

## ARTICULO 427

### EQUIPO ELECTRICO FIJO PARA CALENTAMIENTO DE TUBERIAS Y RECIPIENTES.

#### A. Generalidades

**427-1. Alcance.** Los requisitos de este Artículo se deben aplicar a sistemas de calefacción eléctricos y a la instalación de estos sistemas cuando se emplean en tuberías, recipientes o ambos.

#### 427-2. Definiciones.

**Elemento de calentamiento por resistencia.** Elemento específico separado para generar el calor que se aplica interna o externamente a la tubería o recipiente.

**NOTA:** Ejemplos de elementos de calentamiento por resistencia son los calefactores tubulares, calefactores planos, cables calefactores, cinta calefactora, mantas calefactoras y calefactores por inmersión.

**Recipiente.** Recipiente tal como un barril, tambor o tanque para contener líquidos u otros materiales.

**Sistema de calentamiento integrado** Sistema completo que consta de componentes tales como tuberías, recipientes, elementos de calentamiento, medio de transferencia de calor, aislamiento térmico, barreras para la humedad, puntas no calefactoras, controladores de temperatura, señales de seguridad, cajas de empalme, canalizaciones y accesorios.

**Sistema de calentamiento por efecto superficial.** Sistema en el que se genera calor en la superficie interior de una cubierta ferromagnética unida a una tubería o recipiente, o a ambos.

**NOTA:** Normalmente se pasa un conductor eléctricamente aislado a través de la cubierta y se conecta al otro extremo de ésta. La cubierta y el conductor aislado eléctricamente se conectan a una fuente de tensión de corriente alterna desde un transformador con doble devanado.

**Sistema de calentamiento por impedancia.** Sistema en el cual el calor se genera en la pared de una tubería o un recipiente, haciendo que la corriente fluya a través de la pared de la tubería o del recipiente mediante su conexión directa a una fuente de tensión de corriente alterna desde un transformador con doble devanado.

**Sistema de calentamiento por inducción.** Sistema en el cual se genera calor en la pared de una tubería o recipiente induciendo una corriente y por el efecto de histéresis en la pared de la tubería o recipiente desde una fuente externa separada de campo eléctrico de corriente alterna.

**Tubería.** Tramo de tubos que incluyen bombas, válvulas, bridas, dispositivos de control, filtros y/o equipo similares para el transporte de fluidos.

**427-3. Otros artículos aplicables.** Los equipos eléctricos de calentamiento de tuberías conectados con cordón, proyectados para un uso específico e identificado como adecuados para este uso, se deben instalar de acuerdo con el Artículo 422.

**427-4. Carga continua.** El equipo eléctrico fijo de calefacción de tuberías y recipientes se debe considerar como una carga continua.

## B. Instalación

**427-10. Generalidades.** Los equipos eléctricos de calentamiento de tuberías y recipientes deben estar identificados como adecuados para:

- (1) el ambiente físico, químico y térmico.
- (2) instalación de acuerdo con los planos e instrucciones del fabricante.

**427-11. Uso.** El equipo eléctrico de calentamiento se debe instalar de modo que esté protegido contra daños físicos.

**427-12. Protección térmica.** Las superficies externas de los equipos eléctricos de calentamiento para tuberías y recipientes que funcionen a temperaturas mayores a 60 °C, deben estar físicamente resguardadas, separadas o aisladas térmicamente para brindar protección al personal en el área contra contactos accidentales.

**427-13. Identificación.** La presencia de tuberías o recipientes con calentamiento eléctrico, o ambos, debe ser evidente por la colocación de señales de precaución o marcas adecuadas a intervalos no mayores a 6.00 metros a lo largo de la tubería o recipiente y sobre o adyacentes al equipo en el sistema de tubería que requiere de mantenimiento periódico.

## C. Elementos de calentamiento por resistencia

**427-14. Sujeción.** Los conjuntos de elementos de calentamiento se deben sujetar a la superficie que está siendo calentada por medios diferentes al aislamiento térmico.

**427-15. Sin contacto directo.** Cuando el elemento de calentamiento no esté en contacto directo con la tubería o recipiente que está siendo calentado, se debe instalar un medio adecuado para evitar la temperatura excesiva del elemento calefactor, a menos que el diseño del conjunto de calentamiento sea tal que no se excedan sus límites de temperatura.

**427-16. Expansión y contracción.** Los elementos y conjuntos de calentamiento no se deben instalar haciendo puente sobre juntas de expansión, a menos que se hagan las provisiones para la expansión y contracción.

**427-17. Capacidad de flexión.** Cuando se instalen en tuberías flexibles, los elementos y ensambles de calentamiento deben tener una capacidad de flexión compatible con la de la tubería.

### 427-18. Terminales de conexión de la fuente de alimentación.

**a) Puntas no calefactoras.** Las puntas no calefactoras de alimentación de potencia (puntas frías) de los elementos de resistencia, deben ser adecuados para las temperaturas a las que vayan a funcionar. En las cajas de empalme debe dejarse un tramo de la terminal no calefactora de al menos 15 centímetros. Se permitirá recortar las terminales no calefactoras pre ensambladas en fábrica y montados en sitio, siempre que se conserven las marcas indicadas en 427-20.

