

Esta Recomendación AfK n° 5 fue traducida del alemán al español por la empresa Ángel Reyna y Asociados SRL, representante de DEHN +SÖHNE en la Argentina. Resultará de utilidad en los países de habla hispana, para la selección de vías de chispas de separación (isolated spark gaps) con relación a las piezas aislantes de las bridas, en instalaciones de cañerías con protección catódica, en zonas clasificadas con peligro de explosión.



Recomendación AfK N° 5  
Febrero de 1986

(Reemplaza a la Recomendación AfK N° 5 de noviembre de 1973)

## **Protección catódica contra la corrosión combinada con zonas con peligro de explosión**

---

Publicada por  
El Grupo de Trabajo DVGW/VDE en Cuestiones de Corrosión (AfK)

Oficina comercial en la  
DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e. V  
6236 Eschborn, Frankfurter Allee 27-29, Alemania

A adquirir en la ZfGW-Verlag GMBH, 6000 Frankfurt am Main 90, Casilla de Correo 90 10 80

## Prefacio

En el caso de las piezas aislantes para instalaciones de protección catódica contra la corrosión ubicadas en zonas con peligro de explosión, deben tomarse precauciones especiales para impedir posibles riesgos de inflamación. Tales riesgos pueden generarse debido a chispas producidas en instalaciones eléctricas o por efectos de descargas atmosféricas.

La Recomendación AfK fue elaborada por el Grupo de Trabajo DVGW/VDE en Cuestiones de Corrosión (AfK), en el que aparte de miembros de la DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e. V. y del Verband Deutscher Elektrotechniker (Asociación de Electrotécnicos Alemanes - VDE), participan también el Correo Alemán, los Ferrocarriles Federales Alemanes, la Asociación de Empresas de Transporte Público (VÖV), la Asociación de Centrales Eléctricas Alemanas (VDEW), así como representantes de los ferrocarriles industriales y de la federación de empresas de la industria petrolera, con el acuerdo de otros grupos de expertos y teniendo en cuenta las disposiciones existentes. Brinda indicaciones a los constructores y operadores de instalaciones de protección catódica contra la corrosión para la construcción, la operación y la supervisión de estas instalaciones.

Para el trasvasado de líquidos peligrosos en la zona de puertos y vías navegables se emplean también otras medidas de protección.

Esta nueva edición se generó a partir de la edición de noviembre de 1973 sobre la base de las propuestas provenientes de la práctica.

### **Protección catódica contra la corrosión combinada con zonas con peligro de explosión**

- 1 Los equipos de corriente de protección (instalaciones de protección catódica contra la corrosión, incluyendo la alimentación y los ánodos de corrientes externas) pueden instalarse solamente fuera de las zonas con peligro de explosión. Dentro de estas zonas solamente pueden estar las piezas aislantes necesarias para la protección catódica contra la corrosión. Al montarse estas instalaciones deben cumplirse las disposiciones de las normas DIN VDE 0165 "Montaje de instalaciones eléctricas de zonas con peligro de explosión" (Especificación VDE) y DIN EN 50 014 / VDE 0170/171 "Equipos eléctricos para zonas con peligro de explosión; disposiciones generales" (Especificación VDE para equipos eléctricos protegidos contra explosión y gas grisú). En relación con las medidas para la protección contra corrientes peligrosas para el organismo y la ejecución de los equipos de corriente de protección, deben observarse la norma DIN VDE 0100 "Montaje de instalaciones eléctricas de potencia con tensiones nominales de hasta 1000 V" y la Recomendación AfK N° 6, "Montaje de instalaciones de corrientes externas para la protección catódica contra la corrosión, protección contra corrientes peligrosas para el organismo".

