

HG 11.01 · 2007

Tecnología del corte **en vacío** y componentes de media tensión

Su guía

Power Transmission and Distribution

SIEMENS



La acreditada tecnología del corte en vacío de Siemens cumple con todos los requisitos que se exigen de interruptores de potencia y contactores en instalaciones de media tensión hasta 40,5 kV.

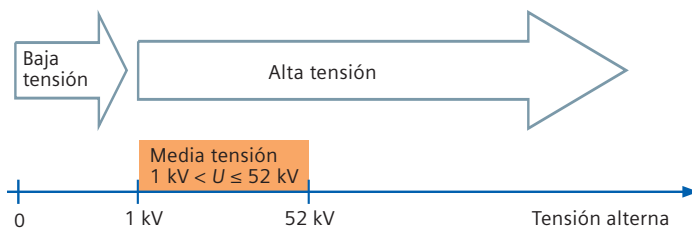
Índice

Resumen de componentes de media tensión	4
Dispositivos de maniobra	
Componentes estáticos	
Selección de componentes según casos de maniobra	6
en servicio normal	
en servicio perturbado	
Selección de componentes según valores asignados	8
Normas	
Componentes de media tensión en detalle	10
Tecnología del corte en vacío	
 Interruptores de potencia al vacío	12
Aplicación	
Maniobras	
Ejecuciones	
Portafolio	
 Interruptores de potencia al vacío para exteriores	16
Aplicación	
Maniobras	
Portafolio	
 Interruptores al vacío	18
Aplicación	
Maniobras	
Portafolio	
 Contactores al vacío	20
Aplicación	
Maniobras	
Portafolio	
 Seccionadores	22
Aplicación	
Maniobras	
Portafolio	
 Interruptores-seccionadores	23
Aplicación	
Principio de extinción	
Portafolio	
 Seccionadores de puesta a tierra	24
Aplicación	
Portafolio	
 Fusibles	25
Aplicación	
Portafolio	
 Transformadores de medida	26
Aplicación	
Portafolio	
 Descargadores y limitadores de sobretensión	27
Aplicación	
Portafolio	

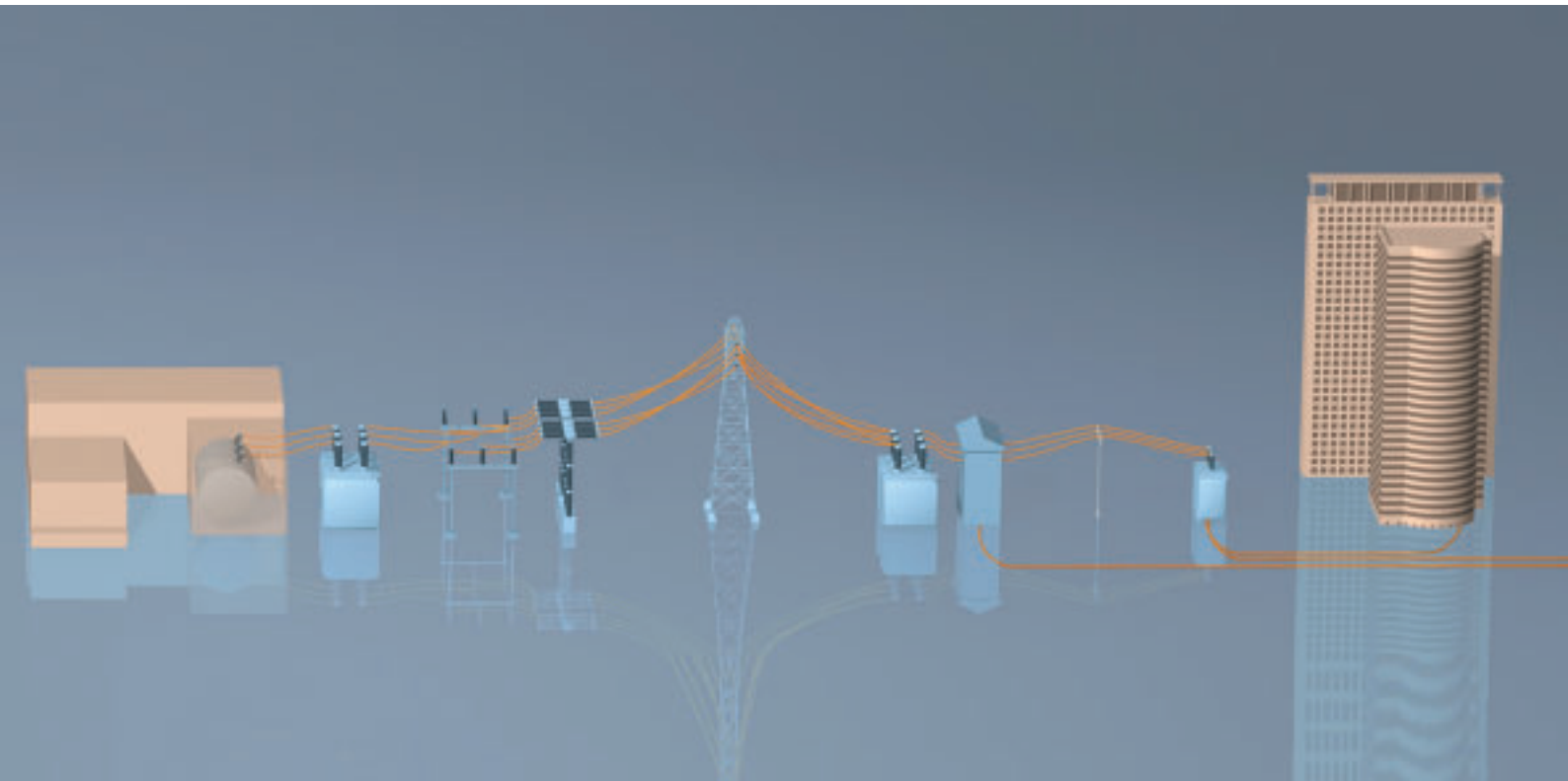
La media tensión está definida como el nivel superior a 1 kV e inferior o igual a 52 kV (tensión alterna). Se trata de una parte de la alta tensión, ya que las reglas internacionales sólo definen dos niveles de tensión por el momento: Baja tensión inferior o igual a 1kV de tensión alterna ó 1,5 kV de tensión continua, y alta tensión superior a 1 kV de tensión alterna ó 1,5 kV de tensión continua.



Niveles de tensión del generador al consumidor



Introducción al mundo de los componentes de media tensión



La alta tensión se emplea para transportar energía eléctrica a través de largas distancias y distribuirla regionalmente a los centros de carga. Para el transporte y la distribución de energía se han establecido varios niveles diferentes de alta tensión, de lo cual ha resultado la denominación de media tensión para la distribución de energía.

La ubicación de las centrales eléctricas se rige por la disponibilidad de fuentes de energía primaria, sistemas de refrigeración y otras condiciones ambientales, con lo cual están situadas en su mayoría lejos de los centros de consumo de energía. Las redes de transporte y distribución eléctrica no sólo conectan a las centrales con los consumidores, sino que forman, al mismo tiempo, una columna vertebral supraregional con reservas para un suministro fiable y la compensación de diferencias de carga. Para mantener bajas las pérdidas del transporte de energía, se prefiere emplear altas tensiones de servicio (y con ellas, corrientes inferiores). La tensión no se transforma a los valores comunes en la red de baja tensión – que se precisan para la operación de la mayor parte de los aparatos eléctricos en hogares, así como en aplicaciones comerciales e industriales – hasta llegar a los centros de carga.

En el suministro de energía público, la mayor parte de las redes de media tensión opera entre 10 kV y 40 kV. Debido a su desarrollo histórico y los factores locales,

los valores varían mucho de país a país. El radio de abastecimiento de una red de media tensión tiene una longitud aproximada entre 5 y 10 km a 10 kV en zonas urbanas, y entre 10 y 20 km a 20 kV en zonas rurales. En la práctica, la zona de abastecimiento depende en gran medida de las influencias locales; por ejemplo, de la estructura de los consumidores (carga) y de la situación geográfica.

Aparte de la alimentación pública, en instalaciones industriales con redes de media tensión aún existen otras tensiones de acuerdo con las necesidades de los consumidores; en la mayoría de los casos son decisivas las tensiones de servicio de los motores instalados. En redes industriales, con mucha frecuencia se dan tensiones entre 3 kV y 15 kV.

En consecuencia se encuentran equipos de media tensión en centrales eléctricas (en generadores y sistemas de consumo propio), en subestaciones de transformadores (de redes públicas o grandes plantas industriales) de distribución primaria – que reciben la energía de la red de alta tensión y la transforman al nivel de media tensión – así como en subestaciones secundarias, centros de transformación o subestaciones de transferencia (nivel de distribución secundaria), donde la energía es transformada de media tensión a baja tensión y distribuida al consumidor final.

Resumen de componentes de media tensión

Dispositivos de maniobra



Interruptores de potencia

(véase la página 12)

Los interruptores de potencia deben cerrar y cortar todas las corrientes dentro del margen de sus valores asignados, desde pequeñas corrientes de carga inductivas y capacitivas hasta la corriente de cortocircuito, y esto bajo todas las condiciones de defecto de la red tales como defectos a tierra, oposición de fases etc. Los interruptores de potencia para exteriores se emplean para las mismas aplicaciones, pero están expuestos a las influencias meteorológicas.



