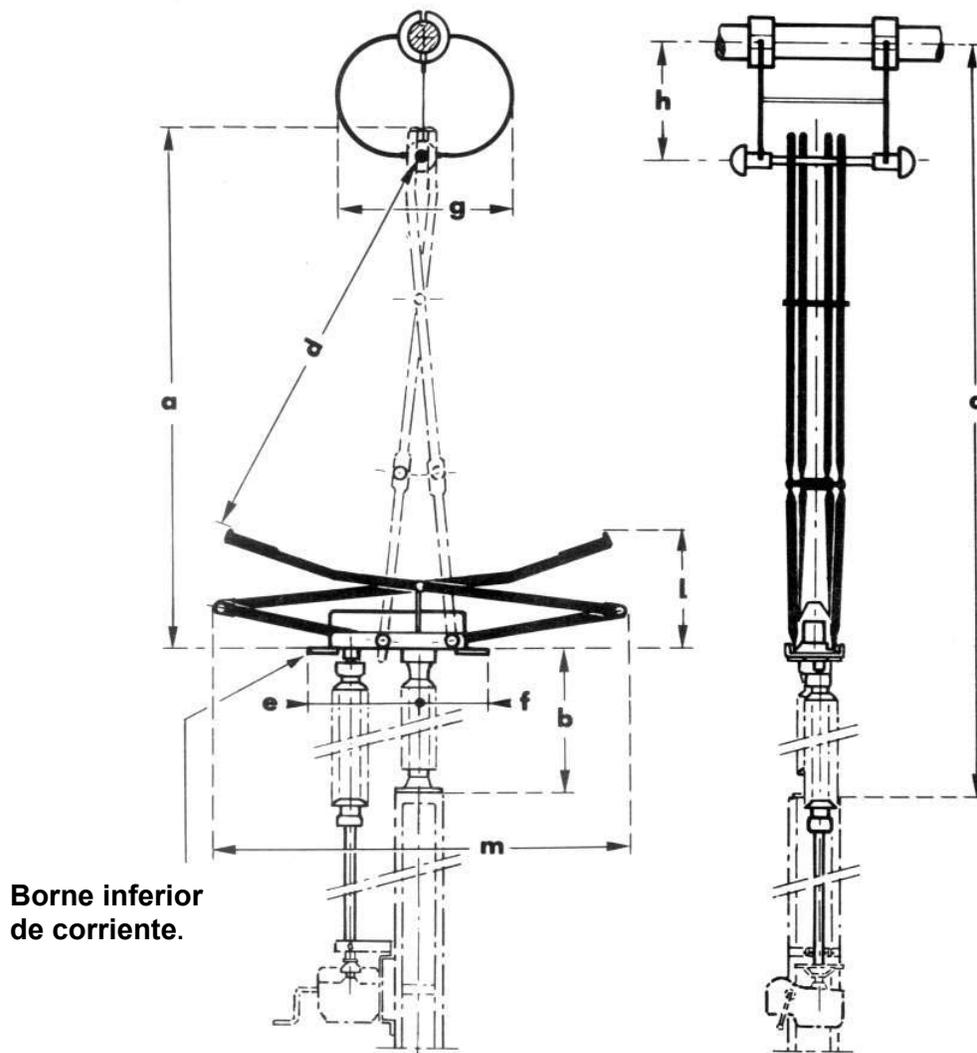
La cinemática del pantógrafo ha sido estudiada de tal forma que la última parte de su carrera de cierre se efectúa sin la ayuda del mando. De esta forma, la presión del contacto es totalmente independiente de la posición final de los elementos de mando.

Este seccionador se puede equipar también con cuchillas de puesta a tierra.



Dimensiones y pesos.

Polo con trapecio paralelo a las barras.



