

QUINTA SECCION

SECRETARIA DE ENERGIA

PROYECTO de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-001-SEDE-2018, Instalaciones Eléctricas (utilización). (Continúa en la Sexta Sección).

(Viene de la Cuarta Sección)

b) Tipo.

El GFCI debe ser fácilmente accesible, y localizado en uno o más de los siguientes lugares:

- (1) Dentro del dispositivo de sobrecorriente de circuito derivado
- (2) Un dispositivo o salida dentro del circuito de alimentación
- (3) Una parte integral de la clavija de fijación
- (4) Dentro del cable de alimentación a no más de 30 cm de la clavija de conexión
- (5) Instalado de fábrica dentro del aparato

422-6. Aprobado requerido. Todos los aparatos que funcionan a 50 volts o más deben estar aprobados.

Parte B. Instalación

422-10. Capacidad de los circuitos derivados. Esta sección especifica la capacidad nominal de los circuitos derivados capaces de dar suministro de corriente a los aparatos sin sobrecalentarse en las condiciones especificadas.

a) Circuitos derivados individuales. El valor nominal de un circuito derivado individual no debe ser menor al valor nominal marcado en el aparato o el valor nominal marcado de un aparato con cargas combinadas, tal como se dispone en 422-62.

La capacidad de un circuito derivado individual para aparatos operados a motor que no tienen marcado su valor nominal debe estar de acuerdo con la Parte B del Artículo 430. La capacidad de un circuito derivado para un aparato que es una carga continua, diferente de un aparato operado a motor, no debe ser menor al 125 por ciento del valor nominal marcado; o no debe ser menor al 100 por ciento del valor marcado, si el dispositivo del circuito derivado y su ensamble están aprobados para carga continua al 100 por ciento de su valor.

Se permitirá que los circuitos derivados y los conductores del circuito derivado para estufas y aparatos de cocción estén de acuerdo con la Tabla 220-55 y deben estar dimensionados de acuerdo con 210-19(a)(3).

b) Circuitos que alimentan dos o más cargas. Para circuitos derivados que alimentan aparatos y otras cargas, el valor nominal se debe determinar de acuerdo con 210-23.

422-11. Protección contra sobrecorriente. Los aparatos se deben proteger contra sobrecorriente de acuerdo con (a) hasta (g) siguientes y 422-10.

a) Protección contra sobrecorriente del circuito derivado. Los circuitos derivados se deben proteger de acuerdo con 240-4. Si el valor nominal del dispositivo de protección está marcado en el aparato, el valor nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito derivado no debe ser mayor al valor nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente marcado en el aparato.

b) Aparatos con elementos de calefacción superficial. Un aparato con elementos de calefacción superficial, que tiene una demanda máxima de más de 60 amperes, calculada de acuerdo con la Tabla 220-55, debe tener subdividido su suministro de potencia en dos o más circuitos, cada uno de los cuales está equipado con protección contra sobrecorriente con valor nominal máximo de 50 amperes.

c) Aparatos de calefacción comercial e industrial con lámparas infrarrojas. Los aparatos de calefacción industrial y comercial con lámparas infrarrojas deben tener protección contra sobrecorriente que no exceda 50 amperes.

d) Aparatos de calefacción de tipo comercial de elementos de calefacción superficial de devanado con revestimiento expuesto o devanado abierto. Los aparatos de calefacción de tipo comercial de elementos de calefacción superficial de devanado con revestimiento expuesto o devanado abierto deben estar protegidos por dispositivos de protección contra sobrecorriente con valor nominal máximo de 50 amperes.

e) Un solo aparato no operado a motor. Si el circuito derivado alimenta un solo aparato no operado a motor, el valor nominal de protección contra sobrecorriente debe:

- (1) No exceder el marcado sobre el aparato.

(2) No exceder los 20 amperes si el valor nominal de protección contra sobrecorriente no está marcado sobre el aparato y éste está clasificado para 13.30 amperes o menos; o

(3) No exceder el 150 por ciento de la corriente nominal del aparato si el valor nominal de protección contra sobrecorriente no está marcado y el aparato es de un valor nominal de más de 13.30 amperes. Si el 150 por ciento del valor nominal del aparato no corresponde a un valor nominal en amperes de un dispositivo de sobrecorriente estándar, se permitirá el siguiente valor nominal estándar más alto.

f) Aparatos de calefacción eléctrica que emplean elementos de calefacción de tipo resistencia, con valor nominal mayor a 48 amperes.

1) Aparatos de calefacción eléctrica. Los aparatos de calefacción eléctrica que emplean elementos de calefacción de tipo resistencia con valor nominal mayor a 48 amperes, que no sean aparatos domésticos con elementos de calefacción superficiales tratados en 422-11(b), ni los aparatos de calefacción de tipo comercial, tratados en 422-11(d), deben tener subdivididos los elementos de calefacción. Cada carga subdividida no debe ser mayor a 48 amperes y debe estar protegida a no más de 60 amperes.

Estos dispositivos de protección contra sobrecorriente suplementarios deben ser:

(1) Instalados en fábrica dentro del envolvente del calentador o sobre él, o suministrados como un ensamble separado por el fabricante del calentador

(2) Accesibles, y

(3) Adecuados para la protección de los circuitos derivados.

Los conductores principales que alimentan estos dispositivos de protección contra sobrecorriente se deben considerar como conductores de circuitos derivados.

2) Aparatos de cocinas y de cocción comerciales. Se permitirá que los aparatos de cocción y de cocinas comerciales que usan elementos de calefacción de tipo con revestimiento, no tratados en 422-11(d), estén subdivididos en circuitos para no más de 120 amperes y protegidos a no más de 150 amperes, si se cumple alguna de las siguientes condiciones:

(1) Los elementos están integrados en una superficie de cocción y están envueltos dentro de ella.

(2) Los elementos están contenidos completamente dentro de un envolvente identificado como adecuado para este uso.

(3) Los elementos están contenidos dentro de un recipiente y con su sello.

3) Calentadores de agua y calderas de vapor. Se permitirá que los calentadores de agua y calderas de vapor que emplean elementos de calefacción eléctrica de inmersión tipo resistencia y calentadores instantáneos de agua aprobados, estén subdivididos en circuitos de máximo 120 amperes y protegidos a no más de 150 amperes de la siguiente manera:

(1) Donde estén contenidos dentro de un recipiente.

(2) Donde estén incluidos en calentadores instantáneos de agua.

(3) Donde estén instalados en tanques de calentadores de agua de baja presión o en recipientes de calentadores de agua de salida abierta.

g) Aparatos operados a motor. Los motores de los aparatos operados a motor deben estar equipados con protección contra sobrecarga, de acuerdo con la Parte C del Artículo 430. Los motocompresores herméticos con refrigerante, en equipos de aire acondicionado o de refrigeración, deben estar equipados con protección contra sobrecarga, de acuerdo con la Parte F del Artículo 440. Cuando se exigen dispositivos de protección contra sobrecorriente, que estén separados de los aparatos, los datos para la selección de estos dispositivos se deben marcar sobre el aparato. El marcado mínimo debe ser el que se especifica en 430-7 y 440-4.