- 2 Los cables subterráneos para la interconexión del rectificador de una instalación de corriente externa con los ánodos y con la instalación a proteger deben tener un revestimiento exterior de protección (por ejemplo, NYY), y por motivos mecánicos, una sección de por lo menos 4 mm<sub>2</sub> de Cu. Para los ánodos galvánicos es suficiente una sección de por lo menos 2,5 mm<sub>2</sub> de Cu.
- 3 Los conductores de alimentación aéreos deben tenderse protegidos mecánicamente, tener un revestimiento exterior de protección y una sección mínima de 4 mm<sub>2</sub> de Cu. Solamente se los puede conectar a aquellas piezas que sean accesibles a un control visual y que normalmente no se desconectan del resto (por ejemplo, no a correderas de tuberías ni a las tapas de un recipiente de almacenamiento). Las conexiones deben estar aseguradas contra la posibilidad de que se aflojen solas, por ejemplo mediante una unión con tornillos asegurada o soldadura, y protegidas contra la corrosión. La conexión debe hacerse al menos con un tornillo M10 o una conexión equivalente.
- 4 Los resistores necesarios para la medición y el ajuste de la corriente de protección de los ánodos galvánicos pueden colocarse en cajas de borneras. Estos resistores deben ser resistentes a la corrosión y estar protegidos contra la rotura del alambre conductor (por ejemplo, vidriados o embutidos en resina colada), y tener una resistencia mecánica confiable.

Las cajas de borneras en las instalaciones de corrientes externas deben cumplir la norma DIN EN 50 014 / VDE 0170/0171.

- 5 Las piezas aislantes\* deben puentearse con descargadores de sobretensión\*\* protegidos contra explosión. El descargador separador de sobretensión debe ponerse directamente en paralelo con la pieza aislante y conectarse con el recorrido más corto posible. La tensión cresta de cebado de accionamiento del descargador de sobretensión, para un transitorio de tensión 1,2/50  $\mu$ s según VDE 0433 Parte 3/4.66 "Disposiciones para la generación y la aplicación de tensiones y corrientes transitorias para fines de ensayo", § 5a, debe estar por debajo del 50% de la tensión alterna de descarga (valor eficaz) de la pieza aislante.

Los descargadores de sobretensión comerciales actualmente existentes en el mercado presentan los siguientes datos:

– Tensión de cebado (50 Hz)	aprox. 0,5 kV	aprox. 1 kV
– Tensión transitoria de cebado (1,2/50 $\mu$ s) según DIN VDE 0433, parte 3/4.66	$\leq 1$ kV	$\leq 2,5$ kV
– Corriente transitoria de ensayo (8/20 $\mu$ s) según DIN VDE 0432, parte 2/10.78	100 kA	100 kA

\* Una pieza aislante sirve para interrumpir la conductividad eléctrica de una tubería en dirección longitudinal.

\*\* Ver la norma DIN 48 810, "Instalaciones de protección contra descargas atmosféricas, Componentes de conexión y descargadores de sobretensión, requisitos, ensayos", proyecto de mayo de 1984.

"Al montar descargadores de sobretensión en líneas influenciadas por alta tensión hay que prestar atención de que la tensión de encendido del descargador de sobretensión (aprox.  $40 V_{\cong}$ ) debe estar por encima de la tensión permanente de influencia de la tubería."

Las piezas aislantes que poseen un punto exterior de interrupción eléctrica según DIN 3389 "Piezas aislantes para líneas de conexión para la alimentación de agua y de gas domiciliarios", numeral 4.6, de la edición de mayo de 1978, no pueden utilizarse en zonas con peligro de explosión.

Las piezas aislantes se diferencian por la tensión alternada (valor eficaz) de 50 Hz con que se las ensaya:

- Clase 1 5 kV
- Clase 2 2,5 kV

con un tiempo de ensayo de aproximadamente 10 s.

En una tubería dispuesta en forma individual deben colocarse piezas aislantes de la clase 1. La longitud del lazo del descargador de sobretensión (o sea la longitud de los conductores de conexión, incluyendo el descargador de sobretensión, entre los puntos de conexión sobre las tuberías o piezas aislantes) no debería superar los 300 mm. En caso de longitudes de lazo mayores, es necesario hacer una verificación (ver la aclaración).

