

ARTICULO 424

EQUIPO ELECTRICO FIJO PARA CALEFACCION DE AMBIENTE

A. Generalidades

424-1. Alcance. Los requisitos de esta sección aplican al equipo eléctrico fijo utilizado para la calefacción del ambiente. Para el propósito de este Artículo, estos equipos de calefacción deben incluir cables de calefacción, unidades calentadoras, calderas, sistemas centrales u otros equipos eléctricos fijos aprobados para calefacción de ambiente. Este Artículo no se debe aplicar a calefacción de procesos ni al aire acondicionado de recintos.

424-2. Otros Artículos. Los equipos eléctricos fijos para calefacción de ambiente que incorpore un motocompresor hermético con refrigerante, también deben cumplir con el Artículo 440.

424-3. Circuitos derivados.

a) Requisitos de los circuitos derivados. Se permitirán circuitos derivados individuales para alimentar equipos eléctricos fijos para calefacción de ambiente de cualquier valor nominal en watts o en voltamperes. Los circuitos derivados que alimenten dos o más salidas de equipos eléctricos fijos para calefacción de ambiente, deben ser de 15, 20, 25 ó 30 amperes nominales. En unidades diferentes a una unidad de vivienda se permitirá que los equipos fijos de calefacción por rayos infrarrojos estén alimentados por circuitos derivados de 50 amperes como máximo.

b) Dimensionado de los circuitos derivados. Los motores y equipos eléctricos fijos para calefacción de ambiente se deben considerar como cargas continuas.

424-6. Equipo aprobado. Los calentadores eléctricos de pared, los cables de calefacción, los calentadores de ductos y los sistemas de calefacción radiante deben estar aprobados y etiquetados.

B. Instalación

424-9. Generalidades. Todos los equipos eléctricos fijos para calefacción de ambiente deben estar instalados de una manera aprobada. Se permitirá utilizar calentadores eléctricos de pared instalados permanentemente y equipados con salidas para contactos instalados en fábrica o salidas instaladas como un ensamble aprobado separado, en lugar de la salida de contacto exigida en 210-50(b). Dichas salidas de contacto no deben estar conectadas a los circuitos de los calentadores.

NOTA: Los calentadores de pared aprobados incluyen instrucciones que pueden prohibir su instalación bajo salidas para contacto.

424-10. Otros equipos. Los equipos y sistemas eléctricos fijos para calefacción de ambiente instalados por métodos diferentes a los presentados en este Artículo, se podrán instalar mediante las instrucciones del fabricante.

424-11. Conductores de alimentación. Los equipos eléctricos fijos para calefacción de ambiente que requieran conductores de alimentación con aislamiento de más de 60 °C, deben estar así marcados en una forma clara y permanente. Estas marcas deben ser visibles claramente después de la instalación y se permitirá que estén adyacentes a la caja de conexiones en la obra.

424-12. Lugares de instalación

a) Expuestos a daños físicos. Cuando los equipos eléctricos fijos para calefacción de ambiente estén expuestos a daños físicos, se deben proteger de una manera aprobada.

b) Lugares húmedos o mojados. Los calentadores y equipos relacionados instalados en lugares húmedos o mojados deben estar aprobados para esos lugares y estar construidos e instalados de modo que el agua u otros líquidos no entren ni se acumulen dentro o sobre las secciones con alambrado, los componentes eléctricos o las canalizaciones.

NOTA 1: Para equipos expuestos a agentes deteriorantes, véase 110-11.

NOTA 2: Para equipos en áreas alrededor de piscinas, véase 680-27(c).

424-13. Separación de materiales combustibles. Los equipos eléctricos fijos para calefacción de ambiente deben instalarse dejando el espacio exigido entre los equipos y los materiales combustibles adyacentes, a menos que estén aprobados para instalación en contacto directo con material combustible.

C. Control y protección de los equipos eléctricos fijos para calefacción de ambiente

424-19. Medios de desconexión. Para todos los equipos eléctricos fijos para calefacción de ambiente, se deben instalar medios para desconectar simultáneamente el calentador, el controlador de motor y demás dispositivos complementarios de protección contra sobrecorriente, de todos los conductores de fase. Cuando el equipo de calefacción esté alimentado por más de una fuente, los medios de desconexión se deben agrupar y marcar. Los medios de desconexión que se especifican en las secciones 424-19(a) y (b) deben tener un valor nominal en amperes que no sea menor al 125 por ciento de la carga total de los motores y los calentadores. El medio para bloquear o agregar un bloqueo al medio de desconexión se debe instalar sobre o en el desconectador o interruptor automático usado como medio de desconexión y debe permanecer en su sitio con o sin el candado instalado.

a) Equipo de calefacción con protección adicional contra sobrecorriente. El medio de desconexión del equipo eléctrico fijo para calefacción de ambiente con protección adicional contra sobrecorriente debe estar al alcance de la vista desde el dispositivo adicional de protección contra sobrecorriente, en el lado de alimentación de dichos dispositivos, si fueran fusibles y, además, debe cumplir con lo establecido en 424-19(a)(1) o (a)(2).

1) Calentador que no tenga motor de más de 1/8 de hp. Se permitirá que los anteriores medios de desconexión o interruptores unitarios que cumplan lo establecido en 424-19(c), sirvan como los medios de desconexión exigidos tanto para el controlador o controladores del motor como para el calentador, bajo cualquiera de las siguientes condiciones:

- (1) El medio de desconexión proporcionado está también al alcance de la vista desde el controlador o controladores del motor y del calentador.
- (2) El medio de desconexión proporcionado se puede bloquear en posición abierta (Off).