422-12. Equipo de calefacción central. Los equipos de calefacción central distintos de los equipos de calefacción fija de ambiente deben estar alimentados por un circuito derivado individual.

Excepción 1: Se permitirá que los equipos auxiliares directamente asociados con el equipo de calefacción, tales como las bombas, válvulas, humidificadores o limpiadores electrostáticos del aire, estén conectados al mismo circuito derivado.

Excepción 2: Se permitirá que los equipos de aire acondicionado conectados permanentemente se conecten al mismo circuito derivado.

422-13. Calentadores de agua de tipo con almacenamiento. Un calentador de agua fijo de tipo con almacenamiento, que tenga una capacidad de 450 litros o menos, se debe considerar como una carga continua con el propósito de dimensionar los circuitos derivados.

NOTA: Para el valor nominal del circuito derivado, véase 422-10.

422-15. Ensamblajes para salidas del sistema de aspiración central.

a) Se permitirá que los ensamblajes para salidas del sistema de aspiración central aprobados estén conectados a un circuito derivado, de acuerdo con 210-23(a).

b) La ampacidad de los conductores de conexión no debe ser menor a la ampacidad de los conductores de los circuitos derivados a los que están conectados.

c) Las partes metálicas accesibles, no portadoras de corriente del conjunto para las salidas del sistema de aspiración central que probablemente se lleguen a energizar, se deben conectar a un conductor de puesta a tierra de equipos de acuerdo con 250-110. Las partes metálicas incidentales como los tornillos o remaches instalados en o dentro del material aislante no se debe considerar probable que se llegue a energizar.

422-16. Cordones flexibles.

a) Generalidades. Se permitirán cordones flexibles para:

(1) La conexión de aparatos, con el fin de facilitar su intercambio frecuente o para evitar la transmisión de ruido o vibración, o

(2) Facilitar el retiro o desconexión de aparatos que están fijos en su sitio, cuando los medios de fijación y las conexiones mecánicas están diseñados específicamente para permitir un retiro fácil para mantenimiento o reparación y el aparato está proyectado o identificado para su conexión con cordón flexible.

b) Aparatos específicos.

1) Trituradores de basura en fregaderos operados eléctricamente Se permitirá que los trituradores de basura en fregaderos operados eléctricamente estén conectados mediante cordón y clavija con un cordón flexible identificado como adecuado para ese propósito en las instrucciones de instalación del fabricante del aparato y cuando se cumplen todas las condiciones siguientes:

(1) El cordón flexible debe terminar en una clavija de conexión del tipo de puesta a tierra.

Excepción: No se exigirá que un triturador de basura en fregaderos esté marcado como protegido por un sistema de doble aislamiento, o su equivalente, termine en una clavija de conexión del tipo de puesta a tierra.

(2) La longitud del cordón no debe ser menor a 45 centímetros y no debe ser mayor a 90 centímetros

(3) Los contactos deben estar ubicados de manera que se evite el daño físico al cordón flexible.

(4) El contacto debe ser accesible.

2) Lavavajillas empotradas y compactadores de basura. Se permitirá que las lavavajillas empotradas y los compactadores de basura se conecten mediante cordón y clavija, con un cordón flexible identificado como adecuado para el propósito en las instrucciones de instalación del fabricante del aparato, cuando se cumplen todas las condiciones siguientes:

(1) El cordón flexible debe terminar en una clavija de conexión del tipo de puesta a tierra.

Excepción: No se exigirá que una lavavajillas o un compactador de basura aprobados, marcados claramente como protegidos por un sistema de doble aislamiento, terminen en una clavija de conexión del tipo de puesta a tierra.

(2) Para un compactador de basura la longitud del cordón debe ser de 0.90 metros a 1.20 metros, medidos desde la cara de la clavija de conexión al plano de la parte posterior del aparato.

(3) Para un lavavajillas empotrado, la longitud del cable será de 0.9 m a 2.0 m medida desde la cara del enchufe de conexión al plano de la parte trasera del aparato.

(4) Los contactos deben estar ubicados de modo que se evite el daño físico al cordón flexible.

(5) El contacto para el compactador de basura debe estar localizado en el espacio ocupado por el aparato, o junto a él.

(6) El contacto de un lavavajillas empotrado se situará en el espacio adyacente al espacio ocupado por el lavavajillas

(7) El contacto debe ser accesible.

3) Hornos montados en la pared y estufas montadas sobre la cubierta. Se permitirá que los hornos montados en la pared y las estufas montadas en cocinetas, completas con sus accesorios para montaje y para hacer las conexiones eléctricas, estén conectados en forma permanente o conectados mediante cordón y clavija para facilitar su instalación o servicio.

Un conector separable o una combinación de clavija y contacto en la línea de alimentación a un horno o una estufa deben estar aprobados para la temperatura del espacio en el cual van a ir ubicados.

4) Campanas para estufas. Se permitirá que las campanas para estufas estén conectadas mediante cordón y clavija con un cordón flexible identificado como adecuado para ese propósito en las instrucciones de instalación del fabricante del aparato, y cuando se cumplen todas las condiciones siguientes:

- (1) El cordón flexible debe terminar en una clavija de conexión del tipo de puesta a tierra.

Excepción: No se exigirá que una campana para estufa, marcada claramente, como protegida por un sistema de doble aislamiento, o su equivalente, termine en una clavija de conexión del tipo de puesta a tierra.

- (2) La longitud del cordón no debe ser menor a 45 centímetros y no debe ser mayor a 90 centímetros
- (3) Los contactos deben estar ubicados de manera que se evite el daño físico al cordón flexible.
- (4) El contacto debe ser accesible.
- (5) El contacto está alimentado por un circuito derivado individual.

422-17. Protección de material combustible. Cada aparato calentado eléctricamente, que por su tamaño, peso y servicio esté proyectado para ser colocado en una posición fija, se debe colocar de manera que exista protección suficiente entre dicho aparato y el material combustible junto a él.

422-18. Soporte de ventiladores (de aspas) suspendidos del plafón. Los ventiladores (de aspas) suspendidos del plafón deben estar sostenidos independientemente de la caja de salida o por uno de los siguientes:

- (1) Una caja de salida o un sistema de cajas de salida identificado para ese uso e instalados según 314-27(c).
- (2) Un sistema de caja de salida, un soporte de bloqueo y un contacto de montaje y un accesorio de fijación compatible instalado de fábrica diseñado para el soporte, identificado para el uso e instalado de acuerdo con 314-27(e)

422-19. Espacio para conductores. Las cubiertas de ventiladores (de aspas) suspendidos del plafón y cajas de salida, tomadas en conjunto, deben brindar suficiente espacio para que los conductores de las luminarias y sus dispositivos de conexión puedan ser instalados de acuerdo con la sección 314-16.