En el caso que haya varias tuberías que estén tendidas en forma paralela y próxima, con piezas aislantes dispuestas directamente una al lado de la otra, vale:

- En el caso de dos tuberías con piezas aislantes de la clase 1, ambas piezas aislantes pueden ser puenteadas con un descargador de sobretensión. El descargador de sobretensión debe ubicarse lo más simétricamente posible entre las tuberías. Ninguna de las longitudes de lazo hasta las tuberías debe superar los 300 mm.
- En el caso de 3 tuberías, cuando existe una unión conductora metálica entre las tuberías inmediatamente antes y después de las piezas de aislación, son suficientes piezas aislantes de la clase 2. El descargador de sobretensión adecuado para este caso debe colocarse lo más simétricamente posible en la proximidad de la tubería del medio. Ninguna de las longitudes de lazo hasta las tuberías debe superar los 300 mm. En el caso de piezas aislantes de la clase 1, se permiten lazos de una longitud máxima de 450 mm.
- Si no es posible una unión conductora metálica entre las tuberías de un lado de las piezas aislantes, por ejemplo por motivos de la protección catódica contra la corrosión, se requieren piezas aislantes de la clase 1 y la longitud del lazo debe limitarse a máximo 300 mm.
- En el caso de más de 3 tuberías, pueden puentearse 2 o 3 piezas aislantes de la manera descripta anteriormente empleando solamente un descargador de sobretensión.

Las piezas aislantes enterradas no necesitan ser puenteadas con descargadores de sobretensión. En el caso de estar colocadas en un lecho de arena, es suficiente un recubrimiento de 0,1 m.

- 6 Cuando el interior del tubo pueda entrar en contacto con la atmósfera y de esta manera se pueda producir una mezcla explosiva (por ejemplo en las tuberías de ventilación y de carga), las piezas aislantes deben ser puenteadas siempre con descargadores de sobretensión.
- 7 En las instalaciones existentes, el puente de las piezas aislantes usando descargadores de sobretensión es necesario solamente cuando están dadas las condiciones del apartado 6.
- 8 Las piezas aislantes deben estar protegidas contra la posibilidad de un puente accidental, por ejemplo con una herramienta. A la intemperie o en ambientes húmedos, las piezas aislantes deben protegerse contra la humedad y la suciedad.
- 9 Cuando en las salas de bombas, en los canales e instalaciones similares existen uniones de conexión entre las tuberías entrantes, las vainas metálicas o armaduras, dificultando o haciendo ineficaz la protección catódica contra la corrosión, deben colocarse en las tuberías descargadores de sobretensión protegidos contra explosión. Para los descargadores de sobretensión vale análogamente el capítulo 5.
- 10 Antes de desmontar piezas aislantes, armaduras y en caso de la desconexión de tuberías, es conveniente desconectar las instalaciones correspondientes de corrientes externas que estén en la vecindad.

Antes de desmontar piezas aislantes, deben conectarse conductores de cobre a ambos lados de la pieza aislante, que deben interconectarse fuera de la zona de peligro. Esta interconexión puede abrirse y sacarse recién una vez colocada la nueva pieza aislante.

De acuerdo con la Hoja de Trabajo GW 309 "Puente eléctrico en caso de desconexión de tuberías", emitido por DVGW, la sección del conductor de interconexión que se emplea en las tuberías de gas es de

hasta 10 m 25 mm<sub>2</sub> Cu

hasta 20 m 50 mm<sub>2</sub> Cu

Según la TRbF 301, para las tuberías de larga distancia que transportan líquidos peligrosos

siempre 50 mm<sub>2</sub> Cu

### **Explicaciones**

En relación con la edición de noviembre de 1973, esta nueva edición sufrió modificaciones importantes en los capítulos 1 y 5.

### **Respecto del capítulo 1**

Los requisitos mínimos para transformadores se redefinieron en la edición nueva de la Recomendación AfK N° 6.

## Respecto del capítulo 5

Para la sollicitación de tensión eléctrica de una pieza aislante no es determinante solamente la tensión de accionamiento del descargador de sobretensión conectado en paralelo. Una vez encendido el descargador de sobretensión, sobre la pieza aislante queda aplicada una tensión con el valor pico  $\hat{u} = L (di/dt)$ , donde  $L$  es la inductancia del lazo y  $di/dt$  es la pendiente de la corriente.