Interruptores (véase la página 18)

Los interruptores deben cerrar y cortar todas las corrientes en servicio continuo hasta su corriente asignada en servicio continuo, y deben poder efectuar maniobras de cierre en caso de existencia de cortocircuito (hasta su corriente asignada de cierre en cortocircuito). Sin embargo, no pueden cortar corrientes de cortocircuito.



Contactores (véase la página 20)

Los contactores son dispositivos de corte de carga con un poder de cierre y de corte limitado. Se emplean para maniobras muy frecuentes, pero no pueden cerrar ni cortar corrientes de cortocircuito.



Seccionadores (véase la página 22)

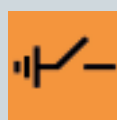
Los seccionadores se utilizan para maniobras de cierre y apertura en vacío. Su función es "aislar" los equipos conectados aguas abajo para poder trabajar en los mismos.



Interruptores-seccionadores

(véase la página 23)

Bajo interruptor-seccionador se entiende la combinación de un interruptor y un seccionador, o bien un interruptor con distancia de seccionamiento.



Seccionadores de puesta a tierra

(véase la página 24)

Los seccionadores de puesta a tierra sirven para poner a tierra circuitos aislados. Con los seccionadores de puesta a tierra con capacidad de cierre se pueden poner a tierra circuitos sin peligro alguno, incluso bajo tensión, es decir, en caso de que el circuito que se vaya a poner a tierra no hubiera sido aislado por equivocación.

Los dispositivos de maniobra son equipos utilizados para conectar (cerrar) o interrumpir (abrir) circuitos eléctricos.

Solicitaciones

- Maniobras en vacío
- Maniobra de corrientes en servicio continuo
- Maniobra de corrientes de cortocircuito

Requisitos

- En estado cerrado, el dispositivo de maniobra debe ofrecer mínima resistencia al flujo de las corrientes en servicio continuo y de cortocircuito.
- En estado abierto, la distancia entre contactos abierta debe soportar las tensiones que surjan en ella de forma segura.

- Todas las partes bajo tensión deben estar suficientemente aisladas con respecto a tierra y entre fases cuando el dispositivo de maniobra esté abierto o cerrado.
- El dispositivo de maniobra debe poder cerrar el circuito bajo tensión. En el caso de los seccionadores, sin embargo, esta condición sólo se exige para el estado en vacío, aparte de pequeñas corrientes de carga.
- El dispositivo de maniobra debe poder abrir el circuito mientras fluya la corriente. Esto no se exige para seccionadores.
- El dispositivo de maniobra sólo debe producir sobretensiones de maniobra mínimas.

Componentes estáticos



Fusibles (véase la página 25)

Los fusibles constan de portafusibles y cartucho fusible: Con el portafusibles puede establecerse una distancia de seccionamiento al extraer el cartucho fusible en vacío (como en un seccionador). El cartucho fusible se utiliza para cortar la corriente de cortocircuito una sola vez.



Transformadores de medida (véase la página 26)

Los transformadores de medida son equipos eléctricos que transforman las corrientes en servicio continuo y tensiones de servicio en valores medidos proporcionales y de fase idéntica adecuados para los equipos conectados – instrumentos de medida, contadores, relés de protección y equipos similares.



Descargadores / limitadores de sobretensión (véase la página 27)

Los descargadores y limitadores de sobretensión protegen a los equipos e instalaciones descargando sobretensiones producidas por rayos, maniobras o defectos a tierra.

Selección de componentes según casos de maniobra

Casos de maniobra en servicio normal

Carga posible					Interruptor de potencia	Interruptor de contacto	Seccionador	Interruptor-seccionador	Seccionador de puesta a tierra	Sección. de puesta a tierra con cap. de cierre	Fusible	
Caso de maniobra	① $\cos \varphi$	② Corriente	③ Problema principal	④ Comentario								
Maniobras en circuitos inductivos												
Transformadores	en vacío (transformador de punto neutro)	$< 0,3$	$\leq 0,03 I_r$	—	—	■	■	■	—	■	—	—
	cargado	0,7 a 1,0	$\leq I_r$	—	En general no se precisa circuito de protección	■	■	■	—	■	—	—
	sobrecargado	0,7 a 1,0	$\leq 1,2 I_r$	—	En general no se precisa circuito de protección	■	■	■	—	■	—	—
	en el arranque	0,15	$\leq 15 I_r$	Corte hasta $15 I_r$ con $\cos \varphi \leq 0,15$; sobret. posible	Se precisa relé de protección con estabilización de la corriente de inserción	■	—	■	—	—	—	—
Transformadores de hornos		0,2 a 0,9	$\leq 2 I_r$	Maniobras muy frecuentes	Proyectar circuito de protección de sobretensión individualmente	■	—	—	—	—	—	—
Reactancias de puesta a tierra		0,15	$\leq 300 \text{ A}$	—	Descargadores de sobretensión habituales	■	■	—	—	■	—	—
Reactancias de compensación		0,15	$\leq 2000 \text{ A}$	Tensión transitoria de restablecimiento con velocidad de crecimiento $\leq 6 \text{ kV} / \mu\text{s}$	Proyectar circuito de protección de sobretensión individualmente	■	■	—	—	—	—	—
Motores	en servicio	0,8 a 0,9	$\leq I_r$	—	—	■	■	■	—	—	—	—
	durante el arranque	0,2 a 0,3	$\leq 7 I_r$	Corte hasta $7 I_r$ con $\cos \varphi \leq 0,3$	Para motores con $I_{\text{start}} \leq 600 \text{ A}$ son adecuados descargadores de sobretensión 3EF como circuito de protección. Para el nivel de 12 kV se deberán usar limitadores de sobretensión tipo 3EF3 120-1. Motores con compensación indiv. no precisan circuito de protección.	■	■	■	—	—	—	—
Generadores		0,8 a 1,0	$\leq I_r$	Tensión transitoria de restablecimiento con alta velocidad de crecimiento	Protección de sobretensión habitual	■	—	—	—	—	—	—
Convertidores estáticos		0,1 a 1,0	$\leq I_r$	—	Protección de sobretensión habitual	■	—	—	—	—	—	—
Maniobras en circuitos capacitivos												
Baterías de condensadores		capacitivo	$\leq 1,4 I_r$	Alta tens. de restablecimien.	—	■	■	■	—	■	—	■
Circuitos de filtro		capacitivo	$\leq 1000 \text{ A}$	Alta tens. de restablecimien.	—	■	■	—	—	—	—	—
Conexión paralela de baterías de condensadores		capacitivo	$\leq 100 I_r$	Alta amplitud y alta velocidad de crecimiento de la corriente de inserción	Corriente de inserción permisible: $\leq 5 \text{ kA}$: para interruptor de potencia al vacío NXACT $\leq 10 \text{ kA}$: para interruptor de potencia al vacío 3AH $> 10 \text{ kA}$: se precisa reactancia	■	■	—	—	—	—	—
Cables en vacío		capacitivo	$\leq 100 \text{ A}$	Alta tens. de restablecimien.	—	■	■	—	—	■	—	—
Líneas aéreas en vacío		capacitivo	$\leq 10 \text{ A}$	Alta tens. de restablecimien.	—	■	■	—	—	■	—	—
Sistemas de telecontrol centr.		capacitivo	$\leq 20 \text{ A}$	Alta tens. de restablecimien.	—	■	■	—	—	—	—	—
Maniobras para otros casos de aplicación												
Apertura de anillo		0,3 inductivo	$\leq I_r$	—	—	■	■	—	—	■	—	—
Conmutación a embarrados con carga diferente		0,7 a 1,0 inductivo	$\leq I_r$	—	—	■	■	—	—	■	—	—
Puesta a tierra y en cortocirc.		—	—	—	—	■	—	—	■	■	■	—
Sincronización		—	—	—	—	■	—	—	—	—	—	—
Seccionamiento		—	—	—	—	—	—	—	■	■	—	—

① Esta columna define valores guía para los factores de potencia que surgen en los casos individuales.

② Esta columna define las corrientes que se han de cerrar o cortar en el peor caso para:

- Transformadores sobrecargados o cargados: Esto no se refiere a transformadores con cargas especiales tales como motores, generadores, convertidores y hornos de arco.
- Reactancias de puesta a tierra: En caso de defecto a tierra, la distancia entre contactos del dispositivo de maniobra abierto puede estar bajo la plena tensión de servicio.
- Reactancias de compensación: Debido a la alta frecuencia TTR de las reactancias de compensación, cabe esperar altas velocidades de crecimiento de la tensión transitoria de restablecimiento.
- Motores: Para motores con maniobras frecuentes es más rentable utilizar contactores en lugar de interruptores de potencia o interruptores.
- Generadores: Generalmente, los generadores se comportan como inductancias, independientemente de si se operan con sobreexcitación o subexcitación.
- Circuitos de filtro: Condensadores con reactancias limitadoras de corriente también representan circuitos de filtro.

③ Esta columna define los problemas principales que pueden surgir. Si no hay nada indicado, este caso de maniobra no representa ningún problema para los dispositivos de maniobra que se vayan a emplear.

④ Esta columna ofrece informaciones generales sobre las medidas a observar para la aplicación.