Dimensiones aproximadas en mm y peso de cada polo en kg.

kV	a	b	c	d	e	f	g	h	l	m	Peso
170	2.390	1.916	5.145	1.935	840	520	1.100	700	552	1.905	220
245	3.300	2.375	6.205	2.400	655	405	1.100	700	660	2.410	300
420	4.780	3.490	8.705	3.400	820	570	1.100	700	1.110	3.500	440
525	5.150	3.490	9.005	3.600	820	570	1.100	700	1.225	3.500	450

d: distancia mínima de apertura.

6.3.4. Seccionadores semipantógrafos o tipo rodilla.

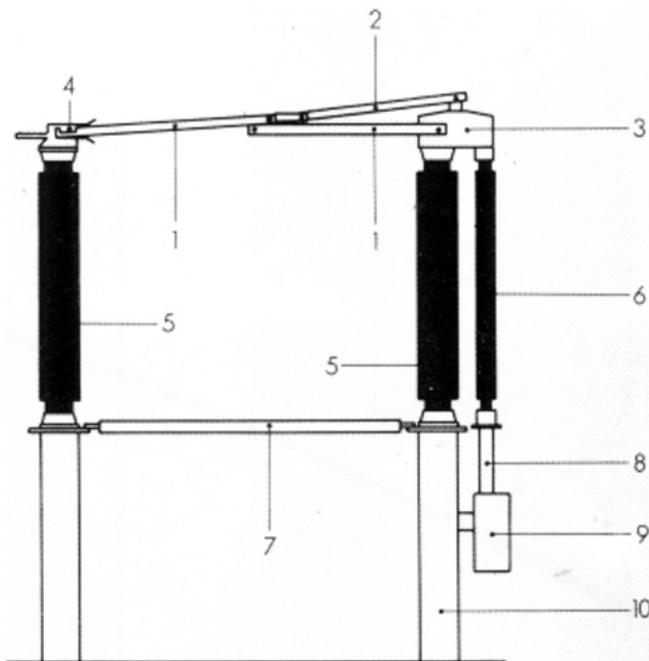
El seccionador tipo rodilla pertenece al grupo de los seccionadores de palanca.

El brazo del seccionador, que constituye el contacto móvil, se mueve en un plano vertical y abierto genera un espacio del aislamiento horizontal.

La alta confiabilidad operacional y el diseño simple son ventajas típicas de este tipo constructivo.

La caja de mando (9), los aisladores soporte (5), el aislador rotativo (6) y el mecanismo de accionamiento (3) son idénticos que los usados para el seccionador tipo pantógrafo.

El contacto móvil (1) consiste en dos brazos paralelos unidos entre sí y articulados en un punto (rodilla). El contacto móvil es conducido en uno de sus extremos por el mecanismo de giro (3) mientras que el extremo libre se introduce casi horizontalmente en el contacto fijo (4) y es asegurado en la posición cerrada por una guía (2) vinculada al mecanismo de giro.



El cierre confiable está garantizado incluso si el tiro de los conductores cambia como resultado de fluctuaciones de la temperatura o de cortocircuitos.

El mecanismo de giro acomoda en su interior el sistema de palanca para transmitir las fuerzas mecánicas y los resortes para contrapesar la masa intrínseca del contacto móvil.

El sistema de palanca alcanza una posición central muerta en ambas posiciones finales del contacto móvil en las cuales el seccionador es bloqueado y las partes móviles son aliviadas de carga mecánica.

1. Contacto móvil.
2. Guía.
3. Mecanismo de giro.
4. Contacto fijo.
5. Aisladores soporte.
6. Aislador rotativo.
7. Barra estabilizadora.
8. Tubo de acople (eje de mando)
9. Caja de mando.
10. Estructura de soporte.

Ventajas.

Dimensiones reducidas.

- Bajo perfil en la posición abierta.
- Espacio de aislamiento horizontal.
- Un ancho más pequeño de componentes vivos que en el caso de los seccionadores de apertura horizontal.