422-20. Cajas de salida que van a ser cubiertas. En una instalación terminada, todas las cajas de salida deben estar provistas de una cubierta, excepto que tengan una cubierta ornamental de ventilador (de aspas) suspendido del plafón.

422-21. Recubrimiento de material combustible en cajas de salida. Todo acabado combustible de un plafón que está expuesto entre el borde de una cubierta ornamental o soporte de ventilador (de aspas) suspendido del plafón y una caja de salida y que tiene una superficie de 116 cm² se debe recubrir con material no combustible.

422-22. Otros métodos de instalación. Se permitirá el uso de electrodomésticos que emplean métodos de instalación diferentes de los tratados en este artículo solo mediante el uso de las instrucciones del fabricante.

Parte C. Medios de desconexión

422-30. Generalidades. Se debe suministrar un medio para desconectar simultáneamente cada aparato de todos los conductores de fase, de acuerdo con las siguientes secciones de la Parte C. Si un aparato es alimentado por más de un circuito derivado o alimentador, los medios de desconexión se deben agrupar e identificar como múltiples medios de desconexión del aparato. Cada medio de desconexión desconectará simultáneamente todos los conductores de fase que controle.

422-31. Desconexión de aparatos conectados de forma permanente.

a) Aparatos con valor nominal no mayor de 300 voltamperes o 93 watts (1/8 de hp). En los aparatos conectados permanentemente con valor nominal no mayor de 300 voltamperes o 93 watts (1/8 de hp), se permitirá utilizar como medio de desconexión el dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito derivado cuando el interruptor o interruptor automático está a la vista del aparato o es bloqueable de acuerdo con 110-25.

b) Aparatos con valor nominal mayor de 300 voltamperes o 93 watts (1/8 de hp). En los aparatos conectados permanentemente con valor nominal mayor de 300 voltamperes o 93 watts, se permitirá utilizar el interruptor o interruptor automático del circuito derivado como medio de desconexión, cuando dicho interruptor o interruptor automático esté al alcance de la vista desde el aparato o se pueda bloquear de acuerdo con 110-25.

NOTA: Para aparatos que emplean interruptores unitarios, véase 422-34.

c) Aparatos accionados por motor con valor nominal mayor de 93 watts (1/8 de hp). El medio de desconexión debe cumplir con 430-109 y 430-110. En los aparatos accionados por motor y conectados permanentemente con motores con valor nominal mayor de 1/8 de hp, el medio de desconexión debe estar a la vista desde el aparato o se pueda bloquear de acuerdo con 110-25.

Excepción: Si un aparato de más de 93 watts (1/8 de hp) tiene un interruptor unitario que cumpla con lo indicado en 422-34(a), (b), (c) o (d), se permitirá que el desconectador o el interruptor automático que funciona como el otro medio de desconexión no estén a la vista desde el aparato.

422-33. Desconexión de aparatos conectados mediante cordón y clavija o conexión con accesorios de fijación.

a) Conector separable o contacto fijo (o accesorio de fijación) y clavija de conexión En los aparatos conectados mediante cordón y clavija (o accesorios de fijación) se permitirá que un conector separable accesible o una combinación de un contacto (o accesorios de fijación) y clavija accesibles, sirvan como medios de desconexión. El accesorio de fijación debe ser una parte instalada en fábrica del aparato y apto para la desconexión del aparato. Cuando el conector separable o la combinación de un contacto (o accesorios de fijación) y la clavija no sean accesibles, la conexión de los aparatos mediante cordón y clavija o accesorios de fijación y conexión deberá ser proporcionada con medios de desconexión de acuerdo con 422-31.

b) Conexión en la base posterior de una estufa. En las estufas eléctricas domésticas conectadas mediante cordón y clavija, se considera que una conexión de clavija y contacto en la base posterior de la estufa cumple los requisitos de 422-33(a) si es accesible desde la parte delantera retirando algún cajón.

c) Valor nominal. El valor nominal de un contacto o de un conector separable no debe ser menor que el valor nominal de cualquier aparato conectado a ellos.

Excepción: Se permitirá aplicar los factores de demanda autorizados en otras partes de esta NOM, al valor nominal de un contacto o de un conector separable.

422-34. Interruptor unitario como medio de desconexión. Se permitirá que uno o varios interruptores unitarios que formen parte de un aparato, con su posición de abierto ("off") marcada y que desconecten todos los conductores de fase del aparato, se utilicen como el medio de desconexión exigido en este Artículo, cuando se proporcionen otros medios de desconexión en los lugares que se especifican en 422-34(a) hasta (d).

a) Viviendas multifamiliares. En viviendas multifamiliares, los otros medios de desconexión deben estar dentro de la unidad de vivienda o en el mismo piso de la unidad de vivienda en la que esté instalado el aparato, y se permitirán para controlar lámparas y otros aparatos.

b) 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 aparato. En este caso se permitirá instalar un desconectador individual o un interruptor automático para la unidad de vivienda, que puede también controlar lámparas y otros aparatos.

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

d) Otros lugares. En otros lugares, se permitirá que el otro medio de desconexión sea el desconectador o interruptor automático del circuito derivado, cuando sea fácilmente accesible para la alimentación del aparato.

422-35. Desconectadores e interruptores automáticos indicadores. Los desconectadores e interruptores automáticos usados como medio de desconexión deben ser de tipo indicador de posición abierto, cerrado o falla.

Parte D. Construcción

422-40. Polaridad en el cordón y clavija de los aparatos conectados.

Si el aparato eléctrico está provisto con un desconectador manual de un polo para conectarlo o desconectarlo de la red o a un portalámparas con casquillo roscado tipo Edison o a un contacto de 15 o 20

amperes, la clavija debe ser de tipo polarizado o con puesta a tierra. En una máquina de afeitar eléctrica y con doble aislamiento, se permitirá el uso de una clavija de conexión de dos hilos no polarizada.

NOTA: Para la polaridad de los portalámparas con base Edison, véase 410-82(a).

422-41. Aparatos sometidos a la inmersión conectados mediante cordón y clavija. Las unidades de hidromasajes autosoportadas y las secadoras de pelo manuales, conectadas mediante cordón y clavija de conexión, deben estar contruidos de modo que brinden protección a los usuarios contra electrocución cuando se sumergen, tanto si están encendidos como apagados.

422-42. Señales para aparatos de calefacción. En lugares diferentes de los destinados a vivienda, todos los aparatos o grupos de aparatos de calefacción eléctrica proyectados para su aplicación a materiales combustibles, deben llevar una señal o un dispositivo limitador de temperatura integrado.