Caso de maniobra en servicio perturbado

					Componentes							
					Interruptor de potencia	Interruptor	Contacto	Seccionador	Interruptor-seccionador	Seccionador de puesta a tierra	Seccion. de puesta a tierra con cap. de cierre	Fusible
Carga posible												
Caso de maniobra	① $\cos \varphi$	② Corriente	③ Problema principal	④ Comentario								
Maniobras en caso de cortocircuitos												
Maniobra de cierre	0,15 inductivo	I_{ma}	—	—	■	■	—	—	■	—	■	—
Cortocircuito en terminales	0,15 inductivo	I_{sc}	—	—	■	—	—	—	—	—	—	■
Cortocircuito alimentado por generador	0,15 inductivo	I_{sc}	Tensión transitoria de restablecimiento con velocidad de crecimiento $\leq 6 \text{ kV} / \mu\text{s}$	Protección de sobretensión para generadores con $I''_k \leq 600 \text{ A}$	■	—	—	—	—	—	—	—
Reenganche automático	0,15 inductivo	I_{sc}	—	—	■	—	—	—	—	—	—	—
Cortocircuito alimentado por transformador	0,15 inductivo	I_{sc}	Tensión transitoria de restablecimiento con velocidad de crecimiento $\leq 4 \text{ kV} / \mu\text{s}$	—	■	—	—	—	—	—	—	■
Reactancias limitadoras de cortocircuito	0,15 inductivo	I_{sc}	Tensión transitoria de restablecimiento con velocidad de crecimiento $\leq 10 \text{ kV} / \mu\text{s}$	—	■	—	—	—	—	—	—	—
Doble defecto a tierra	0,15 inductivo	$0,87 I_{sc}$	—	—	■	—	—	—	—	—	—	■
Motores bloqueando	0,2 inductivo	$\leq 6 I_r$	Corte de $6 I_r$ con $\cos \varphi < 0,2$	Para motores con $I_{start} \leq 600 \text{ A}$ son adecuados descargadores de sobretensión 3EF como circuito de protección. Para el nivel de 12 kV se deberán usar limitadores de sobretensión tipo 3EF3 120-1. Motores con compensación indiv. no precisan circuito de protección.	■	■	—	—	—	—	—	—
Oposición de fases	0,15 inductivo	$0,25 I_{sc}$	—	—	■	—	—	—	—	—	—	—
Maniobras bajo condiciones de defecto a tierra												
Cables / líneas aéreas en vacío (defecto en el lado de alimentac.)	capacitivo	$\leq 5 \text{ A}$	Alta tensión de restablecimiento	—	■	■	■	—	—	—	—	—
Cables / líneas aéreas bajo carga (defecto en el lado de alimentac.)	variable	$\leq I_r$	Alta tensión de restablecimiento	—	■	■	■	—	—	—	—	—
Corte de la corriente de defecto a tierra (defecto en el lado de carga)	variable	$\leq I_r$	—	—	■	■	■	—	—	—	—	—
Maniobras para otras aplicaciones												
Circuito de seccionam. de protección (seccionam. bajo carga)	0,7 a 1,0 inductivo	$\leq I_r$	—	—	—	—	—	—	■	—	—	—
Conmutación rápida	0,7 a 1,0 inductivo	$\leq I_r$	Conmutación en $< 150 \text{ ms}$	—	■	—	—	—	—	—	—	—

① Esta columna define valores guía para los factores de potencia que surgen en los casos individuales.

② Esta columna define las corrientes que se han de cerrar o cortar en el peor caso de un cortocircuito alimentado por transformador:
Aplicable para todos los transformadores independientemente de la carga.

③ Esta columna define los problemas principales que pueden surgir. Si no hay nada indicado, este caso de maniobra no representa ningún problema para los dispositivos de maniobra que se vayan a emplear.

④ Esta columna ofrece informaciones generales sobre las medidas a observar para la aplicación.

Abreviaturas y símbolos para las páginas 6 y 7

- Aplicación del componente de utilidad
- Aplicación del componente sin utilidad

I_{start} Corriente de arranque del motor

I''_k Corriente inicial simétrica de cortocircuito

I_{ma} Corriente asignada de cierre en cortocircuito

I_r Corriente asignada en servicio continuo

I_{sc} Corriente asignada de corte en cortocircuito

Selección de componentes según valores asignados

Los dispositivos de maniobra y todos los demás equipos deben seleccionarse para los datos de red relevantes en el lugar de aplicación. Estos datos de red determinan los valores asignados de los componentes.

Designación del componente	Nivel de aislamiento asignado	Tensión asignada	Corriente asignada en servicio continuo	Valor de cresta de la corriente admisible asignada	Corriente asignada de corte	Corriente asignada de corte en cortocircuito	Corriente asignada de cierre en cortocircuito
Dispositivos de maniobra							
Interruptor de potencia	■	■	■	—	—	■	■
Interruptor	■	■	■	—	■	■ ¹⁾	■
Interruptor-seccionador	■	■	■	—	■	—	■
Seccionador	■	—	■	■	—	—	—
Seccionador de puesta a tierra	■	—	—	■	—	—	—
Seccionador de puesta a tierra con capacidad de cierre	■	■	—	—	—	— ¹⁾	■ ¹⁾
Contacto	■	■	■	—	■	■	■
Componentes estáticos							
Cartucho fusible	—	■	■	—	—	■	—
Portafusibles	■	—	■	— ²⁾	—	— ³⁾	—
Descargador de sobrecorriente	■	■	—	■	—	■	—

■ Con influencia sobre la selección del componente
 — Sin influencia sobre la selección del componente

1) Capacidad limitada de cierre en cortocircuito
 2) Corriente asignada de descarga de los descargadores
 3) Resistencia a la corriente de cortocircuito en caso de sobrecarga de los descargadores

Nivel de aislamiento asignado

El nivel de aislamiento asignado es la rigidez dieléctrica entre fase y tierra, entre fases y a través de la distancia entre contactos abierta, o bien a través de la distancia de seccionamiento. La rigidez dieléctrica es la capacidad de un equipo eléctrico de soportar todas las tensiones de tiempo definido hasta la magnitud de las tensiones soportadas correspondientes. Estas pueden ser tensiones de servicio o tensiones de más alta frecuencia producidas por procesos de maniobras, defectos a tierra (sobretensiones internas) o rayos (sobretensiones externas). La rigidez dieléctrica se verifica mediante un ensayo con tensión soportada de impulso tipo rayo con la onda de impulso normal de 1,2 / 50 μ s y un ensayo con tensión soportada a frecuencia industrial (50 Hz / 1 min.).

Tensión asignada

La tensión asignada es el límite superior de la máxima tensión de red para el cual se ha diseñado el equipo. Como todos los dispositivos de maniobra de alta tensión extinguen en el punto cero – a excepción de algunos fusibles –, la tensión de red es el criterio de dimensionamiento más importante, el cual determina la sollicitación dieléctrica del dispositivo de maniobra mediante la tensión transitoria de restablecimiento y la tensión de restablecimiento, especialmente durante la maniobra de apertura.

Corriente asignada en servicio continuo

La corriente asignada en servicio continuo es la corriente que el circuito principal de un equipo puede conducir permanentemente bajo condiciones definidas. El calentamiento de los componentes – especialmente de los contactos – no debe exceder valores definidos. Las sobretemperaturas permisibles siempre están referidas a la temperatura del aire ambiente. Si un equipo está montado dentro de una envolvente, posiblemente no pueda ser cargado con su plena corriente asignada, cosa que depende de la calidad de disipación de la energía térmica.

Valor de cresta de la corriente admisible asignada

El valor de cresta de la corriente admisible asignada es el valor cresta de la primera gran alternancia de la corriente de cortocircuito durante un proceso de compensación tras el comienzo del flujo de corriente que el dispositivo puede conducir en estado cerrado. Es una medida para la carga electrodinámica (mecánica) de un componente eléctrico. Para dispositivos con pleno poder de cierre, este valor no es relevante (véase la corriente asignada de cierre en cortocircuito).

Corriente asignada de corte

La corriente asignada de corte es la corriente de corte de carga durante el servicio normal. Para dispositivos con pleno poder de cierre y sin rango crítico de corriente, este valor no es relevante (véase la corriente asignada de corte en cortocircuito).

Corriente asignada de corte en cortocircuito

La corriente asignada de corte en cortocircuito es el valor efectivo de la corriente de corte en caso de cortocircuito en los terminales del dispositivo de maniobra.

Corriente asignada de cierre en cortocircuito

La corriente asignada de cierre en cortocircuito es el valor cresta de la corriente de cierre en caso de cortocircuito en los terminales del dispositivo de maniobra. Esta solicitud es más dura que la del valor de cresta de la corriente admisible asignada, ya que las fuerzas dinámicas pueden actuar en contra del movimiento de los contactos.

Normas

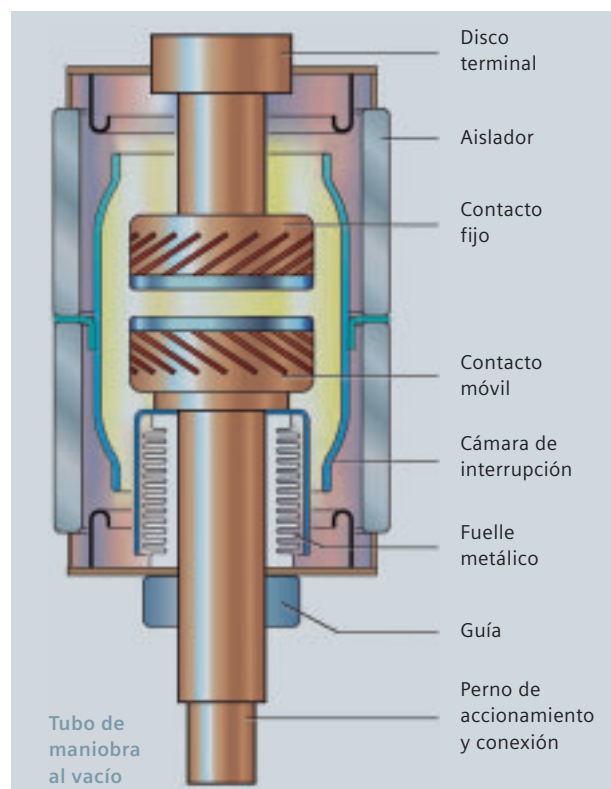
Los dispositivos de maniobra y componentes sin maniobra están sujetos a normas nacionales e internacionales. La tabla siguiente muestra las diferentes normas internacionales y su correspondencia alemana.