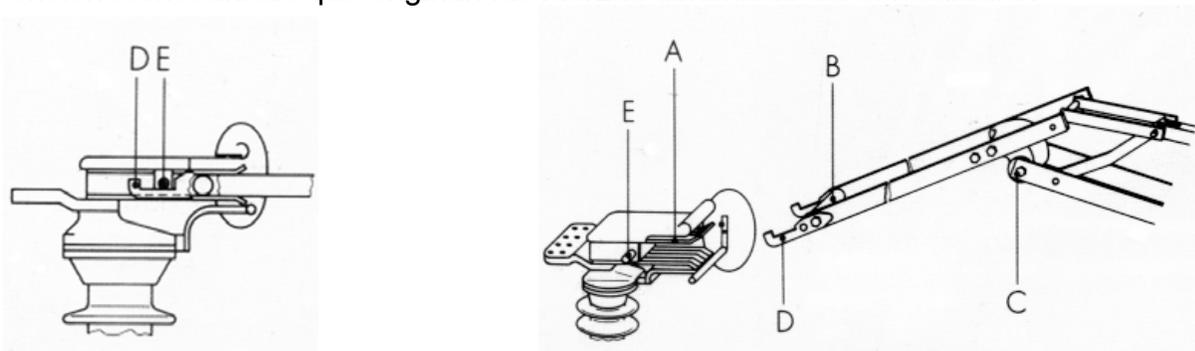
Seguridad creciente.

- Diseño simple.
- Movimiento suave del contacto móvil.
- Desplazamiento confiable durante la penetración del contacto móvil en el contacto fijo.
- Contactos autolimpiantes.
- Cierre confiable y posibilidad de abrirse incluso bajo condiciones ambientales adversas.
- La unión simple y confiable de ambos contactos y la secuencia controlada del movimiento hacen del seccionador tipo rodilla un dispositivo confiable que resuelve todos los requisitos del diseño moderno de la estación.

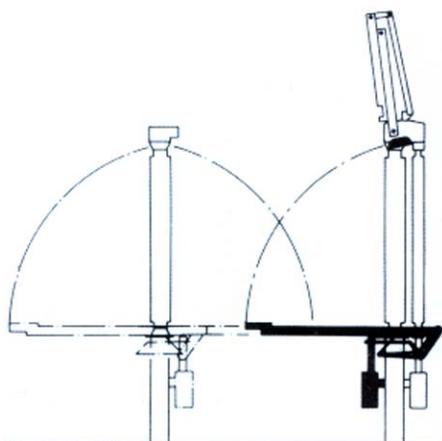
En la figura se observa que el mecanismo principal de la rodilla del sistema del contacto móvil (C) no está todavía completamente extendido y ya los dedos del contacto fijo (A) son tocados por los ganchos de cierre (D) del contacto móvil, que están haciendo tope con el perno (B)

El movimiento continúa, y luego del cierre de los contactos, el mecanismo de la rodilla es completamente extendido y los ganchos de cierre (D) son empujados hacia arriba y hacia atrás del perno de fijación (E).

Esta fijación de seguridad (D + E), llega a ser funcional en el caso de las severas tensiones mecánicas que originan las fuerzas dinámicas del cortocircuito.



Las cuchillas de puesta a tierra se pueden instalar en ambos lados del seccionador tipo rodilla.



Las cuchillas de puesta a tierra tienen la misma capacidad de cortocircuito que los contactos de los seccionadores.

En el lado A, la instalación de las cuchillas de tierra es interna al seccionador y en el lado B puede ser tanto interna como externa.

Así, una reducción del aislamiento durante la operación de apertura se puede prevenir en el lado B.