**b) Protección de los cables de conexión de la fuente de alimentación.** Las puntas no calefactoras de alimentación se deben proteger cuando salgan de la tubería calentada eléctricamente o de las unidades de calentamiento de recipientes, mediante tubo conduit metálico pesado, tubo conduit metálico semipesado, tuberías eléctricas metálicas u otras canalizaciones identificadas como adecuadas para esa aplicación.

**c) Terminales de interconexión.** Se permitirá que las puntas no calefactoras de interconexión, que conectan diversas partes del sistema de calentamiento, estén cubiertas por un aislante térmico en la misma forma que los calentadores.

### 427-19. Conexiones eléctricas.

**a) Interconexiones no calefactoras.** Las interconexiones no calefactoras, cuando deban estar bajo aislante térmico, se deben hacer con conectores aislados identificados como adecuados para ese uso.

**b) Conexiones del circuito.** Los empalmes y terminaciones en el exterior del aislante térmico, deben estar instalados en una caja o accesorio, de acuerdo con 110-14 y 300-15.

**427-20. Marcado.** Todas las unidades calefactoras montadas en fábrica deben estar marcadas de forma legible, a una distancia no mayor de 8 centímetros de cada extremo de las puntas no calefactoras, con un símbolo de identificación permanente, el número de catálogo y los valores nominales en volts y watts, o en volts y amperes.

**427-22. Protección de los equipos contra fallas a tierra.** Se debe proporcionar protección contra fallas a tierra para los paneles eléctricos de trazamiento térmico y de calentamiento. Este requisito no se debe aplicar en establecimientos industriales en donde haya indicación de fallas a tierra mediante una alarma y se apliquen las condiciones siguientes:

- (1) Cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que sólo personal calificado prestará mantenimiento a los sistemas instalados.
- (2) Cuando sea necesaria una operación continua del circuito, para la operación segura de los equipos o procesos.

**427-23. Cubierta conductora puesta a tierra.** Los equipos eléctricos de calefacción deben tener una cubierta conductora puesta a tierra, que cumpla con 427-23(a) o (b). La cubierta conductora debe proporcionar una trayectoria efectiva a tierra para la protección del equipo.

**a) Cables o alambres calefactores.** Los cables o alambres calefactores deben tener una cubierta conductora puesta a tierra que rodee el elemento calefactor y los alambres de la barra conductora, si los hubiera, así como su aislamiento eléctrico.

**b) Paneles calefactores.** Los paneles calefactores deben tener una cubierta conductora puesta a tierra sobre el elemento calefactor y su aislamiento eléctrico por el lado opuesto al que va unido a la superficie a ser calentada.

#### **D. Calentamiento por impedancia**

**427-25. Protección del personal.** Todas las superficies externas accesibles de las tuberías o recipientes, o ambos, que están siendo calentadas, deben estar físicamente protegidas, resguardadas, o térmicamente aisladas (con una cubierta a prueba de la intemperie en las instalaciones exteriores), para proteger al personal en el área contra contactos accidentales.

**427-26. Transformador de aislamiento.** Para aislar el sistema de distribución del sistema de calentamiento, se debe usar un transformador de doble devanado con pantalla de puesta a tierra entre los devanados primario y secundario.

**427-27. Límites de tensión.** El devanado secundario del transformador de aislamiento conectado a la tubería o recipiente que está siendo calentado, no debe tener una salida de tensión mayor a 30 volts corriente alterna, a menos que esté protegido por un interruptor del circuito contra fallas a tierra para proteger al personal. Cuando se suministra protección para el personal mediante un interruptor del circuito contra fallas a tierra, se permitirá que esa tensión sea mayor de 30 volts pero no más de 80 volts.

**Excepción:** En instalaciones industriales, se permitirá que el transformador de aislamiento conectado a la tubería o al recipiente que se va a calentar tenga una tensión de salida que no supere los 132 volts de corriente alterna a tierra, cuando se aplican todas las siguientes condiciones:

- (1) Las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que sólo personal calificado prestará el mantenimiento a los sistemas instalados.
- (2) Se proporciona protección contra fallas a tierra del equipo.
- (3) La tubería o el recipiente que se va a calentar debe estar completamente encerrado en un envolvente metálico puesto a tierra.
- (4) Las conexiones del secundario del transformador con la tubería o el recipiente que se va a calentar están completamente envueltas en un envolvente metálico o malla metálica puestos a tierra.

**427-28. Corrientes inducidas.** Todos los componentes portadores de corriente se deben instalar de acuerdo con 300-20.

**427-29. Puesta a tierra.** La tubería, el recipiente o ambos, que van a ser calentados y que operen a más de 30 volts pero máximo a 80 volts, se deben poner a tierra en los puntos designados.