Internacional	Alemania	Designación
EN 50110	VDE 0105-100	Explotación de instalaciones eléctricas
IEC 60044	VDE 0414	Transformadores de medida
IEC 60099	VDE 0675	Pararrayos
IEC 60265-1	VDE 0670-301	Interruptores de alta tensión – Parte 1: Interruptores para tensiones superiores a 1 kV e inferiores a 52 kV
IEC 60282	VDE 0670-4	Fusibles de alta tensión – Parte 1: Fusibles limitadores de corriente
IEC 60470	VDE 0670-501	Contactores de corriente alterna para alta tensión y arrancadores de motores con contactores
IEC 60644	VDE 0670-401	Especificaciones para los cartuchos fusibles de alta tensión destinados a circuitos con motores
IEC 60694	VDE 0670-1000	Estipulaciones comunes para las normas de aparamenta de alta tensión
IEC 60787	VDE 0670-402	Guía de aplicación para la selección de cartuchos fusibles de alta tensión limitadores de corriente para circuitos de transformadores
IEC 62271-100	VDE 0671-100	Interruptores automáticos de corriente alterna para alta tensión
IEC 62271-102	VDE 0671-102	Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna
IEC 62271-105	VDE 0671-105	Combinados interruptor-fusibles de corriente alterna

Los números de las normas para aparamenta de alta tensión cambiarán en los próximos años o ya han sido modificados en parte. En el futuro, IEC resumirá todas las normas de una comisión bajo un número de grupo, de modo que las normas relativas a un campo técnico específico serán fáciles de encontrar.

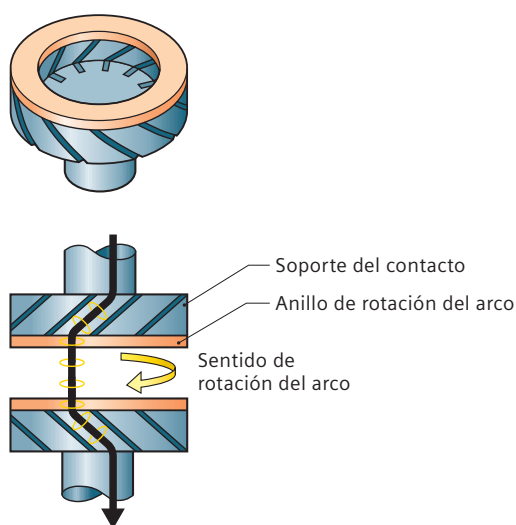
Componentes de media tensión en detalle

Tecnología del corte en vacío



Extinción del arco

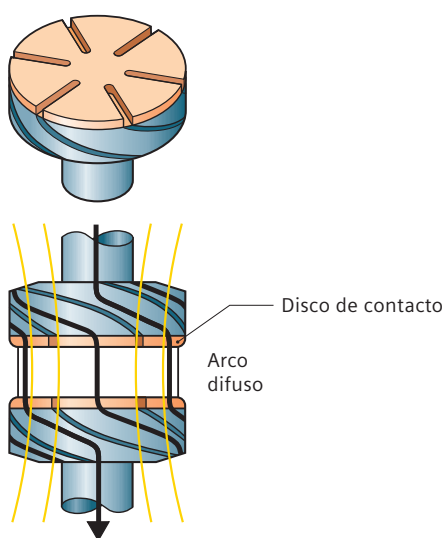
Durante la separación galvánica de los contactos, la corriente que se haya de interrumpir produce una descarga de arco de vapor metálico. La corriente fluye a través de este plasma de vapor metálico hasta su siguiente paso por cero. Cerca del paso por cero, el arco se extingue. El vapor metálico ya pierde su conductividad tras pocos microsegundos – la distancia entre contactos se recupera rápidamente. Para mantener la descarga del arco de vapor metálico se precisa una corriente mínima. Si la corriente cae por debajo de este valor mínimo, se interrumpirá antes del paso natural por cero. Para evitar sobretensiones de maniobra inadmisibles al cortar circuitos inductivos, la corriente de interrupción se deberá limitar a valores mínimos. Debido al material especial utilizado para los contactos, la corriente de interrupción en los interruptores de potencia al vacío oscila tan sólo entre 2 y 3 A. Por la rápida recuperación de la distancia entre contactos, el arco se extingue con seguridad incluso si los contactos se separan justo antes del paso por cero. Por ello, los tiempos de arco en los últimos polos que extinguen la corriente ascienden a 15 ms como máximo. Según la corriente de corte y las dimensiones del tubo de maniobra se emplean diferentes geometrías para los contactos:



Contacto de campo magnético radial

- En contactos de campo magnético radial, el arco quema de forma difusa hasta corrientes de aprox. 10 kA (valor momentáneo). Corrientes superiores fluyen a través de un arco contraído. En este caso hay que evitar sobrecalentamientos locales en los contactos. Un campo magnético adicional produce una fuerza que obliga al arco a girar sobre los anillos de rotación de los contactos. De este modo, la erosión de los contactos al pie del arco se distribuye a lo largo de toda la superficie del anillo.
- En contactos de campo magnético axial, el arco permanece difuso incluso con corrientes más altas debido al campo magnético axial. Las superficies de contacto en forma de disco están solicitadas de forma uniforme, evitando fusiones locales.

En interruptores de potencia de corriente alterna, la función verdadera del sistema de extinción es desionizar la distancia entre contactos inmediatamente después del paso por cero. En todos los sistemas de extinción convencionales, esto significa que hay que refrigerar el arco ya antes de alcanzar la distancia mínima de extinción y el siguiente paso por cero. Sin querer, esto aumenta la potencia del arco en gran medida. Sin embargo, en los interruptores de potencia el arco no se refrigera. El plasma de vapor metálico tiene una alta conductividad.



Contacto de campo magnético axial

El resultado es una tensión de arco mínima, cuyo valor oscila entre 20 y 200 V. Por esta razón y debido a los cortos tiempos de arco, la energía convertida en la distancia entre contactos es muy pequeña. Por esta sollicitación relativamente baja, el sistema de extinción es libre de mantenimiento. Como las presiones en el tubo de maniobra en estado estacionario son muy reducidas – inferiores a 10^{-9} bares –, para alcanzar una máxima rigidez dieléctrica sólo se precisan distancias entre contactos de entre 6 y 20 mm. Aparte de los interruptores de potencia, la tecnología del corte en vacío también puede aplicarse en contactores e interruptores. Hoy en día, más del 70% de todos los interruptores de potencia instalados en sistemas de media tensión utilizan la tecnología del corte en vacío.

Interrupidores de potencia al vacío

Aplicación



- Montaje universal en todos los tipos usuales de celdas de media tensión
- Disponible como interruptor de potencia de media tensión unipolar o multipolar para todas las funciones de maniobra en instalaciones interiores
- Para cortar corrientes resistivas, inductivas y capacitivas
- Para maniobrar generadores
- Para maniobrar líneas de contacto (interruptores de potencia unipolares para aplicaciones ferroviarias)

Maniobras

Las maniobras del interruptor de potencia al vacío dependen, entre otros, del tipo de su mecanismo de funcionamiento:

- Mecanismo con acumulación de energía
 - para sincronización y conmutación rápida
 - para reenganches automáticos
- Mecanismo a resorte (CIERRE a resorte, APERTURA con acumulación de energía)
 - para cierre y apertura normal

Ejecuciones



SION – el innovador

Interruptor de potencia estándar para aplicación variable

- Como interruptor de potencia estándar o módulo extraíble completo
- Hasta 10.000 ciclos de maniobra

Maniobras

Sincronización

Los tiempos de cierre durante la sincronización son tan cortos que, cuando los contactos se tocan, todavía se dispone de suficiente sincronismo entre las redes que se hayan de conectar en paralelo.

Conmutación rápida

La transferencia de consumidores a otra alimentación sin interrupción del servicio se denomina conmutación rápida. Los interruptores de potencia al vacío con mecanismo con acumulación de energía disponen de los tiempos mínimos de cierre y apertura que se precisan al respecto. Aparte de otros ensayos, los interruptores de potencia al vacío para conmutación rápida han sido sometidos a ensayos con la secuencia de maniobras O-3 min-CO-3 min-CO con plena corriente asignada de corte en cortocircuito según las normas. Hasta una corriente asignada de corte en cortocircuito de 31,5 kA, incluso dominan la secuencia de maniobras O-0,3 s-CO-3 min-CO.