422-43. Cordones flexibles.

a) Cordones para calefactor. Todas las planchas y aparatos calentados eléctricamente y conectados mediante cordón y clavija, con valor nominal mayor a 50 watts y que producen temperaturas mayores a 121 °C en las superficies con las que probablemente entre en contacto el cordón, se deben equipar con uno de los tipos de cordón para calefactor aprobados, presentados en la Tabla 400-4.

b) Otros aparatos de calefacción. Todos los otros aparatos calentados eléctricamente y conectados mediante cordón y clavija se deben conectar con uno de los tipos de cordones aprobados, presentados en la Tabla 400-4, y seleccionado de acuerdo con el tipo de uso especificado en esa tabla.

422-44. Calentadores de inmersión conectados con cordón y clavija. Los calentadores eléctricos por inmersión conectados mediante cordón y clavija deben estar fabricados e instalados de manera que las partes portadoras de corriente queden aisladas eficazmente de contactos eléctricos con la sustancia en la que se sumergen.

422-45. Soportes para aparatos conectados con cordón y clavija. Todas las planchas y demás aparatos de calefacción eléctrica conectados mediante cordón y clavija y proyectados para su aplicación a materiales combustibles, deben ir equipados con un soporte aprobado, el cual se permitirá que sea una parte separada del equipo o que forme parte del aparato.

422-46. Planchas. Las planchas calentadas eléctricamente deben estar equipadas con un medio identificado de limitación de la temperatura.

422-47. Controles de calentadores de agua. Todos los calentadores de agua del tipo de almacenamiento o instantáneos deben tener un medio limitador de la temperatura, además de su termostato de control, para desconectar todos los conductores de fase. Dicho medio debe cumplir con las dos condiciones siguientes:

(1) Estar instalados para detectar la máxima temperatura del agua.

(2) Ser de tipo de disparo libre y de reposición manual, o de un tipo que tenga un elemento reemplazable. Estos calentadores de agua deben tener una marca en la que se exija la instalación de una válvula de alivio de temperatura y presión.

Excepción 1: Calentadores de agua del tipo de almacenamiento, identificados como adecuados para uso con un suministro de agua a una temperatura de 82 °C o más y una capacidad de 60 kilowatts o mayor.

Excepción 2: Los calentadores de agua del tipo instantáneo, identificados como adecuados para este uso, con una capacidad de 4 litros o menos.

422-48. Aparatos de calefacción industrial con lámparas infrarrojas.

a) De 300 watts o menos. Se permitirá el uso de lámparas de calefacción de luz infrarroja de 300 watts nominales o menos con portalámparas del tipo de base media, de porcelana sin interruptores o de otros tipos identificados como adecuados para su uso con lámparas de calefacción de luz infrarroja, de 300 watts nominales o menos.

b) De más de 300 watts. Las lámparas de luz infrarroja de más de 300 watts nominales no se deben utilizar en portalámparas con base roscada, a menos que los portalámparas estén identificados como adecuados para uso con lámparas de luz infrarroja de más de 300 watts nominales.

422-50. Ensamblajes de calefacción de tubería conectados mediante cordón y clavija. Los ensamblajes de calefacción de tubería conectados mediante cordón y clavija proyectados para evitar el congelamiento de la tubería deben estar aprobados.

Parte E. Marcado

422-60. Placa de datos.

a) Marcado de la placa de datos. Cada aparato debe tener una placa de datos en la que aparezca el nombre de identificación y los valores nominales en volts y amperes, o en volts y watts. Si el aparato se va a utilizar a una frecuencia o frecuencias específicas, también deben aparecer en la placa. Cuando se exija una protección externa al aparato contra sobrecarga del motor, el aparato debe ser marcado así.

NOTA: Para los requisitos de protección contra sobrecorriente, véase 422-11.

b) Visibilidad. El marcado se colocará de modo que sea visible o fácilmente accesible después de la instalación.

422-61. Marcado de los elementos calefactores. Todos los elementos calefactores de más de 1 ampere nominal, reemplazables en campo y que formen parte de un aparato, deben estar marcados claramente con sus valores nominales en volts y amperes, o en volts y watts, o con el número de la parte fabricante.

422-62. Aparatos que constan de motores y otras cargas.

a) Marcado de los caballos de fuerza en la placa de datos. Cuando la placa de datos de un aparato accionado por motor incluya el valor nominal en caballos de fuerza, dicho valor no debe ser menor al valor nominal en caballos de fuerza en la placa de datos del motor. Cuando un aparato consta de múltiples motores o de uno o más motores y otras cargas, el valor de la placa de datos no debe ser menor al equivalente en caballos de fuerza de las cargas combinadas, calculado de acuerdo con 430-110(c)(1).

b) Marcado adicional en la placa de datos. Los aparatos diferentes de aquellos equipados en fábrica con cordones y clavijas de conexión y con placas de datos acordes con 422-60, se deben marcar de acuerdo con 422-62(b)(1) o (b)(2).

1) Marcado. Además del marcado exigido en 422-60, la marca de un aparato que consta de un motor con otra carga o motores con o sin otra carga, debe especificar el valor de corriente mínima del conductor del circuito de alimentación y ampacidad máxima del dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito. Este requisito no se aplicará a los aparatos que tengan placa de datos de acuerdo con 422-60, cuando tanto la ampacidad mínima del conductor del circuito de alimentación como el valor nominal máximo del dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito no son de más de 15 amperes.

2) Método de marcado alternativo. Se permitirá un método de marcado alternativo que especifique el valor nominal del motor más grande en volts y amperes, y la carga adicional en volts y amperes, o en volts y watts además del marcado exigido en 422-60. Se permitirá omitir el valor nominal de corriente en amperes de un motor de 1/8 hp o menos, o una carga diferente de la de un motor, de 1 ampere o menos, a menos que tales cargas constituyan la carga principal.

ARTÍCULO 424

EQUIPO ELÉCTRICO FIJO PARA CALEFACCIÓN DE AMBIENTE

Parte 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 no mayor de 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.

Parte B. Instalación

424-9. Generalidades. 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.

Parte 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 de protección contra sobrecorriente suplementarios, de todos los conductores de fase. Cuando el equipo de calefacción esté alimentado por más de una fuente, alimentador o circuito derivado, los medios de desconexión se deben agrupar e identificar que tienen múltiples medios de desconexión. Cada medio de desconexión debe desconectar simultáneamente todos los conductores de fase que controla. 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 y deben poder ser bloqueados, de acuerdo con lo establecido en la sección 110-25.

a) Equipo de calefacción con protección contra sobrecorriente suplementaria. El medio de desconexión del equipo eléctrico fijo para calefacción de ambiente con protección adicional contra sobrecorriente debe estar a la vista desde el dispositivo de protección contra sobrecorriente suplementario, 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 93 watts (¼ de hp). Se permitirá que los medios de desconexión especificados en la sección 424-19 o los 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 a la vista desde el controlador o controladores del motor y del calentador.