2) Calentador con motor de más de 93 watts (1/8 de hp). Se permitirá que el medio de desconexión arriba mencionado sirva como el medio de desconexión requerido tanto para el controlador o controladores del motor como para el calentador, bajo alguna de las condiciones siguientes:

- (1) Cuando el medio de desconexión está al alcance de la vista desde el controlador del motor y del calentador y cumple con la Parte I del Artículo 430.
- (2) Cuando un motor de más de 93 watts (1/8 de hp) y el calentador están equipados con un interruptor individual que cumple con 422-34(a), (b), (c) o (d), se permitirá que los medios de desconexión estén fuera del alcance de la vista de controlador de motores.

b) Equipo de calefacción sin protección adicional contra sobrecorriente.

1) Sin motor o con motor no mayor de 93 watts (1/8 de hp). En los equipos eléctricos fijos para calefacción de ambiente sin motor de más de 93 watts (1/8 de hp), se permitirá que el interruptor automático o desconectador del circuito derivado sirvan como medio de desconexión si dicho desconectador o interruptor automático está al alcance de la vista desde el calentador o se puede bloquear en posición abierta.

2) Con motor mayor de 93 watts (1/8 de hp). En los equipos eléctricos para calefacción de ambiente accionados por motor de más de 93 watts (1/8 de hp), debe haber un medio de desconexión ubicado al alcance de la vista desde el controlador del motor, o se permitirá que cumpla con los requisitos de 424-19(a)(2).

c) Desconectores como medios de desconexión. Se permitirá utilizar como medios de desconexión exigidos en este Artículo, los desconectores que son parte del calefactor fijo marcado con la posición de "apagado" que desconecten todos los conductores de fase, cuando haya instalados otros medios de desconexión en los tipos de lugares siguientes:

1) Conjuntos multifamiliares. En las viviendas multifamiliares, el otro medio de desconexión debe estar dentro de la unidad de vivienda o en el mismo piso que la unidad de vivienda en la cual esté instalado el calentador fijo y se permitirá que también sirvan para controlar las lámparas y aparatos.

2) Viviendas dúplex. En las viviendas dúplex se permitirá que el otro medio de desconexión esté dentro o fuera de la unidad de vivienda en la que esté instalado el calentador fijo. En este caso se permitirá instalar un desconectador individual o interruptor automático para la vivienda, que también puede servir para controlar las lámparas y aparatos.

3) Viviendas unifamiliares. En las viviendas unifamiliares se permitirá que el otro medio de desconexión sea el medio de desconexión de acometida.

4) Otros lugares. En otros lugares, se permitirá que el medio de desconexión sea el interruptor o interruptor automático del circuito derivado, siempre que sea fácilmente accesible cuando haya que dar servicio al calentador fijo.

424-20. Dispositivos de desconexión controlados por termostato.

a) Que funcionan como controladores y como medios de desconexión. Se permitirá que los dispositivos de desconexión controlados por termostato y las combinaciones de termostatos con interruptores controlados manualmente, sirvan al mismo tiempo como controladores y como medios de desconexión, siempre que se cumplan todas las condiciones siguientes:

- (1) Que tengan marcada su posición de apagado "off".
- (2) Que, cuando se pongan manualmente en la posición de apagado "off" abran directamente todos los conductores de fase.
- (3) Que estén diseñados de modo que el circuito no se pueda energizar automáticamente una vez que el dispositivo ha sido puesto manualmente en la posición de apagado "off".
- (4) Que estén ubicados tal como se indica en 424-19.

b) Termostatos que no interrumpen directamente todos los conductores de fase. No se exigirá que los termostatos que no interrumpen directamente todos los conductores de fase y los termostatos que accionan circuitos a control remoto cumplan los requisitos de 424-20(a). Estos dispositivos no se permitirán como los medios de desconexión.

424-21. Desconectores e interruptores automáticos indicadores. Los desconectores e interruptores automáticos usados como medios de desconexión, deben indicar claramente si están en posición abierta (circuito desconectado) o cerrada (circuito conectado).

424-22. Protección contra sobrecorriente.

a) Dispositivos para circuitos derivados. Se permitirá que los equipos eléctricos para calefacción de ambiente que no estén accionados por motor y que según se requiere en los Artículos 430 y 440, tengan protección adicional contra sobrecorriente, estén protegidos contra sobrecorriente cuando estén alimentados por uno de los circuitos derivados referidos en el Artículo 210.

b) Elementos de resistencia. Los elementos calefactores tipo resistencia de los equipos eléctricos para calefacción de ambiente, deben estar protegidos a no más de 60 amperes. Los equipos de más de 48 amperes nominales que utilicen estos elementos, deben tener los elementos calefactores subdivididos, y cada carga subdividida no debe exceder los 48 amperes. Cuando una carga subdividida es menor a 48 amperes, el valor nominal del dispositivo complementario de protección contra sobrecorriente debe cumplir lo establecido en 424-3(b).

c) Dispositivos de protección contra sobrecorriente. Los dispositivos adicionales de protección contra sobrecorriente para las cargas subdivididas que se especifican en 424-22(b) deben:

- (1) Estar instalados en fábrica dentro o sobre el envolvente del calefactor o proporcionado por el fabricante para usarlo como calefactor como un ensamble separado;
- (2) Ser accesibles, aunque no necesariamente con facilidad; y
- (3) Ser adecuados para la protección del circuito derivado.

NOTA: Véase 240-10. Cuando esta protección contra sobrecorriente se realice mediante fusibles de cartucho, se permitirá utilizar un sólo medio de desconexión para las distintas cargas subdivididas.

NOTA 1: Para la protección adicional contra sobrecorriente, véase 240-10.