Reenganche automático

Se precisa en líneas aéreas para eliminar defectos o cortocircuitos transitorios causados, por ejemplo, por tor-



3AH5 – el económico

Interruptor de potencia estándar para pequeñas potencias de maniobra

- Hasta 10.000 ciclos de maniobra



3AH3 – el potente

Interruptor de potencia para altas potencias de maniobra

- Corrientes asignadas de corte en cortocircuito hasta 63 kA
- Corrientes asignadas en servicio continuo hasta 4000 A
- Hasta 10.000 ciclos de maniobra



3AH4 – el persistente

Interruptor de potencia para un gran número de ciclos de maniobra

- Hasta 120.000 ciclos de maniobra



3AH37/3AH38 – los fuertes

Interruptores de potencia para aplicaciones de alta intensidad y generadores

- Corrientes asignadas en servicio continuo hasta 6300 A
- Hasta 10.000 ciclos de maniobra
- Según IEEE Std C37.013

mentas, vientos fuertes o animales. Incluso con plena corriente de cortocircuito, los interruptores de potencia al vacío para maniobras tipo K permiten tiempos muertos tan cortos entre las maniobras de apertura y cierre, que el intervalo de tiempo sin corriente apenas se percibe en el suministro de energía de los consumidores. En caso de reenganche automático sin éxito, la derivación defectuosa se desconecta definitivamente. Los interruptores de potencia al vacío con capacidad de reenganche automático deben cumplir la secuencia de maniobras O-0,3 s-CO-3 min-CO de acuerdo con IEC 62 271-100, mientras que un reenganche automático sin éxito sólo exige la secuencia de maniobras O-0,3 s-CO.

Reenganche automático en redes de líneas de contacto

Para verificar la ausencia de cortocircuitos en redes de líneas de contacto mediante resistores de ensayo después de haberse originado una desconexión debido a un cortocircuito, la secuencia de maniobras es O-15 s-CO.

Reenganches múltiples

Los interruptores de potencia al vacío también son adecuados para reenganches múltiples, que se aplican

ante todo en países de habla inglesa bajo la denominación de "Reclosing"; por ejemplo, para la secuencia de maniobras O-0,3 s-CO-15 s-CO-15 s-CO.

Maniobra de transformadores

En el interruptor de potencia al vacío, la corriente de interrupción oscila entre tan sólo 2 y 3 A debido al material especial utilizado para los contactos. Esto significa que no surgirán sobretensiones peligrosas al desconectar transformadores en vacío.

Interrupción de corrientes de cortocircuito

Al cortar corrientes de cortocircuito con el punto de defecto directamente aguas abajo de un transformador, generador o reactancia limitadora de corriente, en primer lugar puede aparecer la plena corriente de cortocircuito y, en segundo lugar, la velocidad inicial de crecimiento de la tensión transitoria de restablecimiento puede ser muy superior a los valores especificados en IEC 62 271-100. Pueden alcanzarse velocidades iniciales de crecimiento de hasta 10 kV / μ s – al cortar cortocircuitos aguas abajo de un reactancia, incluso pueden ser superiores. Los interruptores de potencia también soportan estas solicitudes.



3AH47 – el especial

Interruptor de potencia para aplicaciones ferroviarias

- Frecuencia de red 16 ²/₃, 50 ó 60 Hz
- Unipolar o bipolar
- Hasta 60.000 ciclos de maniobra

Maniobra de condensadores

Los interruptores de potencia al vacío están diseñados especialmente para maniobrar circuitos capacitivos. Pueden desconectar condensadores hasta máximas capacidades de batería sin recibidos y, en consecuencia, sin sobretensiones. El corte de la corriente capacitiva ha sido ensayado hasta una tensión asignada de 12 kV con hasta 600 A, para 24 kV hasta 300 A, y para 36 kV hasta 200 A. Estos valores están condicionados técnicamente por el laboratorio de ensayos. Como punto de referencia, la experiencia práctica ha demostrado que el interruptor de potencia domina, en general, corrientes capacitivas hasta un 70% de la corriente asignada en servicio continuo. Cuando hay que conectar condensadores en paralelo, pueden aparecer corrientes con valores de hasta la corriente de cortocircuito, que ponen en peligro las partes integrales del sistema por su alta velocidad de crecimiento. Se permiten corrientes de cierre de hasta 10 kA (valor de cresta); para valores más altos hay que consultar.

Maniobra de líneas aéreas y cables

Al cortar líneas aéreas y cables en vacío, las corrientes de carga, relativamente pequeñas, se dominan sin recibidos y, en consecuencia, sin sobretensiones.

Maniobra de motores

Al parar pequeños motores de alta tensión durante el arranque pueden surgir sobretensiones de maniobra. Esto concierne a motores de alta tensión con corrientes de arranque de hasta 600 A. La magnitud de estas sobretensiones puede reducirse a valores inofensivos mediante limitadores de sobretensión especiales. Para motores con compensación individual no se precisa circuito de protección.

Maniobra de generadores

Al maniobrar generadores con una corriente de cortocircuito ≥ 600 A pueden surgir sobretensiones de maniobra. En este caso se deberán utilizar limitadores o descargadores de sobretensión.

Maniobra de circuitos de filtro

Al desconectar circuitos de filtro o baterías de condensadores con reactancias, la solicitud del interruptor de potencia al vacío causada por la tensión de restablecimiento es mayor que cuando se trata únicamente de condensadores. Esto se debe a la conexión en serie de la reactancia y del condensador, lo cual hay que observar para la tensión asignada al seleccionar el interruptor de potencia al vacío.

Maniobra de hornos de arco

Se precisan hasta 100 ciclos de maniobra al día. El interruptor de potencia al vacío tipo 3AH4 es especialmente adecuado para esta tarea. Debido a las propiedades del circuito de carga, las corrientes pueden ser asimétricas y deformadas. Para evitar oscilaciones resonantes en los transformadores de hornos se precisan circuitos de protección ajustados individualmente.

Portafolio de interruptores de potencia al vacío

Corriente asignada de corte en cortocircuito	Corriente asignada en servicio continuo	Tensión asignada y frecuencia											
		7,2 kV 50/60 Hz	12 kV 50/60 Hz	15 kV 50/60 Hz	17,5 kV 50/60 Hz	17,5 kV 16 2/3 Hz	24 kV 50/60 Hz		27,5 kV 50/60 Hz	36 kV 50/60 Hz			
12,5	800 A				SION			SION					
	1250 A				SION			SION					
13,1	800 A		3AH5										
16	800 A	SION	SION	3AH5		SION			SION	3AH5			
	1250 A	SION	SION			SION			SION		3AH5		
	2000 A					SION			SION				
	2500 A					SION			SION				
20	800 A	SION	SION	3AH5					SION				
	1250 A	SION	SION	3AH5					SION	3AH5			
	2000 A		3AH5						SION	3AH5			
	2500 A								SION	3AH5			
25	800 A	SION	SION	3AH5		SION	3AH5		SION				
	1250 A	SION	SION	3AH5		SION	3AH5		SION		3AH5	3AH47	3AH5
	2000 A	SION	SION			SION		3AH47	SION			3AH47	3AH5
	2500 A		SION	3AH5		SION	3AH5		SION		3AH5	3AH47	
31,5	800 A	SION	SION			SION							
	1250 A	SION	SION	3AH5		SION	3AH5					3AH47	3AH3
	2000 A	SION	SION			SION		3AH47				3AH47	3AH3
	2500 A	SION	SION	3AH5		SION	3AH5					3AH47	3AH3
40	1250 A	SION	SION			SION							
	2000 A	SION	SION			SION							
	2500 A	SION	SION			SION		3AH47	3AH3	3AH4			3AH3
	3150 A	SION	SION		3AH1	SION							
50	1250 A	3AH3	3AH3		3AH3	3AH3							
	2500 A	3AH3	3AH3		3AH3	3AH3		3AH47					
	3150 A	3AH3	3AH3		3AH3	3AH3	3AH38						
	4000 A	3AH3	3AH3		3AH3	3AH3	3AH38						
	5000 A					3AH37							
	6300 A					3AH37							
63	1250 A	3AH3	3AH3		3AH3	3AH3							
	2500 A	3AH3	3AH3		3AH3	3AH3							
	3150 A	3AH3	3AH3		3AH3	3AH38							
	4000 A	3AH3	3AH3		3AH3	3AH38							
	5000 A					3AH37							
	6300 A					3AH37							
72	3150 A					3AH38							
	4000 A					3AH38							
	5000 A					3AH37							
	6300 A					3AH37							

Interrupidores de potencia al vacío para exteriores

Aplicación



Los interruptores de potencia al vacío para exteriores han sido diseñados especialmente para su instalación a la intemperie. El diseño comprende un mínimo de partes móviles y una construcción simple para garantizar una larga vida útil eléctrica y mecánica, ofreciendo al mismo tiempo todas las ventajas de los interruptores de potencia al vacío para interiores.

En interruptores de potencia en poste (live-tank), el tubo de maniobra al vacío está dispuesto dentro de una envolvente aislada resistente a la intemperie, de porcelana, por ejemplo. El tubo de maniobra al vacío está bajo potencial eléctrico, es decir, "live" o "vivo".

La propiedad significativa de la tecnología estanca (dead-tank) es la disposición del tubo de maniobra al vacío en una envolvente metálica puesta a tierra, definida como "dead" o "muerta".