(2) El medio de desconexión proporcionado se puede bloquear de acuerdo con 110-25.

2) Calentador con motor de más de 93 watts (¼ 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 a 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 ($\frac{1}{8}$ de hp) y el calentador están equipados con un interruptor monofásico individual que cumple con 422-34(a), (b), (c) o (d), se permitirá que los medios de desconexión estén fuera de la vista de controlador de motores.

b) Equipo de calefacción sin protección contra sobrecorriente suplementaria.

1) Sin motor o con motor no mayor de 93 watts ($\frac{1}{8}$ de hp). En los equipos eléctricos fijos para calefacción de ambiente sin motor de más de 93 watts ($\frac{1}{8}$ 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 a la vista desde el calentador o se puede bloquear de acuerdo con 110-25.

2) Con motor mayor de 93 watts ($\frac{1}{8}$ de hp). En los equipos eléctricos para calefacción de ambiente accionados por motor de más de 93 watts ($\frac{1}{8}$ 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) Interruptores unitarios como medios de desconexión. Se permitirá utilizar como medios de desconexión exigidos en este Artículo, los interruptores unitarios 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 del circuito derivado o interruptor automático, 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. Desconectadores e interruptores automáticos con indicador. Los desconectadores e interruptores automáticos usados como medios de desconexión deben ser del tipo indicador de posición: abierto, cerrado o falla.

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 de protección contra sobrecorriente suplementario debe cumplir lo establecido en 424-3(b). Se permitirá una caldera que emplee resistencias de inmersión de tipo resistencia contenidas en un recipiente para cumplir con 424-72(a).

c) Dispositivos de protección contra sobrecorriente. Los dispositivos de protección contra sobrecorriente suplementarios 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 contra sobrecorriente suplementaria, 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 a no menos del 100 por ciento del valor nominal del calentador indicado en su placa de datos, 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 a no menos del 125 por ciento de las cargas alimentadas. Los dispositivos de protección contra sobrecorriente suplementarios 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 suplementarios no debe ser menor del 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.

Parte D. Marcado de los equipos de calefacción

424-28. Placa de datos.

a) Información requerida. Cada unidad del equipo eléctrico fijo para calefacción de ambiente debe tener una placa de datos 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 datos 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.

Parte E. Cables para calefacción eléctrica de ambiente

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

424-35. Marcado de los cables para calefacción. 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.

424-36. Separación del alambrado con el plafón. El alambrado ubicado sobre plafones con calefacción debe estar a una distancia por encima del plafón no menor a 5 centímetros del plafón. La ampacidad de los conductores se debe calcular con base en una temperatura ambiente de 50 °C y aplicando 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) Extendiéndose más allá del cuarto o área. Debe permitirse que los cables de calefacción se extiendan más allá del cuarto o área en el que se originan.

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

- (1) En clósets de ropa diferentes a los descritos en la sección 424-38(c).
- (2) Sobre la parte alta de las paredes donde la pared intercepta con el plafón.
- (3) Sobre divisiones que se extiendan hasta el plafón, a menos que sean tramos unitarios aislados de cable empotrado.
- (4) Bajo o a través de las paredes.
- (5) 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.
- (6) En las paredes de la tina y de la ducha.
- (7) Bajo los gabinetes o construcciones similares que no tienen espacio al suelo

c) En los plafones de clósets 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 clósets 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 instalados en plafones 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. La longitud del cable de calefacción sólo deberá modificarse utilizando los empalmes identificados en las instrucciones del fabricante.

424-41. Instalación en plafones 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 de calefacción se deberán instalar de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

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 u otros medios empleados de acuerdo con las instrucciones del fabricante 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 terminales no calefactoras de los cables.

a) Terminales libres 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) Tramos adyacentes. Los tramos adyacentes de cable de calefacción deben ser instalados de acuerdo a las instrucciones del fabricante.

b) 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.

c) 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, Tubo conduit metálico ligero o por otros medios aprobados.

d) Pasacables u otros accesorios aprobados. Cuando las terminales salgan del piso se deben utilizar pasacables o accesorios aprobados.

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

424-45. Instalación de cables bajo recubrimientos de pisos.

a) Identificación. Los cables de calefacción para la instalación bajo el revestimiento de suelo deben ser identificados como aptos para la instalación bajo revestimiento de piso.

b) Juntas de expansión. No se instalarán cables de calefacción en los puntos de unión de las juntas de dilatación, a menos que estén provistos de accesorios de expansión y contracción aplicables a la fabricación del cable.

c) Conexión a conductores. Los cables de calefacción deberán estar conectados a los circuitos derivados y de alimentación mediante los métodos de cableado descritos en las instrucciones de instalación o como se reconoce en el Capítulo 3.

d) Anclaje. Los cables de calefacción deben colocarse o asegurarse en su lugar bajo el revestimiento del suelo, de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

e) Protección de Interruptor de Circuito de Falla a Tierra (GFCI). Deberá proporcionarse protección con interruptores de circuito por falla a tierra para las personas.

f) Trenza o funda de conexión a tierra. Los medios de puesta a tierra, como la trenza de cobre, la funda metálica u otros medios aprobados, se proporcionarán como parte de la longitud calentada.

424-46. Inspección y pruebas. La instalación de los cables se debe hacer con el debido cuidado para evitar daños a los ensamblajes de cables y se deben inspeccionar y aprobar antes de ocultarlos o cubrirlos.

424-47. Etiqueta proporcionada por el fabricante. Los fabricantes de cables eléctricos de calefacción ambiental deberán proporcionar etiquetas de marcado que indiquen que la instalación de calefacción ambiental incorpora cables eléctricos de calefacción del espacio e instrucciones de que las etiquetas se fijarán a los tableros para identificar qué circuitos derivados alimentan los circuitos de esas instalaciones de calefacción. Si las instalaciones eléctricas de cable de calefacción del espacio se pueden distinguir después de la instalación, no se exigirá que las etiquetas estén colocadas y fijadas en los tableros.

Parte 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 a 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.

Parte 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. Véase la Parte H de este Artículo para calderas de electrodos.

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 de calefacción eléctricos del tipo resistencia inmersa montados en un recipiente calibrado y sellado. Una caldera con elementos de calefacción eléctricos del tipo resistencia inmersa en un recipiente calibrado y sellado, debe tener los elementos de calefacción protegidos a 150 amperes como máximo. Si esa caldera tiene un valor nominal mayor a 120 amperes, debe tener los elementos de calefacción 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 de calefacción eléctricos de tipo resistencia de más de 48 amperes y no contenidos en un recipiente calibrado. Una caldera con elementos de calefacción eléctricos de tipo resistencia no contenidos en un recipiente calibrado, debe tener los elementos de calefacción protegidos a no más de 60 amperes. Si esa caldera tiene un valor nominal mayor a 48 amperes, debe tener los elementos de calefacción 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 de protección contra sobrecorriente suplementarios. Los dispositivos adicionales de protección contra sobrecorriente suplementarios 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 sea fácilmente accesible.
- (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 de protección contra sobrecorriente suplementarios. Los conductores que alimentan estos dispositivos adicionales de protección contra sobrecorriente suplementarios, 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 a no menos del 100 por ciento del valor nominal de la placa de datos 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 de protección contra sobrecorriente suplementaria 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 de protección contra sobrecorriente sea no menos 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 de calefacción. 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 de calefacción. Dichos medios deben ser adicionales al sistema de regulación de presión y a cualquier otro dispositivo que proteja al tanque contra la presión excesiva.