NOTA 2: Para los medios de desconexión para fusibles de cartuchos en circuitos de cualquier tensión, véase 240-40.

d) Conductores del circuito derivado. Los conductores que alimentan los dispositivos adicionales de protección contra sobrecorriente, se deben considerar conductores del circuito derivado. Cuando los calentadores sean de 50 kilowatts nominales o más, se permitirá que los conductores que alimentan los dispositivos de protección contra sobrecorriente adicionales especificados en 424-22(c) estén dimensionados para el 100 por ciento como mínimo del valor nominal del calentador indicado en su placa de características, siempre que se cumplan todas las siguientes condiciones:

- (1) Que el calentador esté marcado con el tamaño mínimo del conductor.
- (2) Que los conductores no sean de tamaño menor al mínimo marcado.
- (3) Que el ciclo de funcionamiento del equipo esté controlado por un dispositivo activado por temperatura.

e) Conductores para cargas subdivididas. Los conductores alambrados en sitio entre el calentador y los dispositivos adicionales de protección contra sobrecorriente, deben dimensionarse para mínimo el 125 por ciento de las cargas alimentadas. Los dispositivos adicionales de protección contra sobrecorriente especificados en 424-22(c) deben proteger estos conductores, según lo que establece 240-4.

Cuando los calentadores sean de 50 kilowatts nominales o más, se permitirá que la ampacidad de los conductores instalados en sitio, entre el calentador y los dispositivos de protección contra sobrecorriente adicionales sea por lo menos de 100 por ciento de la carga de sus circuitos subdivididos respectivos, siempre que se cumplan todas las siguientes condiciones:

- (1) Que el calentador esté marcado con el tamaño mínimo del conductor.
- (2) Que los conductores no sean de tamaño menor al mínimo marcado.
- (3) Que el ciclo de funcionamiento del equipo esté controlado por un dispositivo accionado por temperatura.

D. Marcado de los equipos de calefacción**424-28. Placa de características.**

a) Información requerida. Cada unidad del equipo eléctrico fijo para calefacción de ambiente debe tener una placa de características con un nombre de identificación y su valor nominal en volts y watts o en volts y amperes. Los equipos eléctricos para calefacción de ambiente proyectados para conectarlos únicamente a corriente continua o únicamente a corriente alterna, o a ambos, deben estar marcados para indicarlo así. En los equipos que incorporen motores de más de 93 watts (1/8 de hp) y otras cargas, el marcado debe especificar el valor nominal del motor en volts, amperes y frecuencia, y la carga de calefacción en volts y watts o en volts y amperes.

b) Ubicación. La placa de características debe estar ubicada de modo que sea visible o fácilmente accesible después de la instalación.

424-29. Marcado de los elementos de calefacción. Todos los elementos de calefacción que se puedan reemplazar en sitio y formen parte del calentador eléctrico, deben tener marcas legibles con valores nominales en volts y watts o en volts y amperes.

E. Cables eléctricos calentadores de ambiente

424-34. Construcción de los cables calentadores. Los cables para calefacción se deben suministrar completos con las puntas de los cables no calentadoras ensamblados en fábrica, de mínimo 2.10 metros de longitud.

424-35. Marcado de los cables calentadores. Cada unidad debe estar marcada con el nombre o símbolo de identificación, el número de catálogo y su valor nominal en volts y watts o en volts y amperes. Cada tramo de cable de calefacción debe tener una marca permanente y legible en cada punta no calentadora, a una distancia no mayor de 7.50 centímetros de su extremo. La punta del alambre debe estar identificada con los siguientes colores, para indicar la tensión del circuito en la que se va a utilizar:

- (1) 120 volts nominales—amarillo
- (2) 208 volts nominales—azul
- (3) 240 volts nominales—rojo
- (4) 277 volts nominales—marrón
- (5) 480 volts nominales—naranja.

424-36. Separación del alambrado con el plafón. El alambrado con ubicado en plafones con calefacción debe estar a una distancia por encima del plafón no menor a 5 centímetros y se debe considerar que opera a una temperatura ambiente de 50 °C. La ampacidad de los conductores se debe calcular con base en los factores de corrección aplicables presentados en las tablas de ampacidad de 0 a 2000 volts del Artículo 310. Si este alambrado está localizado sobre un aislamiento térmico con un espesor mínimo de 5 centímetros, no se exigirá corrección por temperatura.

424-38. Restricciones de área.

a) No deben extenderse más allá del cuarto o área. Los cables de calefacción no deben extenderse más allá del cuarto o área en el que se originan.

b) Usos prohibidos. No se permitirá instalar cables de calefacción:

- (1) En armarios de ropa.
- (2) Sobre paredes.
- (3) Sobre divisiones que se extiendan hasta el plafón, a menos que sean tramos unitarios separados de cable empotrado.
- (4) Sobre gabinetes cuya distancia hasta el plafón sea menor que la dimensión mínima horizontal del gabinete hasta el borde más próximo del gabinete que esté abierto hacia el cuarto o área.

c) En los plafones de armarios de ropa, como fuentes de calefacción de baja temperatura para controlar la humedad relativa. Las disposiciones de 424-38(b) no deben evitar el uso de cables en los plafones de los armarios de ropa como fuentes de calefacción de baja temperatura para controlar la humedad relativa, siempre que se utilicen sólo en las partes del plafón que no estén obstruidas hasta el piso por anaqueles u otras luminarias permanentes.

424-39. Separación de otros objetos y aberturas. Los elementos calefactores de los cables deben estar separados por lo menos 20 centímetros del borde de las cajas de salida y de las cajas de empalme que se vayan a utilizar para montar luminarias en superficie. Se debe dejar una distancia no menor a 5 centímetros desde las luminarias empotradas y sus acabados, aberturas de ventilación y otras aberturas similares en la superficie del cuarto. Ningún cable de calefacción debe estar cubierto por algún equipo de montaje superficial.

424-40. Empalmes. Los cables empotrados sólo se deben empalmar cuando sea necesario y exclusivamente por medios aprobados y en ningún caso se debe alterar la longitud del cable de calefacción.