Empleando la ecuación que figura en la página 51 del "Manual para la protección contra descargas atmosféricas y puesta a tierra" de Wiesinger / Hasse, 2da edición, Pflaum Verlag KG, Munich 1982, para un lazo cuadrático y con una sección del conductor de 25 mm<sup>2</sup> Cu ( $r = 2,8$  mm), se calcula el valor máximo de la inductancia para una longitud de lazo de

$$300 \text{ mm: } L = 0,16 \mu\text{H}$$

$$450 \text{ mm: } L = 0,30 \mu\text{H}$$

Dado que en el caso que se produzca una descarga atmosférica directa en una tubería la corriente de la descarga fluye hacia ambos lados, puede suponerse que la pendiente máxima de la corriente  $di/dt$  será  $= 40 \text{ kA}/\mu\text{s}$ . Para una función escalón 4/10  $\mu\text{s}$ , ésto significa un valor pico de 120 kA.

Dado que para los datos de arriba y una longitud de lazo de 300 mm el valor pico de la tensión es de máximo  $\hat{u} = 6,4 \text{ kV}$ , es posible conectar en paralelo descargadores de sobretensión con piezas de aislación de la clase 1 (tensión de descarga efectiva  $> 5 \text{ kV}$ , o sea valor pico  $\hat{u} = 5 \text{ kV} \cdot \sqrt{2} \approx 7 \text{ kV}$ ) sin realizar ningún otro ensayo.

En el caso que estén tendidas varias tuberías en forma paralela que tengan una unión conductora metálica entre las tuberías, la corriente de la descarga atmosférica se distribuye entre los distintos tubos. Por eso solamente se pueden hacer afirmaciones sobre la posibilidad del puente de varias piezas aislantes colocadas en la proximidad inmediata utilizando un solo descargador de sobretensión. Aquí se parte de la suposición de que en el caso de 3 tuberías colocadas muy próximas entre sí, con una unión conductora metálica entre ellas, la corriente se distribuirá aproximadamente en forma simétrica, por lo que solamente habría que contar con una pendiente máxima de la corriente de descarga atmosférica de alrededor de  $17 \text{ kA}/\mu\text{s}$ . Para una función escalón 4/10  $\mu\text{s}$ , esto significa un valor pico de 50 kA y conduce a la posibilidad de usar piezas aislantes de la clase 2, bajo las condiciones detalladas en el capítulo 5.

Debido a problemas dimensionales, la posibilidad de puentear varias piezas aislantes con solamente un descargador de sobretensión está limitada a tubos de hasta la medida DN 100.

En caso de longitudes de lazo mayores de 300 mm es necesario hacer un ensayo de tipo de la pieza aislante con una corriente transitoria 4/10  $\mu\text{s}$  a fin de comprobar que presente una resistencia suficiente a la disrupción eléctrica.

Se recomienda usar el siguiente procedimiento de ensayo:

- a) Ensayo con una tensión alterna de 50 Hz (aplicada unos 10 s)
  - Clase 1 con por lo menos 5 kV<sub>eff</sub>
  - Clase 2 con por lo menos 2,5 kV<sub>eff</sub>
- b) Ensayo con una corriente transitoria 4/10  $\mu$ s, con el descargador de sobretensión según DIN VDE 0432 conectado en paralelo (se realiza 5 veces)
  - Clase 1 con 120 kA (corresponde a una pendiente  $\geq 40$  kA/ $\mu$ s)
  - Clase 2 con 50 kA (corresponde a una pendiente  $\geq 17$  kA/ $\mu$ s)
- c) Repetición del ensayo a), utilizando las tensiones allí indicadas.
- d) Una vez realizados los ensayos a) hasta c), la pieza aislante no debe mostrar ningún daño mecánico ni eléctrico. No debe presentar marcas de descargas (salto de chispas).

Se puede prescindir de un ensayo mecánico posterior, especialmente de un ensayo de presión para determinar la densidad.