Parte 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 contactor, 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 a no menos del 100 por ciento del valor nominal de la placa de datos 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 puestas 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". Una etiqueta o marca aplicada en campo debe cumplir con 110-21(b)

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

Parte 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.

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 de calefacción no debe instalarse como sigue:

- (1) En o detrás de superficies en las que pueda estar sometida a daños físicos.
- (2) A través o sobre paredes, divisiones, alacenas o partes similares de estructuras que lleguen hasta el plafón.
- (3) 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. El alambrado colocado arriba del plafón calentado debe espaciarse no menos de 5 centímetros sobre el plafón calentado. La ampacidad se debe calcular considerando una temperatura ambiente de 50 °C y aplicando 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 310-15(a)(3).

b) Paredes interiores. La ampacidad de todo el cableado instalado detrás de paneles o conjuntos de paneles de calefacción ubicados en paredes o divisiones interiores, deberán ser calculados asumiendo que operan a una temperatura ambiente de 40 °C y 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 terminales no calefactoras sean conectados en el momento de su instalación, de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

424-97. Terminales no calefactoras. Se permitirá que los sobrantes de las terminales no calefactoras de los paneles o conjuntos de paneles de calefacción se corten a la longitud necesaria como se indique en las instrucciones de instalación del fabricante. Las terminales no calefactoras que son parte integral de un panel o conjunto de paneles de calefacción ya sean fijados o proporcionados por el fabricante como parte de un ensamble de unión terminal no estarán sujetas a los requisitos de ampacidad de los circuitos derivados de 424-3(b).

424-98. Instalación en concreto o mampostería.

a) 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.

b) 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.

c) 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.

d) Protección de las terminales. Donde las terminales salgan del piso, se deben proteger mediante tubo conduit metálico pesado, tubo conduit metálico semipesado, tubo conduit rígido no metálico, Tubo conduit metálico ligero o cualquier otro medio aprobado.

e) Pasacables y accesorios. Donde las terminales salgan de las losas 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) 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.

5) Protección GFCI. Los circuitos derivados que alimentan los paneles y conjuntos de paneles de calefacción deberán tener un interruptor de circuito por falla a tierra para protección del personal.

6) Trenza o funda de puesta a tierra. Excluidas las terminales no calefactoras, los medios de conexión a tierra, como la trenza de cobre, la funda metálica u otros medios, deberán estar provistos de o como parte integral del panel o conjunto de paneles de calefacción.

Parte J. Equipo eléctrico fijo de calefacción ambiental de baja tensión

424-100. Alcance. Los equipos eléctricos fijos de calefacción ambiental de baja tensión constarán de una fuente de alimentación aislada, calentadores de baja tensión y equipo asociado que están identificados para su uso en lugares secos.

424-101. Fuente de energía.

a) Unidad de potencia. La unidad de potencia deberá ser de tipo aislada con un valor nominal no superior a 25 amperes, 30 volts (42.4 volts pico) corriente alterna, o 60 volts corriente continua en todas las condiciones de carga.

b) Fuentes alternas de energía. Se permitirá que los equipos eléctricos fijos de calefacción ambiental de baja tensión sean alimentados directamente de una fuente de energía alterna, tal como la energía solar fotovoltaica (PV) o la energía eólica. Cuando se alimenten desde dicha fuente, la fuente y cualquier equipo de conversión de energía entre la fuente y el equipo de calefacción y su alimentación deberán estar aprobados y cumplir con la sección aplicable de esta NOM para la fuente usada. La salida de la fuente deberá cumplir con los límites establecidos en el inciso (a) inmediato anterior.

424-102. Equipos aprobados. El equipo eléctrico fijo de calefacción ambiental de baja tensión debe estar aprobado como un sistema completo.

424-103. Instalación.

a) **General.** El equipo deberá instalarse según las instrucciones de instalación del fabricante.

b) **Tierra.** Los circuitos secundarios no deben ser puestos a tierra.

c) **Protección contra falla a tierra.** No se requerirá protección contra falla a tierra.

424-104. Circuito derivado.

a) Se permitirá que los equipos sean alimentados por circuitos derivados que no superen los 30 amperes.

b) El equipo se considerará una carga de servicio continuo.

ARTÍCULO 425

EQUIPO PARA PROCESOS INDUSTRIALES DE CALEFACCIÓN DE RESISTENCIA FIJA Y DE ELECTRODO

Parte A. Generalidades

425-1. Alcance. Este artículo cubre el proceso de calefacción industrial fijo empleando resistencia eléctrica o la tecnología de la calefacción por electrodo. Para el propósito de este artículo, el equipo de calefacción debe incluir calderas, calderas de electrodos, calentadores de ductos, calentadores de banda, calentadores de inmersión, calentadores de aire de proceso u otro equipo eléctrico fijo aprobado utilizado para calentamiento de procesos industriales. El presente artículo no se aplicará a la calefacción y al aire acondicionado de los espacios para personas cubiertos por el artículo 424, los equipos de calefacción fijo para tuberías y recipientes a que se refiere el artículo 427, los equipos de inducción y de calentamiento dieléctrico cubiertos por el artículo 665 y los hornos industriales que incorporen elementos de calentamiento de carburo de silicio, molibdeno o grafito.

425-2. Otros artículos. Los equipos fijos de calefacción de procesos industriales que incorporen un compresor-motor hermético de refrigerante deberán cumplir también con el artículo 440.

425-3. Circuitos derivados.

a) **Requisitos de Circuito derivado.** A los circuitos derivados individuales se les permitirá suministrar cualquier cantidad de voltamperes o potencia nominal de los equipos de calefacción de procesos industriales fijos para los que estén clasificados.

b) **Dimensionamiento del Circuito derivado.** Los equipos fijos de calefacción para procesos industriales y los motores se considerarán cargas continuas.

Parte B. Instalación

425-8. General.

a) **Ubicación.** Los equipos fijos de calefacción de procesos industriales se localizarán con respecto a la construcción del edificio y otros equipos para permitir el acceso al equipo. Se mantendrá un espacio suficiente para permitir el remplazo de controles y elementos calefactores y para ajustar y limpiar los controles y otras partes que requieren tal atención.

b) **Espacio de trabajo.** El espacio de trabajo de los gabinetes eléctricos para equipos de calefacción de procesos industriales fijos que requieran supervisión, ajuste, servicio o mantenimiento mientras estén energizados deberá ser accesible, y el espacio de trabajo para el personal deberá cumplir 110-26 y 110-34, basado en la tensión de utilización a tierra.