424-41. Instalación de cables de calefacción en paneles de madera, en yeso y en plafones de concreto.

a) En paredes. Los cables de calefacción no se deben instalar en paredes, a menos que sea necesario instalar un solo tramo de cable separado, sobre una superficie vertical para alcanzar un plafón suspendido.

b) Tramos adyacentes. Los tramos adyacentes de cable que no excedan los 9 watts/metro, no se deben instalar a una distancia menor de 3.80 centímetros entre sus centros.

c) Superficies donde se colocan. Los cables de calefacción sólo se deben aplicar sobre panel de yeso, tiras con revestimiento de yeso u otros materiales resistentes al fuego. Con tiras metálicas u otras superficies conductoras de electricidad se debe aplicar una capa de yeso para separar completamente la tira metálica o superficie conductora del cable.

NOTA: Véase también 424-41(f).

d) Empalmes. Todos los cables de calefacción, el empalme entre el cable de calefacción y la punta no calefactora y, mínimo 7.50 centímetros de punta no calefactora, deben estar empotrados en el yeso o en el panel de madera, de la misma manera que el cable de calefacción.

e) Superficie del plafón. Toda la superficie del plafón debe tener un terminado estucado térmicamente no aislante, de un espesor de 1.30 centímetros u otro material no aislante identificado como adecuado para este uso y aplicado de acuerdo con el espesor e instrucciones especificadas.

f) Aseguramiento. Los cables deben estar asegurados por medio de grapas, cinta, yeso, separadores no metálicos u otros medios aprobados, a intervalos no mayores a 40 centímetros o a intervalos que no excedan 1.80 metros para cables identificados para este uso. Las grapas o sujetadores metálicos que rodeen el cable no se deben utilizar sobre tiras metálicas u otras superficies conductoras de electricidad.

g) Instalación en paneles de madera. En las instalaciones en paneles de madera, todo el plafón bajo el cable de calefacción debe estar cubierto por un panel de yeso de máximo 13 centímetros de espesor. El espacio que quede entre la capa superior del panel de yeso, de las tiras de yeso u otro material resistente al fuego y la capa superficial del panel de yeso, se debe rellenar completamente con yeso que no se contraiga y que sea térmicamente conductor o con otro material aprobado de conductividad térmica equivalente.

h) Libres de contacto con superficies conductoras. Los cables se deben mantener libres de contactos con superficies metálicas u otras superficies conductoras de electricidad.

i) Vigas. En aplicaciones con paneles de madera enyesada, el cable se debe instalar paralelo a la viga, dejando un espacio centrado de 6.50 centímetros de ancho bajo la viga, entre los centros de los tramos de cables adyacentes. Se debe colocar una capa superficial de panel de yeso para que los clavos u otros medios de fijación no perforen el cable de calefacción.

j) Cruzando las vigas. Los cables sólo deben cruzar las vigas en los extremos del cuarto, a menos que se exija que el cable cruce las vigas en otros sitios, para satisfacer las instrucciones del fabricante que se evite colocar el cable demasiado cerca de los huecos del plafón o de las luminarias.

424-42. Acabado de los plafones. Los plafones no se deben cubrir con paneles o vigas decorativas contruidos de materiales térmicamente aislantes, tales como madera, fibra o plástico. Se permitirá hacer el acabado de los plafones con pintura, papel tapiz u otro acabado aprobado.

424-43. Instalación de las puntas no calefactoras de los cables.

a) Terminales no calentadoras. Las terminales libres no calefactoras de los cables se deben instalar de acuerdo con los métodos de alambrado aprobados, desde la caja de empalme hasta el lugar donde vayan dentro del plafón. Se permitirá que estas instalaciones sean monoconductores en canalizaciones aprobadas, cables monoconductores o multiconductores de los tipos UF, NMC o MI u otros conductores aprobados.

b) Terminales en cajas de conexiones. Dentro de la caja de conexiones, las terminales libres no calefactoras deben tener una longitud no menor a 15 centímetros. El marcado de las terminales debe ser visible en la caja de conexiones.

c) Partes sobrantes de las terminales. La parte sobrante de las terminales no calefactoras del cable de calefacción, no se debe cortar, sino que se debe sujetar en la parte inferior del plafón y se debe cubrir con yeso u otro material aprobado, dejando sólo un tramo suficiente para que llegue a la caja de empalme, con una longitud no menor a 15 centímetros dentro de la caja.

424-44. Instalación de cables en pisos vaciados de concreto o mampostería.

a) Watts por metro lineal. Los cables de calefacción de watts constantes no deben exceder los 54 watts por metro lineal de cable.

b) Distancia entre tramos adyacentes. La distancia entre tramos adyacentes de cable no debe ser menor a 2.50 milímetros entre centros.

c) Fijados en su sitio. Los cables se deben asegurar en su sitio una vez instalados, mediante bastidores o separadores no metálicos u otros medios aprobados, mientras se aplica el concreto u otro acabado. No se deben instalar cables que formen un puente a través de juntas de expansión, a no ser que estén protegidos contra la dilatación y la contracción.

d) Separación entre el cable calentador y las partes metálicas empotradas en el piso. Se debe mantener una distancia suficiente entre el cable de calefacción y otras partes metálicas empotradas en el piso, a menos que el cable esté blindado y esté puesto a tierra.

e) Terminales protegidas. En los puntos donde las terminales salgan del piso, se deben proteger mediante tubo conduit metálico pesado, tubo conduit metálico semipesado, tubo conduit rígido no metálico, tubería eléctrica metálica o por otros medios aprobados.

f) Pasacables u otros accesorios aprobados. Cuando las terminales salgan del piso a través de una baldosa, se deben utilizar pasacables o accesorios aprobados.

g) Protección con interruptores del circuito contra fallas a tierra. La protección para el personal con interruptores del circuito contra fallas a tierra, se puede suministrar para los cables instalados en pisos con calefacción eléctrica en cuartos de baño, cocinas y los lugares de tinas para hidromasajes.