Portafolio de interruptores de potencia al vacío para exteriores

Tipo	3AG0	3AF034	3AF014	3AF015
Tensión asignada	12 kV	17,5 kV	36 kV	36 kV
Tensión soportada asignada de corta duración a frecuencia industrial	28 kV	38 kV	70 kV	70 kV
Tensión soportada asignada de impulso tipo rayo	75 kV	95 kV	170 kV	170 kV
Corriente asignada en servicio continuo	1600 A	1600/2000 A	1600/2000 A	1600/2000 A
Corriente asignada de corte en cortocircuito	25 kA	25 kA	25 kA	31,5 kA
Corriente asignada de cierre en cortocircuito	63 kA	63 kA	63 kA	80 kA
Forma de construcción	Live Tank	Live Tank	Live Tank	Live Tank

Maniobras

Los interruptores de potencia al vacío para exteriores desempeñan las mismas funciones que los interruptores de potencia para interiores, abarcando una gama de productos similar. Por su diseño especial se usan preferentemente en redes con una gran parte de líneas aéreas. Si se usan interruptores de potencia al vacío para exteriores ya no hay necesidad de prever locales de servicio eléctrico cerrados para instalar los interruptores de potencia.



Dead Tank

Tipo	SDV6 / 8HH	SDV5
Tensión asignada	15–38 kV	38 kV
Tensión soportada asignada de corta duración a frecuencia industrial	50–70 kV	80 kV
Tensión soportada asignada de impulso tipo rayo	110–170 kV	200 kV
Corriente asignada en servicio continuo	600–2000 A	1200/2000 A
Corriente asignada de corte en cortocircuito	25/40 kA	20/25 kA
Corriente asignada de cierre en cortocircuito	65/104 kA	52/65 kA
Forma de construcción	Dead Tank	Dead Tank

Interrupidores al vacío

Aplicación

Los interruptores al vacío son interruptores para instalaciones interiores que emplean el principio del corte en vacío para interrumpir las corrientes en servicio continuo, rebasando de este modo los datos eléctricos y mecánicos de interruptores convencionales. Por ejemplo, una corriente asignada de 800 A puede cortarse hasta 10.000 veces sin mantenimiento. Sólo es necesario engrasar el mecanismo de funcionamiento cada 10 años. Los interruptores son adecuados para su montaje en celdas de tipo extraíble, así como para su combinación con fusibles de alta tensión y alta capacidad de ruptura.

La aplicación de interruptores al vacío en combinación con celdas con interruptores de potencia es apropiada para aprovechar las citadas ventajas de forma consecuente. Como pueden cortar la corriente asignada en servicio continuo muchas veces, es posible, por ejemplo, desconectar transformadores en vacío en redes industriales cada día para minimizar las pérdidas en vacío, reduciendo, al mismo tiempo, los gastos de servicio.

De la protección de cortocircuito se encargan fusibles, igual que en otros interruptores. Como combinados interruptor-fusible, los interruptores al vacío pueden combinarse con todos los fusibles ACR hasta máximas corrientes en servicio continuo.

Maniobras

Maniobra de líneas aéreas y cables

Las líneas aéreas y cables en vacío se cortan con corrientes capacitivas relativamente pequeñas sin recebados y, en consecuencia, sin sobretensiones.

Maniobra de transformadores

En el interruptor al vacío, la corriente de interrupción oscila entre tan sólo 2 y 3 A debido al material especial utilizados para los contactos. Esto significa que no surgirán sobretensiones peligrosas al desconectar transformadores en vacío.

Maniobra de motores

Al parar pequeños motores de alta tensión durante el arranque pueden surgir sobretensiones de maniobra. Esto concierne a motores de alta tensión con corrientes de arranque de hasta 600 A. La magnitud de estas sobretensiones puede reducirse a valores inofensivos mediante limitadores de sobretensión especiales. Para motores con compensación individual no se precisa circuito de protección.

Maniobra de condensadores

Los interruptores al vacío son especialmente adecuados para cortar corrientes capacitivas, ya que interrumpen estas corrientes sin recebados. Los interruptores 3CG pueden emplearse hasta corrientes de 800 A.

Portafolio de interruptores al vacío

Tipo	3CG			
Tensión asignada	7,2 kV	12 kV	15 kV	24 kV
Frecuencia asignada	50/60 Hz	50/60 Hz	50/60 Hz	50/60 Hz
Tensión soportada asignada de impulso tipo rayo	60 kV	75 kV	95 kV	125 kV
Corriente asignada en servicio continuo	800 A	800 A	800 A	800 A
Corriente admisible asignada de corta duración (3 s)	20 kA	20 kA	20 kA	16 kA
Corriente asignada de cierre en cortocircuito	50 kA	50 kA	50 kA	40 kA
Corriente asignada de corte de anillo	800 A	800 A	800 A	800 A
Corriente asignada de corte de transformador	10 A	10 A	10 A	10 A
Corriente asignada de corte de condensador	800 A	800 A	800 A	800 A
Corriente asignada de corte de cable	63 A	63 A	63 A	63 A
Corriente asignada de corte para motores con rotor bloqueado	2500 A	1600 A	1250 A	—
Capacidad de maniobra inductiva ($\cos \varphi \leq 0,15$)	2500 A	1600 A	1250 A	1250 A
Número de ciclos de maniobra con corriente asignada en servicio continuo	10.000	10.000	10.000	10.000

Maniobra bajo condiciones de defecto a tierra

Este caso de maniobra puede producirse en redes sin puesta a tierra del neutro. Hay que distinguir entre dos casos de maniobra:

- Punto de defecto aguas abajo del interruptor (corriente asignada de corte de defecto a tierra): La corriente capacitiva de defecto a tierra de la red interconectada galvánicamente fluye a través del punto de defecto. Según el tamaño de la red pueden aparecer corrientes de defecto de hasta 500 A. El interruptor 3CG puede interrumpir estas corrientes en su totalidad.
- Punto de defecto aguas arriba del interruptor (corriente asignada de corte de cable bajo condiciones de defecto a tierra): El interruptor no corta la corriente de defecto. Sólo se interrumpe la corriente de carga del cable conectado aguas abajo, pero con la tensión entre fases como tensión de restablecimiento, ya que el defecto a tierra en una fase aumenta la tensión en las dos fases sanas correspondientemente. En la mayoría de los casos, la corriente de carga sólo alcanza valores de unos pocos amperios. La dificultad, en este caso, puede ser que una corriente de carga quede superpuesta sobre la pequeña corriente de carga capacitiva. Este caso especial de maniobra frecuentemente es demasiado difícil para interruptores convencionales. Los interruptores al vacío 3CG también dominan este tipo de maniobras sin restricciones.



Interruptor al vacío 3CG

Capacidad de maniobra bajo condiciones de defecto a tierra				
Corriente asignada de corte de defecto a tierra	630 A	630 A	630 A	630 A
Corriente asignada de corte de cable bajo condiciones de defecto a tierra	63 A	63 A	63 A	63 A
Corriente asignada de corte de cable bajo condiciones de defecto a tierra con corriente de carga superpuesta	63 A + 800 A	63 A + 800 A	63 A + 800 A	63 A + 800 A

Contadores al vacío

Aplicación



Los contactores al vacío 3TL son contactores tripolares con mecanismo de funcionamiento electromagnético para celdas de media tensión. Se trata de dispositivos de corte de carga con un poder limitado de cierre y corte en cortocircuito para aplicaciones con maniobras muy frecuentes de hasta 1 millón de ciclos de maniobra. Los contactores al vacío son adecuados para la desconexión normal de consumidores de corriente alterna en instalaciones interiores y pueden emplearse, por ejemplo, para las siguientes funciones de maniobra:

- AC-3: Motores de jaula de ardilla: Arrancar, desconectar durante la marcha
- AC-4: Arrancar, frenar por contracorriente, pulsar
- Maniobra de motores trifásicos en servicio AC-3 ó AC-4 (p.ej. en sistemas de transporte y ascensores, compresores, estaciones de bombeo, ventilación y calefacción)
- Maniobra de transformadores (p.ej. en celdas de distribución secundaria, distribuciones industriales)
- Maniobra de reactancias (p.ej. en redes de distribución industriales, reactancias de circuito intermedio c.c., sistemas de corrección del factor de potencia)
- Maniobra de consumidores resistivos (p.ej. resistores de calefacción, hornos eléctricos)
- Maniobra de condensadores (p.ej. sistemas de corrección del factor de potencia, baterías de condensadores)

En combinaciones de contactores de inversión (servicio de inversión) sólo se precisa un contactor para cada sentido de giro si se usan fusibles de alta tensión y alta capacidad de ruptura para la protección de cortocircuito.

Maniobras

Maniobra de motores

Los contactores al vacío son especialmente adecuados para maniobras frecuentes de motores. Como la corriente de interrupción de los contactores es ≤ 5 A, no se producen sobretensiones inadmisibles al maniobrar motores durante el servicio normal. Sin embargo, pueden producirse sobretensiones al parar motores de alta tensión con corrientes de arranque ≤ 600 A durante el arranque. La magnitud de estas sobretensiones puede reducirse a valores inofensivos mediante limitadores de sobretensión especiales (véase la página 27).

Maniobra de transformadores

Al cortar corrientes inductivas, la interrupción de la corriente puede producir sobretensiones en la distancia entre contactos. En el contactor al vacío, la corriente de interrupción es ≤ 5 A debido al material especial utilizado para los contactos. Esto significa que no surgirán sobretensiones peligrosas al desconectar transformadores en vacío.

Maniobra de condensadores

Los contactores al vacío 3TL pueden interrumpir corrientes capacitivas de hasta 250 A hasta la tensión asignada de 12 kV sin recebados, y, en consecuencia, sin sobretensiones.