Lado B

Lado A

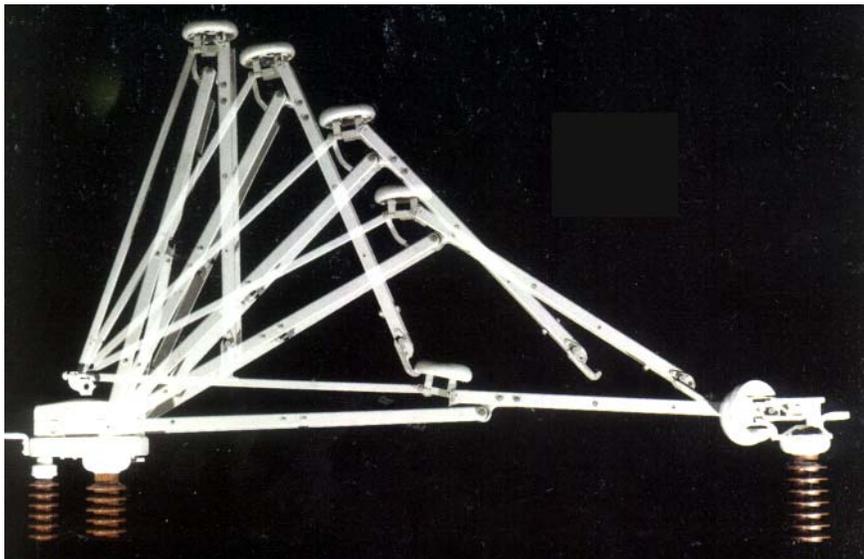
Las características eléctricas.

Un kV	In A	Tensiones resistidas.						Corriente de cortocircuito Nominal	
		A impulso atmosférico		A frecuencia industrial		A impulso de maniobra		Valor eficaz RMS kA	Valor pico kA
		Sobre el seccionamiento kV	A tierra y entre polos kV	Sobre el seccionamiento kV	A tierra y entre polos kV	Sobre el seccionamiento kV	A tierra y entre polos kV		
362	2 500 4 000	1175	1 175	520	450	950	950	50 63	125 160
420	2 500 4 000	1425	1 425	610	520	1 050	1 050	50 63	125 160
550	2 500 4 000	1550	1 550	760	620	1 175	1 175	50 63	125 160

Este seccionador se emplea normalmente en subestaciones con espacios pequeños entre fases (los seccionadores de operación horizontal requieren más espacio en el estado abierto).

El montaje de los aisladores soporte directamente en las estructuras de soporte y el puntal mecánico de unión entre éstas proporcionan un alto grado de estabilidad que los hace convenientes para las altas corrientes y las cargas mecánicas de los conductores.

Este diseño es el más conveniente para el uso como seccionador de salida de línea. También se emplean como conjuntores o acopladores de barras tanto longitudinales con transversales (E.T. Bahía Blanca, Olavarría y Campana en 132 kV – 3.000 A)



6.3.5. Mando de seccionadores.

Los mandos para seccionadores de alta tensión son muy variados, los cuales se pueden agrupar en distintas clasificaciones, de las que una podría ser la siguiente:

- **Mando por pértiga.**
- **Mando mecánico a distancia:**
 - Mecanismos de biela y manivela.
 - Mecanismos por árbol y transmisión.
 - Mecanismos por cadena y piñones.
- **Mando por servomotor.**
 - Motor eléctrico con reducción.
 - Grupo motor-bomba y transmisión hidráulica.
 - Grupo motor-compresor y transmisión neumática.

Los mandos por pértiga y mecánico a distancia son los más utilizados, en instalaciones de media tensión.

Los mandos por servomotor se emplean principalmente en seccionadores de columnas giratorias y en los seccionadores de pantógrafo. Los mandos por servomotor requieren que los seccionadores estén dotados de contactos auxiliares para indicar la posición del seccionador, también es necesario que estos mandos estén provistos de dispositivos de interrupción de fin de carrera.

6.3.6. Ensayos de Rutina y Tipo.

Ensayos de Tipo.

Tienen por objeto verificar las características de los aparatos, sus dispositivos de comando y sus equipos auxiliares.

Cada espécimen debe realmente estar conforme a los diseños de su tipo. Los seccionadores están amparados en forma general por la norma **IEC 60129** y en particular los ensayos se especifican en la **IEC 60694** con los complementos siguientes a la lista de los ensayos de tipo.