424-45. Inspección y pruebas. La instalación de los cables se debe hacer con el debido cuidado para evitar daños a los ensambles de cables y se deben inspeccionar y aprobar antes de ocultarlos o cubrirlos.

F. Calentadores en ductos

424-57. Generalidades. La Parte F se debe aplicar a cualquier calentador montado en la corriente de aire de un sistema de ventilación forzada, cuando la unidad de desplazamiento del aire no forme parte integral del equipo.

424-58. Identificación. Los calentadores instalados en ductos de aire deben estar identificados como adecuados para ese tipo de instalación.

424-59. Circulación de aire. Se deben instalar medios adecuados que aseguren una circulación de aire uniforme y adecuada sobre la parte frontal del calentador, de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

NOTA: Los calentadores instalados a una distancia no mayor de 1.20 metros de la salida de un dispositivo de desplazamiento de aire, bomba de calor, aire acondicionado, codos, deflectores u otros obstáculos que haya en los ductos de aire, pueden requerir de aspas giratorias, placas de presión u otros dispositivos en el lado de la entrada del calentador en el ducto, para asegurar una distribución uniforme del aire sobre la parte frontal del calefactor.

424-60. Temperatura de admisión elevada. Los calentadores de ductos que estén proyectados para su uso con aire de admisión a elevada temperatura, deben estar identificados como adecuados para uso a esas temperaturas.

424-61. Instalación de calentadores de ductos con bombas de calor y equipos de aire acondicionado. Las bombas de calor y equipos de aire acondicionado con calentadores en ductos ubicados a menos de 1.20 metros de la bomba de calor o del equipo de aire acondicionado, deben estar identificados tanto el calefactor en ductos, como la bomba de calor o el equipo de aire acondicionado, como adecuados para dicho tipo de instalaciones y deben estar así marcados.

424-62. Condensación. Los calentadores en ductos utilizados con equipos de acondicionamiento de aire u otros equipos de refrigeración del aire que puedan producir condensación de la humedad, deben estar identificados como adecuados para uso con equipos de aire acondicionado.

424-63. Bloqueo del circuito de ventilación. Se deben proporcionar los medios para asegurar que el circuito del ventilador se energice cuando se energice el circuito de cualquier calentador. No obstante, se permitirá instalar dispositivos de retardo para la energización del motor del ventilador, controlados por tiempo o por temperatura.

424-64. Controles de límites. Todos los calentadores de ductos deben tener un control integrado y aprobado de limitación de temperatura con reposición automática, para desenergizar el circuito o circuitos. Además, todos los calentadores en ductos deben tener uno o varios dispositivos de control integrados, independientes y complementarios, que desconecten un número suficiente de conductores para interrumpir el flujo de corriente. Este dispositivo debe ser de reposición manual.

424-65. Ubicación de los medios de desconexión. El equipo de control de los calentadores en ductos debe ser accesible, con un medio de desconexión instalado en el controlador o al alcance de la vista desde el mismo o como se permite en 424-19(a).

424-66. Instalación. Los calentadores de ductos se deben instalar de acuerdo con las instrucciones del fabricante y de un modo tal que su funcionamiento no cree peligro para las personas o la propiedad. Además, los calentadores en ductos deben estar ubicados con respecto a los elementos de la construcción del edificio y otros equipos, de modo que permitan el acceso al calentador. Se debe dejar espacio suficiente para reemplazar los elementos de control y de calefacción, y para ajustar y limpiar los controles y otras partes que requieran dicha atención. Véase 110-26.

G. Calderas del tipo con resistencia

424-70. Alcance. Las disposiciones de la Parte G de este Artículo se deben aplicar a las calderas cuyos elementos de calefacción sean de tipo resistencia. No se debe considerar que las calderas del tipo con electrodos empleen elementos calefactores del tipo con resistencia. Véase la Parte H de este Artículo.

424-71. Identificación. Las calderas del tipo con resistencia deben estar identificadas como adecuadas para su instalación.

424-72. Protección contra sobrecorriente

a) Calderas que emplean elementos calefactores eléctricos del tipo resistencia inmersa montados en un recipiente calibrado y sellado. Una caldera con elementos calefactores eléctricos del tipo resistencia inmersa en un recipiente calibrado y sellado, debe tener los elementos calefactores protegidos a 150 amperes como máximo. Si esa caldera tiene un valor nominal mayor a 120 amperes, debe tener los elementos calefactores subdivididos en cargas que no excedan los 120 amperes. Cuando una carga subdividida sea menor a 120 amperes, el valor nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente debe cumplir lo establecido en 424-3(b).

b) Calderas que emplean elementos calefactores eléctricos de tipo resistencia de más de 48 amperes y no contenidos en un recipiente calibrado. Una caldera con elementos calefactores eléctricos de tipo resistencia no contenidos en un recipiente calibrado, debe tener los elementos calefactores protegidos a 60 amperes como máximo. Si esa caldera tiene un valor nominal mayor a 48 amperes, debe tener los elementos calefactores subdivididos en cargas que no excedan los 48 amperes. Cuando una carga subdividida sea menor a 48 amperes, el valor nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente debe cumplir lo establecido en 424-3(b).

c) Dispositivos adicionales de protección contra sobrecorriente. Los dispositivos adicionales de protección contra sobrecorriente para las cargas subdivididas a las que hacen referencia 424-72(a) y (b) deben ser:

- (1) Instalados en fábrica dentro o sobre el envoltorio de la caldera o proporcionados como un ensamble separado por el fabricante de la caldera.
- (2) Accesibles, pero no es necesario que lo sea fácilmente.
- (3) Adecuados para la protección del circuito derivado.