Contactor al vacío 3TL6



Contactor al vacío 3TL71



Contactor al vacío 3TL81

Portafolio de contactores al vacío

Tipo	3TL81	3TL61	3TL65	3TL71
Tensión asignada	7,2 kV	7,2 kV	12 kV	24 kV
Frecuencia asignada	50/60 Hz	50/60 Hz	50/60 Hz	50/60 Hz
Corriente asignada en servicio continuo	400 A	450 A	400 A	800 A
Corriente asignada de cierre*	4000 A	4500 A	4000 A	4500 A
Corriente asignada de corte*	3200 A	3600 A	3200 A	3600 A
Vida útil mecánica del contactor*	1 millón de ciclos de maniobra	3 millones de ciclos de maniobra	1 millón de ciclos de maniobra	1 millón de ciclos de maniobra
Vida útil eléctrica del tubo de maniobra al vacío (corriente asignada)*	0,25 millones de ciclos de maniobra	1 millón de ciclos de maniobra	0,5 millones de ciclos de maniobra	0,5 millones de ciclos de maniobra

* Capacidad de maniobra según categoría de utilización AC-4 ($\cos \varphi = 0,35$)

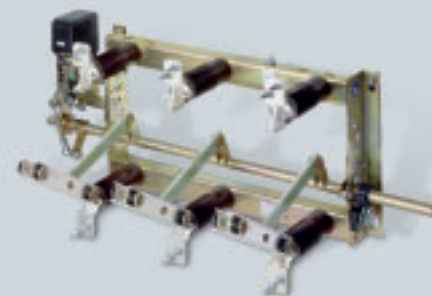
Seccionadores

Aplicación

Los seccionadores se utilizan para la apertura y cierre de circuitos eléctricos casi sin carga. Durante esta maniobra pueden cortar corrientes despreciables (esto son corrientes de hasta 500 mA, p.ej. corrientes capacitivas de embarrados o transformadores de tensión) o corrientes superiores si no se produce ningún cambio importante de tensión entre los terminales durante el proceso de corte, p.ej. durante la conmutación a otro embarrado en celdas con embarrado doble cuando un acoplamiento transversal está cerrado en paralelo. Sin embargo, la función verdadera de los seccionadores es establecer una distancia de seccionamiento para poder trabajar de forma segura en los equipos que hayan sido "aislados" por el seccionador. Por este motivo, la distancia de seccionamiento debe satisfacer grandes exigencias en cuanto a fiabilidad, visibilidad y rigidez dieléctrica.

Maniobras

Los seccionadores tienen que aislar los equipos conectados aguas abajo, es decir, equipos que ya no están bajo tensión, de los circuitos conectados a los mismos. Así, los seccionadores establecen una distancia de seccionamiento entre los terminales de cada polo. Por ello deben abrir los circuitos y/o cerrarlos de nuevo tras haber finalizado los trabajos cuando haya que cerrar/cortar corrientes insignificantemente pequeñas o no exista una diferencia de tensión apreciable entre los circuitos. Como se accionan muy pocas veces, no están diseñados para efectuar un gran número de ciclos de maniobra como p.ej. un interruptor de potencia.



Seccionador en posición de seccionamiento

Portafolio de seccionadores

Corriente admisible asignada de corta duración	Corriente asignada en servicio continuo	Tensión asignada		
		12 kV	24 kV	36 kV
20 kA	630 A	3DC	3DC/3DA	3DC
31,5 kA	630 A	3DC		
	1250 A	3DC	3DC/3DA	3DC
	1600 A	3DC	3DC/3DA	3DA
	2500 A	3DC	3DC	3DC
	3000 A			3DC
50 kA	1250 A	3DC		
	1600 A	3DC		
	2500 A	3DC		
	3000 A	3DC		
63 kA	1250 A	3DC		
	1600 A	3DC		
	2500 A	3DC		
	3000 A	3DC		

Interruptores-seccionadores

Aplicación

Los interruptores-seccionadores combinan las funciones de un interruptor con el establecimiento de una distancia de seccionamiento (seccionador) en un solo dispositivo. Por ello se emplean para cortar corrientes de carga hasta la magnitud de su corriente asignada en servicio continuo. Al conectar consumidores no se puede excluir la posibilidad de cerrar sobre un cortocircuito existente. Por este motivo, los interruptores-seccionadores disponen hoy de capacidad de cierre en cortocircuito. En combinación con fusibles, los interruptores (interruptores-seccionadores) también pueden utilizarse para cortar corrientes de cortocircuito. Durante este proceso, la corriente de cortocircuito es interrumpida por los fusibles. A continuación, los fusibles disparan los tres polos del interruptor(-seccionador), desconectando la derivación defectuosa de la red.

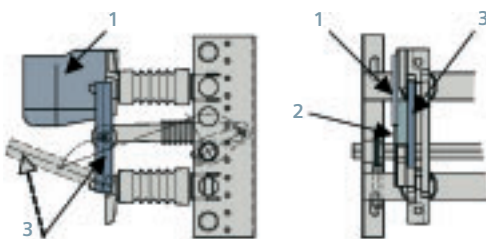


Vista lateral y de planta de un interruptor-seccionador

Principio de extinción

En los interruptores-seccionadores, el arco no se extingue dentro de un tubo de maniobra al vacío, sino que funcionan según el principio de un interruptor de autoformación de gases, lo cual significa que el arco disocia una cantidad de gas del material aislante que rodea estrechamente el arco, y este gas extingue el arco de forma rápida y eficaz. Como el material que suministra el gas no puede regenerarse por sí mismo, el número de ciclos de maniobra es inferior al de los tubos de maniobra al vacío. A pesar de ello, los interruptores-seccionadores diseñados según el principio de autoformación de gases son los que se usan con más frecuencia por su buena relación entre costes y rendimiento.

Los interruptores-seccionadores 3CJ2 disponen de una cámara de interrupción plana de autoformación de gases (1). Durante el movimiento de apertura, la cuchilla de contacto (2) se separa primero. Como la cuchilla auxiliar (3) guiada en la cámara de interrupción todavía da contacto, la corriente fluye ahora a través de la cuchilla auxiliar. Cuando las cuchillas de contacto alcanzan la distancia de seccionamiento, la cuchilla auxiliar abre la conexión de golpe. El arco de apertura quema a través de una distancia muy corta, y sus efectos térmicos disocian una cantidad de gas suficiente para extinguirlo de forma rápida y eficaz.



Interruptor-seccionador

Portafolio de interruptores-seccionadores

Tipo	3CJ2			
Tensión asignada	12 kV	17,5 kV	24 kV	36 kV
Tensión soportada asignada de corta duración a frecuencia industrial	28 kV/32 kV	38 kV/45 kV	50 kV/60 kV	70 kV/80 kV
Tensión soportada asignada de impulso tipo rayo	75 kV/85 kV	95 kV/110 kV	125 kV/145 kV	170 kV/195 kV
Corriente asignada en servicio continuo	400 A/630 A	400 A/630 A	400 A/630 A	630 A
Corriente admisible asignada de corta duración (1 sec)	25 kA	25 kA	25 kA	20 kA
Corriente asignada de cierre en cortocircuito	63 kA	63 kA	50 kA	25 kA
Corriente asignada de corte de anillo	400 A/630 A	400 A/630 A	400 A/630 A	630 A
Corriente asignada de corte de cable	50 A	75 A	50 A	25 A
Corriente asignada de corte de defecto a tierra	150 A	200 A	150 A	70 A
Corriente asignada de corte de cable bajo condiciones de defecto a tierra	86 A	100 A	86 A	40 A
Número de ciclos de maniobra mecánicos	2500	2500	2500	1000
Par del mecanismo a resorte/con acumulación de energía	44/60	54/62	64/64	90/150
Par del seccionador de puesta a tierra	60	65	70	120
Calibre estándar del fusible "e"	292	362/292	442	538

Seccionadores de puesta a tierra

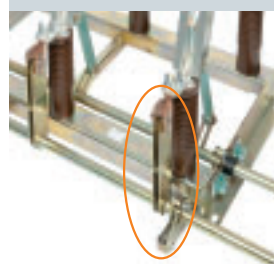
Aplicación



Los seccionadores de puesta a tierra se emplean para poner partes de las celdas, así como cables y líneas aéreas, a tierra y en cortocircuito. Facilitan trabajar sin peligro en los equipos que previamente han puesto a tierra. Su diseño es similar al de los seccionadores de corte vertical. Frecuentemente se integran en seccionadores o interruptores-seccionadores, y se enclavan con los mismos para evitar la puesta a tierra bajo tensión. Si se usan seccionadores de puesta a tierra con capacidad de cierre en lugar de seccionadores de puesta a tierra normales, la puesta a tierra y en cortocircuito no representa peligro alguno, incluso si el circuito no hubiera sido aislado previamente por equivocación.