Excepción: Solo en establecimientos industriales, donde las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que sólo personas calificadas prestarán servicio a la instalación, se permitirá un espacio de trabajo menor que el requerido en 110-26 ó 110-34.

c) **Por encima del nivel de suelo, piso o plataforma de trabajo.** Cuando la envolvente esté situada por encima del nivel del suelo, del piso o de una plataforma de trabajo, se aplicarán todos los elementos siguientes:

(1) La envolvente debe ser accesible.

(2) El ancho del espacio de trabajo será el ancho de la envolvente o un mínimo de 76 cm, el que sea mayor.

(3) La profundidad del espacio de trabajo debe cumplir con 110-26(a) o 110-34 basado en la tensión a tierra.

(4) Todas las puertas o paneles con bisagras se abrirán al menos a 90 grados.

425-2. Aprobación. Todos los equipos fijos de calefacción de procesos industriales deberán estar instalados de manera aprobada.

425-11. Conductores de suministro. Los equipos fijos de calefacción de procesos industriales que requieran conductores de alimentación con aislamiento de más de 60 ° C deberán estar marcados de forma clara y permanente. Esta marca deberá ser claramente visible después de la instalación y se permitirá que esté adyacente a la caja de conexión en campo.

425-12. Ubicaciones.

a) Expuesto a daño físico. Cuando estén sujetos a daños físicos, los equipos fijos de calefacción de procesos industriales deberán estar protegidos de manera aprobada.

b) Lugares húmedos o mojados. Los equipos fijos de calefacción de procesos industriales instalados en lugares húmedos o mojados deben estar aprobados para tales ubicaciones y deben ser construidos e instalados de manera que el agua u otros líquidos no puedan entrar o acumularse en o sobre secciones cableadas, componentes eléctricos o ductos de trabajo.

NOTA: Véase 110-11 para equipos expuestos a agentes deteriorantes.

425-13. Espaciado de materiales combustibles. Los equipos fijos de calefacción de procesos industriales se instalarán proporcionando el espaciado requerido entre el equipo y el material combustible adyacente, a menos que esté aprobado para ser instalado en contacto directo con material combustible.

425-14. Equipo de calefacción industrial de lámpara infrarroja. En los establecimientos industriales, se permitirá que los portalámparas de los equipos de calefacción de procesos industriales por lámparas infrarrojas funcionen en serie en circuitos de más de 150 volts a tierra, siempre que el voltaje nominal de los portalámparas no sea menor que la tensión del circuito.

Cada sección, panel o tira que lleve una serie de portalámparas de infrarrojos, incluyendo el cableado de terminales de tal sección, panel o tira, se considerará como equipo de calentamiento industrial por infrarrojos. El bloque de conexión de terminal de cada conjunto se considerará una salida individual.

Parte C. Control y protección de equipos de calefacción de procesos industriales fijos

425-19. Medios de desconexión. Deberán proporcionarse medios para desconectar simultáneamente el calentador, el controlador del motor y los dispositivos de protección contra sobrecorriente suplementarios de todos los equipos de calefacción de procesos industriales fijos, los conductores de fase. Cuando el equipo de calentamiento es alimentado por más de una fuente, los medios de desconexión del alimentador o circuito derivado deben agruparse e identificarse que tienen múltiples medios de desconexión. Cada medio de desconexión desconectará simultáneamente todos los conductores de fase que controle. Los medios de desconexión especificados en 425-19(a) y (b) deberán tener corriente nominal no inferior al 125 por ciento de la carga total de los motores y los calentadores y deberán bloquearse de acuerdo con 110-25.

a) Equipo de calefacción con protección de sobrecorriente suplementaria. Los medios de desconexión para equipos de calefacción de procesos industriales fijos con protección contra sobrecorriente suplementaria deberán estar a la vista de los dispositivos de protección contra sobrecorriente suplementarios, en el lado de suministro de estos dispositivos, si son fusibles y, además, cumplir con (1) o (2) siguientes

1) Calentador que no contiene un motor mayor a 93 W (1/8 hp). Se permitirá que los medios de desconexión especificados en 425-19 o los interruptores unitarios que cumplan con 425-19(c) sirvan como los medios de desconexión requeridos tanto para el controlador de motor como para el calentador bajo cualquiera de las siguientes condiciones:

(1) Los medios de desconexión proporcionados también están a la vista de los controladores del motor y del calentador.

(2) Los medios de desconexión pueden bloquearse de acuerdo con la sección 110-25.

2) Calentador que contiene un motor(es) mayor a 93 W (1/8 hp). Se permitirá que los medios de desconexión anteriores sirvan como los medios de desconexión requeridos tanto para el (los) controlador (es) de motor como para el calentador bajo cualquiera de las siguientes condiciones:

(1) Los medios de desconexión están a la vista de los controladores del motor y del calentador y cumplen con la Parte I del Artículo 430.

(2) Motor (es) de más de 93 W (1/8 hp) y el calentador están provistos de un interruptor unitario individual que cumple con 422-34(a), (b), (c) o (d), se permitirá que los medios de desconexión estén fuera de la vista del controlador del motor.

b) Equipo de calefacción sin protección de sobrecorriente suplementaria.

1) Sin motor o con el motor no mayor a 93 W (1/8 hp). Para equipos de calefacción de procesos industriales fijos sin motor de una potencia nominal superior a 93 W (1/8 hp), se permitirá que el interruptor del circuito derivado o interruptor automático sirvan como medio de desconexión cuando el interruptor o interruptor automático estén a la vista del calentador o sean bloqueables de acuerdo con 110-25.

2) Más de 93 W (1/8 hp). Para los equipos de calefacción de proceso industrial fijo motorizados con un motor de más de 93 W (1/8 hp), los medios de desconexión deberán estar ubicados a la vista del controlador del motor o estarán permitidos para cumplir con los requisitos en 425-19 (a) (2).

c) Interruptores unitarios como medios de desconexión. Un interruptor unitario con una posición marcada "apagado" que es parte de un calentador fijo y desconecta todos los conductores de fase se permitirá usarlos como los medios de desconexión requeridos por este artículo. El interruptor de circuito derivado o interruptor automático, cuando sea fácilmente accesible para el servicio del calentador fijo, se permitirá sea usado como el otro medio de desconexión.

425-21. Desconectores e interruptores automáticos con indicador. Los desconectores e interruptores automáticos usados como medios de desconexión deben indicar claramente si están en posición abierta (circuito desconectado), cerrada (circuito conectado) o falla.