- Ensayos para verificar el poder de cierre en cortocircuito de los seccionadores o cuchillas de tierra.
- Ensayos para verificar que el funcionamiento y la resistencia mecánica son satisfactorios.
- Ensayos para verificar que el funcionamiento es satisfactorio en las condiciones severas de formación de hielo.
- Ensayos para verificar que el funcionamiento es satisfactorio a las temperaturas mínimas y máximas del aire ambiente.

Los ensayos se pueden agrupar en cuatro grandes grupos:

- Ensayo dieléctrico de los circuitos principales, auxiliares y de comando.
Ensayo de radio interferencia.
- Medida de la resistencia del circuito principal.
Ensayo de calentamiento.
- Ensayo de corriente de corta duración y al valor de cresta de la corriente admisible.
Ensayo de cierre y apertura.
- Ensayos del grado de protección mecánica de la caja de comando.
Ensayo de estanqueidad (cuando sea aplicable).
Ensayo de durabilidad mecánica.
Ensayo de medio ambiente (a diversas condiciones climáticas)

Cada ensayo de tipo debe ser efectuado, en principio, sobre el aparato completo en condición de servicio. Ver párrafos 6.2 al 6.8 de **IEC 60694**.

Para niveles de hasta 245 kV los ensayos deben ser efectuados con las tensiones de ensayo de la tabla **1a** de la norma **IEC 60694**.

Ensayo de tensión a frecuencia industrial; ver **IEC 60060 – 1**.

Ensayo de tensión de impulso atmosférico; ver **IEC 60060 – 1**.

Para niveles superiores a 245 kV; ver tabla 9 condiciones 1, 2 y 3.

Ensayo de tensión a frecuencia industrial; ver **IEC 60060 – 1**.

Ensayo de tensión de impulso de maniobra; ver **IEC 60060 – 1**.

Ensayo de tensión de impulso atmosférico; ver **IEC 60060 – 1**.

Ensayo de polución artificial; ver 5.14 de **IEC 60694**.

Ensayos dieléctricos de los circuitos auxiliares y de comando.

Ensayo de radio interferencia. Aplicable a tensiones superiores a 123 kV (es un ensayo especial a convenir entre comprador y vendedor y bajo determinadas condiciones de temperatura y humedad ambiente)

Medición de la resistencia del circuito principal.

Ensayo a la corriente de corta duración y al valor de cresta de la corriente admisible.

Ensayo de funcionamiento y resistencia mecánica; se efectúan 1.000 ciclos de maniobra, sin tensión ni corriente en el circuito principal y sin la aplicación de esfuerzos mecánicos sobre los bornes.

Funcionamiento en condiciones severas de formación de hielo.

Operación a temperaturas límites; ver **2.1** de **IEC 60694**.

Ensayos de Rutina o de Recepción en Fábrica.

Ensayos dieléctricos del circuito principal, conforme a 7.1 de IEC 60694 y 6.2 de IEC 60060 – 1.

Ensayos dieléctricos de circuitos auxiliares y de comando, conforme a 7.2 de IEC 60694.

Medición de la resistencia del circuito principal, conforme a 7.3 de IEC 60694.

Ensayo de funcionamiento mecánico, conforme a IEC 60129.

Se efectúa este ensayo para asegurarse que los seccionadores y las cuchillas de tierra funcionen en las condiciones prescriptas en los límites especificados de tensión y/o de presión de alimentación de los dispositivos de comando.

El ensayo comprende:

- 50 ciclos de maniobra a la tensión nominal de alimentación y/o a la presión nominal de gas comprimido.
- 10 ciclos de maniobra a la tensión máxima de alimentación especificada y/o a la presión máxima de alimentación de gas comprimido.
- 10 ciclos de maniobra a la tensión mínima de alimentación especificada y/o a la presión mínima de alimentación de gas comprimido.

En el curso de estos ensayos no se pueden realizar ajustes mecánicos y no se permiten fallas.

Las posiciones de cierre y apertura deben ser alcanzadas en cada uno de los ciclos de maniobra.

Durante los ensayos ninguna de las partes del seccionador debe sufrir deterioros.