Detalle de seccionador de puesta a tierra integrado, posición abierta con seccionador cerrado



Detalle de seccionador de puesta a tierra integrado, posición cerrada con seccionador abierto

Portafolio de seccionadores de puesta a tierra

Seccionadores de puesta a tierra		Tensión asignada		
Corriente admisible asignada de corta duración	Valor de cresta de la corriente admisible asignada	12 kV	24 kV	36 kV
20 kA	50 kA	3DE	3DE/3DD	3DE
31,5 kA	80 kA	3DE	3DE/3DD	3DE
50 kA	125 kA	3DE		
63 kA	160 kA	3DE		

Seccionadores de puesta a tierra con capacidad de cierre			Tensión asignada			
Tensión soportada asignada de impulso tipo rayo	Tensión soportada asignada de corta duración a frecuencia industrial	Corriente asignada de cierre en cortocircuito	7,2 kV	12 kV	15 kV	24 kV
60 kV	20 kV	63 kA	3CX50			
60 kV	28 kV	50 kA		3CX50		
75 kV	28 kV	50 kA		3CX50		
95 kV	38 kV	52 kA			3CX50	
95 kV	50 kV	40 kA				3CX50
125 kV	50 kV	40 kA				3CX50

Fusibles

Aplicación



Cartucho fusible



Cartuchos fusibles trifásicos con indicación de fusible



Interruptor-seccionador con cartuchos fusibles

Los fusibles ACR (alta tensión y alta capacidad de ruptura) se utilizan para la protección contra cortocircuitos en instalaciones de alta tensión (rango de frecuencia de 50 a 60 Hz). Protegen equipos y partes de celdas tales como transformadores, motores, condensadores, transformadores de tensión y salidas a cables contra los efectos dinámicos y térmicos de altas corrientes de cortocircuito interrumpiéndolas cuando aparecen.

Los fusibles constan de portafusibles y cartuchos fusibles. Al extraer los cartuchos fusibles, el portafusibles establece una distancia de seccionamiento de conformidad con las normas. Los cartuchos fusibles se emplean para un solo corte de sobrecorriente, tras el cual hay que sustituirlos. En un combinado interruptor-fusible, el disparo del percutor térmico del cartucho fusible 3GD impide la destrucción térmica del fusible. Los fusibles son adecuados para instalaciones tanto interiores como exteriores. Se montan en portafusibles disponibles como componentes individuales mono-fásicos o trifásicos, o bien como componentes integrados en combinación con el dispositivo de maniobra correspondiente.

Portafolio de fusibles

Tensión asignada	Calibre del fusible	Corriente asignada (A)														
		6	10	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125	160	200	250
3,6/7,2 kV	192 mm	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
	442 mm												■	■	■	■
12 kV	292 mm	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
	442 mm												■	■		
24 kV	442 mm	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
36 kV	537 mm	■	■	■	■	■	■	■								

Transformadores de medida

Aplicación



La función de los transformadores de medida es transformar altas corrientes y tensiones a valores de corriente o de tensión apropiados para fines de medición y protección. Es decir, que sirven para medir o registrar la potencia transmitida, o bien para abastecer a los relés de protección con señales evaluables que pongan al relé de protección en condiciones de desconectar un dispositivo de maniobra según la situación.

En este contexto, los **transformadores de corriente** pueden considerarse como transformadores que trabajan en régimen de cortocircuito. Toda la corriente en servicio continua fluye a través del lado primario. Los equipos conectados en el lado secundario están conectados en serie. Los transformadores de corriente pueden disponer de varios devanados secundarios con núcleos separados de características idénticas o diferentes. Por ejemplo, pueden estar equipados con dos núcleos de medida de diferente precisión, o bien con núcleos de medida y protección con límites de error de precisión diferentes.

Los **transformadores de tensión** contienen un solo núcleo magnético. Normalmente están diseñados con un devanado secundario tan sólo. En caso necesario, los transformadores de tensión con aislamiento unipolar disponen de un devanado adicional de defecto a tierra aparte del devanado secundario (devanado de medida).



Transformador de corriente 4MA7

Transformador de tensión 4MR1

Portafolio de transformadores de medida

Tipo de transformador de corriente	Transformador de corriente tipo bloque 4MA7	Transformador de corriente tipo bloque 4MB1	Pasatapas con transformador de corriente tipo 4MC2	Pasatapas con transformador de corriente tipo 4MC3	Transformador de corriente para exteriores 4ME1
Tensión asignada	12 kV/24 kV/36 kV	12 kV/24 kV/36 kV	12 kV/24 kV/36 kV	12 kV/24 kV/36 kV/52 kV	12 kV/24 kV
Corriente asignada en servicio continuo	10–2500 A	1500–6000 A	150–3000 A	1000–10.000 A	5–1200 A
Relación múltiple	Relación múltiple primaria o secundaria	Relación múltiple secundaria	Relación múltiple secundaria	Relación múltiple secundaria	Relación múltiple primaria o secundaria
Número de núcleos	3	3	4	4	3

Tipo de transformador de tensión	Tensión asignada	Potencia del núcleo de medida / Clase			Potencia térmica límite del devanado de detección de defecto a tierra
4MR1, 4MR2 para interiores, unipolar y bipolar, modelo pequeño	12 kV 24 kV	20 VA/0,2; 20 VA/0,2;	100 VA/0,5; 100 VA/0,5;	200 VA/1 200 VA/1	230 VA/4 A*
4MR5, 4MR6 para interiores, unipolar y bipolar, modelo grande	12 kV 24 kV 36 kV	30 VA/0,2; 45 VA/0,2; 50 VA/0,2;	100 VA/0,5; 100 VA/0,5; 100 VA/0,5;	200 VA/1 200 VA/1 200 VA/1	350 VA/6 A*
4MS3 para exteriores, unipolar	12 kV 24 kV	30 VA/0,2; 30 VA/0,2;	100 VA/0,5; 100 VA/0,5;	200 VA/1 200 VA/1	230 VA/4 A* 230 VA/4 A*
4MS4	36 kV	60 VA/0,2;	150 VA/0,5;	400 VA/1	

* Para valores superiores, consultar

Descargadores y limitadores de sobretensión

Aplicación



Descargador de óxido metálico (MO)

Los descargadores y limitadores de sobretensión protegen a los equipos tanto de sobretensiones externas causadas por rayos en líneas aéreas como de sobretensiones internas producidas por maniobras o defectos a tierra. Normalmente, el descargador está ubicado entre fase y tierra. La pila integrada de resistores (varistores) no lineales, dependientes de tensión, fabricada de óxido metálico (MO) u óxido de zinc (ZnO), se vuelve conductiva a partir de un valor límite de sobretensión definido para poder descargar la carga a tierra. Cuando la tensión a frecuencia industrial cae por debajo de este límite llamado tensión de descarga, los varistores vuelven a su valor de resistencia original, de modo que, bajo tensión de servicio, sólo fluye una corriente llamada corriente de fuga con un valor de unos pocos mA. Como esta corriente de fuga calienta los resistores, y de esta forma también el resistor, el dispositivo debe ser diseñado según el tratamiento del neutro en la red para evitar un calentamiento inadmisible del descargador.

A diferencia del descargador de sobrecorriente normal, el limitador de sobrecorriente contiene una distancia disruptiva además de la pila de resistores MO. Cuando la carga generada por la sobretensión es lo suficientemente grande, la distancia disruptiva se enciende y la sobretensión puede descargarse a tierra hasta que la distancia disruptiva se extingue y los varistores vuelven a su estado no conductivo. Este proceso se repite una vez tras otra durante toda la duración del defecto. De esta forma es posible diseñar el dispositivo con una tensión de descarga muy inferior a la de un descargador de sobrecorriente convencional, y sirve especialmente para proteger motores con – por regla general – una mala rigidez dieléctrica. Para garantizar una función de protección suficiente, la tensión de descarga de los descargadores o limitadores no deberá exceder la rigidez dieléctrica de los equipos que deban proteger.

Portafolio de descargadores y limitadores de sobretensión

Tipo	Descargador de sobrecorriente		Limitador de sobrecorriente
	3EF1	3EF3	3EE
Tensión asignada U_r	hasta 15 kV	hasta 12 kV	hasta 52 kV
Tensión de servicio permanente U_c	hasta 11 kV	hasta 8,2 kV	hasta 42 kV
Consumo de potencia	0,8 kJ/kV U_r	4 kJ/kV U_r	8 kJ/kV U_r / 10 kJ/kV U_r
Resistencia a la corriente de cortocircuito (duración)	–	40 kA (0,2 s)	hasta 300 kA (0,2 s)

Su guía

Para más información sobre los dispositivos de maniobra, se ruega consultar los catálogos siguientes:



Interruptores de potencia al vacío 3AH5

HG 11.02



Interruptores de potencia al vacío 3AH5

HG 11.05



Interruptores de potencia al vacío 3AH3

HG 11.03



Interruptores de potencia al vacío 3AH4

HG 11.04



Contactores al vacío 3TL

HG 11.21



Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra 3CJ2/3DA/3DC

HG 11.31



Interruptores-seccionadores 3CJ2

HG 12.21



Cartuchos fusibles 3GD Portafusibles 3GH

HG 12.31



Interruptores de potencia para aplicaciones ferroviarias 3AH47
HG 11.52



Interruptores de potencia al vacío para exteriores 3AF0/3AG0/SDV
HG 11.41



Interruptores al vacío 3CG
HG 12.11



Transformadores de medida 4M
HG 24



Descargadores y limitadores de sobretensión 3EE/3EF
HG 21



Siemens AG

Power Transmission and Distribution
Medium Voltage Division
Nonnendammallee 104
13623 Berlin
Deutschland

www.siemens.com/energy

Para cualquier pregunta relacionada con el transporte y distribución de energía eléctrica, llame a nuestro Customer Support Center, que le atenderá las 24 horas bajo los números:
Tel.: +49 180 / 524 70 00
Fax: +49 180 / 524 24 71
(Con recargo, depende del proveedor)
E-Mail: support.energy@siemens.com
www.siemens.com/energy-support

Sujeto a cambios sin previo aviso
Nº de pedido
E50001-K1511-A011-A1-7800
Impreso en Alemania
Dispo 31601
KG 05.07 3.0 32 Es
102085 6100/C6263