Cuando esta protección contra sobrecorriente se haga por medio de fusibles de cartucho, se permitirá instalar un solo medio de desconexión para varios de los circuitos subdivididos. Véase 240-40.

d) Conductores que alimentan los dispositivos adicionales de protección contra sobrecorriente. Los conductores que alimentan estos dispositivos adicionales de protección contra sobrecorriente, se deben considerar como conductores del circuito derivado.

En calentadores de 50 kilowatts o más, se permitirá que los conductores que alimentan el dispositivo de protección contra sobrecorriente especificados en 424-72(c) estén dimensionados como mínimo para el 100 por ciento del valor nominal de la placa de características del calentador, siempre y cuando se cumplan todas las condiciones siguientes:

- (1) Que el calefactor esté marcado con el tamaño mínimo de los conductores.
- (2) Que los conductores no sean de un tamaño menor al mínimo marcado, y
- (3) Que el ciclo de funcionamiento del equipo esté controlado por un dispositivo activado por temperatura o presión.

e) Conductores para las cargas subdivididas. Los conductores alambrados en sitio, entre el calentador y los dispositivos adicionales de protección contra sobrecorriente, deben estar dimensionados a no menos del 125 por ciento de la carga alimentada. Los dispositivos adicionales de protección contra sobrecorriente especificados en 424-72(c) deben proteger estos conductores, de acuerdo con 240-4.

Cuando los calentadores estén clasificados para 50 kilowatts o más, se permitirá que la ampacidad de los conductores alambrados en sitio entre el calentador y los dispositivos adicionales de protección contra sobrecorriente sea como mínimo del 100 por ciento de la carga de los respectivos circuitos subdivididos, siempre y cuando se cumplan todas las condiciones siguientes:

- (1) Que el calefactor esté marcado con el tamaño mínimo de los conductores.
- (2) Que los conductores no sean de un tamaño menor al mínimo marcado, y
- (3) Que el ciclo de funcionamiento del equipo esté controlado por un dispositivo activado por temperatura.

424-73. Control del límite de sobretemperatura. Todas las calderas diseñadas de modo que en funcionamiento normal no se produzca un cambio de estado del medio de transferencia de calor, deben estar equipadas con medios de limitación sensibles a la temperatura. Se deben instalar para que limiten la temperatura máxima del líquido y que desconecten directa o indirectamente todos los conductores de fase de los elementos calefactores. Dichos medios deben ser adicionales al sistema regulador de la temperatura y a cualquier otro dispositivo que proteja al tanque contra la presión excesiva.

424-74. Control del límite de sobrepresión. Todas las calderas diseñadas de modo que en funcionamiento normal se produzca un cambio de estado del medio de transferencia de calor, de líquido a vapor, deben estar equipadas con medios de limitación sensibles a la presión. Se deben instalar para limitar la presión máxima y deben desconectar directa o indirectamente todos los conductores de fase de los elementos calefactores. Dichos medios deben ser adicionales al sistema de regulación de presión y a cualquier otro dispositivo que proteja al tanque contra la presión excesiva.

H. Calderas del tipo con electrodos

424-80. Alcance. Las disposiciones de la Parte H de este Artículo se deben aplicar a las calderas que funcionen a 600 volts nominales o menos, y en las que el calor se genera por el paso de corriente entre electrodos a través del líquido que se calienta.

NOTA: Para calderas de más de 600 volts, véase la Parte E del Artículo 490.

424-81. Identificación. Las calderas del tipo con electrodos deben estar identificadas como adecuadas para su instalación.

424-82. Requisitos de los circuitos derivados. El tamaño de los conductores del circuito derivado y de los dispositivos de protección contra sobrecorriente se debe calcular con base en el 125 por ciento de la carga total (sin incluir motores). Se permitirá que un conector, relevador u otro dispositivo aprobado para su funcionamiento continuo al 100 por ciento del valor nominal, alimente su carga total especificada. Véase 210-19(a), Excepción.

Las disposiciones de esta sección no se aplican a los conductores que formen parte integral de una caldera aprobada.

Cuando una caldera de electrodos está clasificada para 50 kilowatts o más, se permitirá que los conductores que alimentan el electrodo de la caldera estén dimensionados como mínimo para el 100 por ciento del valor nominal de la placa de características de la caldera de electrodos, siempre que se cumplan todas las condiciones siguientes:

- (1) Que la caldera de electrodos esté marcada con el tamaño mínimo de los conductores.
- (2) Que los conductores no sean de un tamaño menor al mínimo marcado, y
- (3) Que el ciclo de funcionamiento del equipo esté controlado por un dispositivo activado por temperatura o presión.

424-83. Control del límite de sobretemperatura. Todas las calderas diseñadas de modo que en funcionamiento normal no se produzca un cambio de estado del medio de transferencia de calor, deben estar equipadas con medios de limitación sensibles a la temperatura. Se deben instalar para que limiten la temperatura máxima del líquido y que interrumpan directa o indirectamente todo el flujo de corriente a través de los electrodos. Dichos medios deben ser adicionales al sistema de regulación de la temperatura y a cualquier otro dispositivo que proteja el tanque contra la presión excesiva.

424-84. Control del límite de sobrepresión. Todas las calderas, diseñadas para que en funcionamiento normal se produzca un cambio de estado del medio de transferencia de calor, de líquido a vapor, deben estar equipadas con un medio de limitación sensible a la presión. Se deben instalar para limitar la presión máxima y deben interrumpir directa o indirectamente todo el flujo de corriente a través de los electrodos. Dichos medios deben ser adicionales al sistema de regulación de presión y a cualquier otro dispositivo que proteja el tanque contra la presión excesiva.