**427-30. Dimensionamiento de los conductores del secundario.** La ampacidad de los conductores conectados al secundario del transformador debe ser como mínimo del 100 por ciento de la carga total del calentador.

#### **E. Calentamiento por inducción**

**427-35. Alcance.** Esta parte trata de la instalación de los equipos de calentamiento por inducción a la frecuencia de la red y de los accesorios para las tuberías y recipientes.

**NOTA:** Para otras aplicaciones, véase el Artículo 665.

**427-36. Protección del personal.** Las bobinas de inducción que funcionan o puedan funcionar a tensiones mayores a 30 volts de corriente alterna, deben estar alojadas en envoltentes no metálicos o metálicos divididos, en sitios separados o hechos inaccesibles, para proteger al personal que pueda estar en el área.

**427-37. Corriente inducida.** Se debe evitar que las bobinas de inducción produzcan corrientes circulantes en los equipos metálicos, soportes o estructuras circundantes, mediante blindaje, separando o aislando eléctricamente las trayectorias de corriente. Las trayectorias de las corrientes parásitas se deben unir para evitar la formación de arcos.

#### **F. Calentamiento por efecto superficial**

**427-45. Ampacidad de los conductores.** Se permitirá que la ampacidad de un conductor aislado eléctricamente dentro de una envolvente ferromagnética exceda los valores dados en el Artículo 310, siempre que el conductor esté identificado como adecuado para ese uso.

**427-46. Cajas de paso.** Se permitirá que las cajas de paso para jalar el conductor aislado eléctricamente dentro de una cubierta ferromagnética, estén enterradas bajo el aislamiento térmico, siempre que su ubicación esté indicada por marcas permanentes en la superficie de la cubierta aislante y en los planos. Las cajas de paso instaladas en exteriores deben ser herméticas al agua.

**427-47. Conductor unipolar en un envoltente.** Las disposiciones de 300-20 no se deben aplicar a una instalación de conductor unipolar con envoltente ferromagnética (envoltente metálico).

**427-48. Puesta a tierra.** La cubierta ferromagnética se debe poner a tierra en ambos extremos y además se permitirá ponerla a tierra en puntos intermedios, si así lo exige su diseño. Para asegurar la continuidad eléctrica, la envolvente ferromagnética se debe puentear en todas sus uniones. A la instalación de los sistemas de calefacción por efecto Kelvin o superficial no se le deben aplicar las disposiciones de 250-30.

**NOTA:** Para los métodos de puesta a tierra, véase el Artículo 250.

#### **G. Control y protección**

##### **427-55. Medios de desconexión.**

**a) Desconectador o interruptor automático.** Todos los equipos eléctricos fijos para calentamiento de tuberías o recipientes deben estar dotados de un medio para desconectar simultáneamente todos los conductores de fase. Se permitirá que el desconectador o interruptor automático del circuito derivado sirva como el medio de desconexión, cuando sea fácilmente accesible al usuario del equipo. Los medios de desconexión deben ser del tipo indicador y deben estar provistos de un dispositivo eficaz de bloqueo en la posición de abierto "off".

**b) Equipo conectado con cordón y clavija.** Se permitirá utilizar como el medio de desconexión la clavija instalada en fábrica de un equipo conectado con cordón y clavija de 20 amperes o menos y de 150 volts a tierra o menos.

##### **427-56. Controles.**

**a) Control de temperatura con posición de apagado "Off".** Los dispositivos de interrupción controlados por temperatura, que indican la posición de apagado "off" y que interrumpan la corriente de línea, deben abrir todos los conductores de fase cuando el dispositivo de control esté en la posición de apagado "off". No se permitirá que estos dispositivos sirvan como medio de desconexión, a menos que se puedan bloquear en la posición abierta.

**b) Control de temperatura sin posición de apagado "Off".** No se exigirá que los dispositivos de maniobra controlados por temperatura, que no tengan posición de apagado "off" abran todos los conductores de fase, y no se permitirá que estos dispositivos se utilicen como el medio de desconexión.

**c) Control remoto de temperatura.** No se exigirá que los dispositivos a control remoto accionados por temperatura cumplan los requisitos de (a) y (b) anteriores. No se permitirá utilizar estos dispositivos como el medio de desconexión.

**d) Dispositivos de interrupción combinados.** Los dispositivos de interrupción combinados, compuestos de dispositivos accionados por temperatura e interruptores controlados manualmente, que sirvan al mismo tiempo como controladores y medio de desconexión, deben cumplir todas las condiciones siguientes:

- (1) Abrir todos los conductores de fase cuando se pongan manualmente en la posición de apagado "off"
- (2) Estar diseñados de modo que, una vez puesto el interruptor manualmente en posición de apagado "off", el circuito no se pueda energizar automáticamente.
- (3) Poder ser bloqueado en la posición abierta.

**427-57. Protección contra sobrecorriente.** Los equipos eléctricos de calefacción se deben considerar como protegidos contra sobrecorriente cuando se alimentan desde un circuito derivado, como se establece en 210-3 y 210-23.