424-85. Puesta a tierra. En las calderas diseñadas de modo que las corrientes de falla no pasen a través del recipiente a presión y que el recipiente a presión esté eléctricamente separado de los electrodos, todas las partes metálicas expuestas no portadoras de corriente, incluido el recipiente a presión y las tuberías de suministro y de retorno, deben estar puestos a tierra. En todos los demás diseños, el recipiente a presión que contenga los electrodos debe estar separado físicamente y aislado eléctricamente de tierra.

424-86. Marcado. Todas las calderas del tipo con electrodos deben estar marcadas con lo siguiente:

- (1) El nombre del fabricante.
- (2) Valores nominales en volts, amperes y kilowatts.

- (3) El suministro eléctrico necesario, especificando la frecuencia, número de fases y de conductores.
- (4) La indicación: "Caldera del tipo con electrodos".
- (5) Una advertencia que indique: "Antes de efectuar servicio a la caldera, incluido el recipiente a presión, se deben desconectar todas sus fuentes de alimentación".

La placa de características debe estar ubicada de modo que quede visible después de la instalación.

I. Paneles eléctricos de calefacción radiante y conjuntos de paneles de calefacción

424-90. Alcance. Las disposiciones de la Parte I de este Artículo se deben aplicar a los paneles de calefacción radiante y a los conjuntos de paneles de calefacción.

424-91. Definiciones.

Panel de calefacción. Ensamble completo equipado con una caja de empalmes o un tramo de tubo conduit flexible para su conexión a un circuito derivado.

Conjunto de paneles de calefacción. Conjunto rígido o no rígido dotado de terminales no calefactores o de un ensamble terminal de unión, identificado como adecuado para su conexión a un sistema de alimentación eléctrica.

424-92. Marcado.

a) Ubicación. Las marcas deben ser permanentes y deben estar en un lugar que sea visible después de aplicar el acabado a los paneles.

b) Identificados como adecuados. Todos los paneles deben estar identificados como adecuados para la instalación.

c) Marcado requerido. Cada unidad debe ir marcada con un nombre o símbolo de identificación, número de catálogo y su valor nominal en volts y watts, o en volts y amperes.

d) Etiquetas proporcionadas por el fabricante. Los fabricantes de los paneles o conjuntos de paneles de calefacción deben proporcionar etiquetas de rotulación, que indiquen que la instalación para calefacción de ambiente contiene paneles o conjuntos de paneles de calefacción y las instrucciones deben estar fijas y aseguradas al panel, con el fin de identificar cuáles de los circuitos derivados alimentan los circuitos de las instalaciones para calefacción de ambiente. Si la instalación de los paneles de calefacción y de los conjuntos de paneles son visibles y se distinguen después de su instalación, no se exigirá proporcionar las etiquetas ni fijarlas en los tableros de distribución.

424-93. Instalación.

a) Generalidades.

1) Instrucciones del fabricante. Los paneles de calefacción y los conjuntos de paneles de calefacción se deben instalar siguiendo las instrucciones del fabricante.

2) Lugares no permitidos. La parte calefactora no debe:

- (1) Instalarse en o detrás de superficies en las que pueda estar sometida a daños físicos.
- (2) Instalarse a través o sobre paredes, divisiones, alacenas o partes similares de estructuras que lleguen hasta el plafón.
- (3) Instalarse en aislamientos térmicos o a través de ellos, pero se permitirá que estén en contacto con la superficie de un aislamiento térmico.

3) Separación de las salidas para luminarias. Los bordes de los paneles y conjuntos de paneles deben estar separados una distancia no menor de 20 centímetros de los extremos de cualquier caja de conexiones y caja de salida que se utilice para montar luminarias en superficie. Se debe dejar un espacio no menor a 5 centímetros desde las luminarias empotradas y sus guarniciones, aberturas de ventilación y otras aberturas similares en la superficie del cuarto, a menos que los paneles de calefacción o conjuntos de paneles estén aprobados y marcados para distancias menores, en cuyo caso, se permitirá instalarlos a las distancias marcadas. Se debe dejar espacio suficiente para asegurar que ningún panel o conjunto de paneles de calefacción quede cubierto por alguna unidad montada.

4) Superficies que cubren los paneles de calefacción. Una vez instalados e inspeccionados los paneles o conjuntos de paneles de calefacción, se permitirá instalar una cubierta que haya sido identificada en las instrucciones del fabricante como adecuada para esa instalación. La cubierta debe asegurarse de modo que los clavos u otros elementos de sujeción no perforen los paneles o conjuntos de paneles de calefacción.

5) Cubiertas superficiales. Se permitirá que las cubiertas admitidas en 424-93(a)(4) tengan acabados con pintura, papel tapiz u otros recubrimientos aprobados e identificados como adecuados en las instrucciones del fabricante.

b) Conjuntos de paneles de calefacción.

1) Ubicación del montaje. Se permitirá asegurar los conjuntos de paneles de calefacción a la cara inferior de las vigas o montados entre vigas, cabezales o listones clavados.

2) Paralelos a las vigas o los listones clavados. Los conjuntos de paneles de calefacción se deben instalar paralelos a las vigas o a los listones clavados.

3) Instalación de clavos, grapas u otros elementos de sujeción. El clavado o engrapado de los conjuntos de paneles de calefacción se debe hacer únicamente a través de las partes no calefactoras proporcionadas para este fin. Los conjuntos de paneles de calefacción no se deben cortar ni perforar con clavos en ningún punto a menos de 6 milímetros del elemento. No se deben usar clavos, grapas ni ningún otro elemento de sujeción que puedan penetrar las partes portadoras de corriente.

4) Instalados como unidades completas. Los conjuntos de paneles de calefacción se deben instalar como unidades completas, a menos que estén aprobados e identificados para cortarse en sitio de una manera aprobada.

424-94. Distancia del alambrado en los plafones. Los conductores colocados arriba del techo calentado deben espaciarse no menos de 5 centímetros sobre el techo y se debe considerar que opera a una temperatura ambiente de 50 °C. La ampacidad se debe calcular con base en los factores de corrección dados en las tablas de ampacidad, de 0 a 2000 volts, del Artículo 310. No se exigirá aplicar factores de corrección por temperatura si el alambrado está colocado sobre aislamientos térmicos con un espesor mínimo de 5 centímetros

424-95. Ubicación de los circuitos derivados y alimentadores en paredes.

a) Paredes exteriores. Los métodos de cableado deben cumplir lo establecido en el Artículo 300 y 310-10.

b) Paredes interiores. Se debe considerar que todo el cableado instalado detrás de paneles o conjuntos de paneles de calefacción ubicados en paredes o divisiones interiores, operan a una temperatura ambiente de 40 °C y su ampacidad se debe calcular aplicando los factores de corrección de las tablas de ampacidad de 0 a 2000 volts del Artículo 310.

424-96. Conexión a los conductores del circuito derivado.

a) Generalidades. Los paneles o conjuntos de paneles de calefacción ensamblados en sitio de modo que formen una instalación de calefacción en un cuarto o área, se deben conectar siguiendo las instrucciones del fabricante.

b) Paneles de calefacción. Los paneles de calefacción se deben conectar al circuito derivado mediante un método aprobado.

c) Conjuntos de paneles de calefacción.

1) Conexión al circuito derivado. Los conjuntos de paneles de calefacción se deben conectar al circuito derivado mediante un método identificado como adecuado para ese fin.

2) Ensamble de conjunto de paneles con terminales de unión. Se permitirá que en un ensamble de paneles de calefacción equipado con un ensamble de terminales de unión, las puntas no calefactoras sean conectados en el momento de su instalación, de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

424-97. Puntas no calefactoras. Se permitirá que los sobrantes de las puntas no calefactoras de los paneles o conjuntos de paneles de calefacción se corten a la longitud necesaria. Estos deben cumplir los requisitos de instalación del método de alambrado empleado, de acuerdo con 424-96. Las puntas no calefactoras deben formar parte integral de un panel o conjunto de paneles de calefactores y no están sujetos a los requisitos de ampacidad de los circuitos derivados de 424-3(b).

424-98. Instalación en concreto o mampostería.

a) Área máxima calentada. Los paneles o conjuntos de paneles de calefacción no deben exceder los 355 watts/m² de área calentada.

b) Asegurados en sitio e identificados como adecuados. Los paneles o conjuntos de paneles de calefacción se deben asegurar en su sitio por los medios especificados en las instrucciones del fabricante e identificados como adecuados para la instalación.

c) Juntas de expansión. Los paneles o conjuntos de paneles de calefacción no se deben instalar haciendo puente sobre juntas de expansión, a menos que se hagan las provisiones para la dilatación y la contracción.

d) Separación. Se debe mantener una separación entre los paneles o conjuntos de paneles de calefacción y los elementos metálicos empotrados en el piso. Se permitirá que los paneles de calefacción con armadura metálica puesta a tierra, estén en contacto con el metal empotrado en el piso.

e) Protección de las puntas. Donde las puntas salgan del piso, se deben proteger mediante tubo conduit metálico pesado, tubo conduit metálico semipesado, tubo conduit rígido no metálico, tubería eléctrica metálica o cualquier otro medio aprobado.

f) Pasacables y accesorios. Donde las puntas salgan de las baldosas del piso, se deben utilizar pasacables o accesorios aprobados.

424-99. Instalación bajo el revestimiento del piso.

a) Identificación. Los paneles o conjuntos de paneles de calefacción para instalación bajo el recubrimiento del piso, deben estar identificados como adecuados para su instalación bajo el recubrimiento del piso.

b) Area máxima calentada. Los paneles o conjuntos de paneles de calefacción instalados bajo el recubrimiento del piso no deben exceder los 160 watts/m² de superficie calentada.

c) Instalación. Los paneles o conjuntos de paneles de calefacción aprobados, si se instalan bajo el recubrimiento del piso, deben estar sobre superficies lisas y planas, de acuerdo con las instrucciones del fabricante y además, deben cumplir las disposiciones siguientes:

1) Juntas de expansión. Los paneles o conjuntos de paneles de calefacción no se deben instalar haciendo puente sobre juntas de expansión, a menos que estén protegidos contra la dilatación y la contracción.

2) Conexión a los conductores. Los paneles y conjuntos de paneles de calefacción se deben conectar al alambrado del circuito derivado y al de alimentación mediante métodos reconocidos en el Capítulo 3.

3) Anclaje. Los paneles y conjuntos de paneles de calefacción se deben anclar firmemente al piso mediante un adhesivo o un sistema de anclaje identificado para dicho uso.

4) Cubiertas. Una vez instalados e inspeccionados los paneles o conjuntos de paneles de calefacción, se permitirá cubrirlos mediante un recubrimiento para piso que esté identificado por el fabricante como adecuado para la instalación. El recubrimiento se debe asegurar al panel o conjunto de paneles de calefacción mediante adhesivo de tipo removible o por otro medio identificado para este uso.

5) Protección contra fallas. Un dispositivo que abra todos los conductores de fase que alimentan los paneles o conjuntos de paneles de calefacción, suministrado por el fabricante, debe funcionar cuando se produzca una falla de alta o baja resistencia entre fases, entre una fase y el conductor de puesta a tierra o entre una fase y tierra, como es el resultado de la penetración del panel o conjunto de paneles de calefacción.

NOTA: Para brindar esta protección puede ser necesario un blindaje integral de puesta a tierra.