425-22. Protección contra sobrecorriente

a) Dispositivos de circuito derivado. Los aparatos fijos de calefacción de procesos industriales distintos de los aparatos operados con motor como los requeridos por los artículos 430 y 440 para tener protección contra sobrecorriente adicional se permitirá estén protegidos contra sobrecorriente cuando sean alimentados por uno de los circuitos derivados del artículo 210.

b) Elementos de Resistencia. Los elementos de calefacción de tipo resistencia en los equipos fijos de calefacción de procesos industriales deberán estar protegidos a no más de 60 amperes. Los equipos de más de 48 amperes y que utilicen tales elementos tendrán los elementos de calefacción subdivididos y cada carga subdividida no debe superar los 48 amperes. Cuando una carga subdividida sea inferior a 48 amperes, la clasificación del dispositivo de protección contra sobrecorriente suplementario deberá ajustarse a lo dispuesto en 425-3(b). Se permitirá que una caldera que emplee resistencias de inmersión de tipo resistencia contenidas en un recipiente cumpla con 425-72(a).

c) Dispositivos de protección contra sobrecorriente. Los dispositivos de protección contra sobrecorriente suplementarios para las cargas subdivididas especificadas en 425-22(b) deberán ser.

(1) instalados en fábrica dentro o sobre el cuerpo del calentador o suministrados por el fabricante para usarse con el calentador como un ensamble separado;

(2) sean accesibles, pero no deberán ser fácilmente accesibles; y

(3) adecuado para la protección de los circuitos derivados.

NOTA 1: Véase 240-10. Cuando se utilicen fusibles de cartucho para proporcionar esta protección contra sobrecorriente, se permitirá utilizar un solo medio de desconexión para las diversas cargas subdivididas.

NOTA 2: Para protección de sobrecorriente suplementaria, ver 240-10.

NOTA 3: Medios de desconexión para fusibles de cartucho en circuitos de cualquier voltaje, ver 240-40.

d) Conductores de circuito derivado. Los conductores que alimentan los dispositivos de protección contra sobrecorriente suplementarios se considerarán conductores de circuito derivado.

Quando los calentadores tengan una potencia nominal igual o superior a 50 kW, se permitirá que los conductores que alimenten los dispositivos de protección contra sobrecorriente suplementarios especificados en 425-22(c) tengan un tamaño no menor al 100 por ciento de la capacidad nominal del calentador siempre que se cumplan todas las condiciones siguientes:

(1) El calentador está marcado con un tamaño de conductor mínimo.

(2) Los conductores no son más pequeños que el tamaño mínimo marcado.

(3) Un dispositivo accionado por temperatura controla el funcionamiento cíclico del equipo.

e) Conductores para cargas subdivididas. Los conductores cableados entre el calentador y los dispositivos de protección contra sobrecorriente suplementarios para equipos de calefacción de procesos industriales fijos deberán tener un tamaño de por lo menos el 125 por ciento de la carga alimentada. Los dispositivos de protección contra sobrecorriente suplementarios especificados en 425-22 (c) deberán proteger estos conductores de acuerdo con 240-4. Cuando los calentadores tengan una potencia nominal igual o

superior a 50 kW, se permitirá que la ampacidad de los conductores cableados entre el calentador y los dispositivos de protección contra sobrecorriente suplementarios sea igual o superior al 100 por ciento de la carga de sus respectivos circuitos subdivididos, siempre que se cumplen las siguientes condiciones:

- (1) El calentador está marcado con un tamaño de conductor mínimo.
- (2) Los conductores no son más pequeños que el tamaño mínimo marcado.
- (3) Un dispositivo activado por temperatura controla el funcionamiento cíclico del equipo.

Parte D. Marcado de equipos de calefacción

425-28. Placa de datos.

a) Marca obligatoria. El equipo de calefacción de proceso industrial fijo deberá estar provisto de una placa de datos que indique el nombre y los valores nominales en volts y watts o en volts y amperes.

Los equipos fijos de calefacción de procesos industriales destinados a ser utilizados sólo con corriente alterna, sólo con corriente continua, o con ambos, se marcarán para así indicarlo. El marcado de los equipos que consistan en motores de más de 93 W (1/8 hp) de fuerza y otras cargas deberá especificar el valor nominal del motor en volts, amperes y frecuencia y la carga de calentamiento en volts y watts o en volts y amperes.

b) Ubicación. La placa de datos será ubicada de tal manera que sea visible o fácilmente accesible después de la instalación.

425-29. Marcado de elementos de calefacción. Todos los elementos de calefacción que sean reemplazables en campo y que formen parte de un equipo de calefacción de procesos industriales deberán marcarse de forma legible con las clasificaciones en volts o watts o en volts o amperes.

425-45. Equipo de calefacción industrial fijo oculto - inspección y pruebas. Las instalaciones de equipos de calefacción industrial ocultas deben ser hechas con el debido cuidado para evitar daños al equipo de calefacción y deben ser inspeccionadas y aprobadas antes de que el equipo de calefacción esté cubierto u oculto.

Parte E. Calentadores de ductos de procesos industriales fijos

425-57. Generalidades. La parte E se aplicará a cualquier calentador montado en la corriente de aire de un sistema de aire forzado en el que la unidad de movimiento de aire no esté prevista como parte integral del equipo.

425-58. Identificación. Los calentadores instalados en un ducto de aire se identificarán como adecuados para la instalación.

425-59. Flujo de aire. Deberán proporcionarse medios para asegurar un flujo de aire uniforme sobre la cara del calentador de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

NOTA: Algunos calentadores instalados a una distancia de 1.20 m de la salida de aire de un dispositivo de movimiento, codos, placas deflectoras u otras obstrucciones en el ducto utilizan paletas giratorias, placas de presión u otros dispositivos en el lado de entrada del ducto calentador para asegurar una distribución uniforme del aire sobre la cara del calentador.

425-60. Temperatura de entrada elevada. Los calentadores de ductos destinados a utilizarse con temperatura elevada del aire de admisión se identificarán como adecuados para su uso a temperaturas elevadas.

425-63. Bloqueo del circuito del ventilador. Deberán proporcionarse medios para asegurar que el circuito del ventilador, cuando esté presente, se energice cuando se energiza cualquier circuito del calentador. Sin embargo, se permitirá el retraso controlado por tiempo o temperatura para energizar el motor del ventilador.

425-64. Controles de límite. Cada calentador de ductos debe estar provisto de un control de límite de temperatura, automático, de reajuste automático, aprobado para desenergizar el circuito o los circuitos.

Además, en cada calentador de ductos se proporcionará un control o controles suplementarios independientes que desconecte un número suficiente de conductores para interrumpir el flujo de corriente. Este dispositivo debe ser manualmente repuesto o reemplazable.

425-65. Ubicación de los medios de desconexión. El equipo del controlador del calentador del ducto debe ser accesible ya sea con los medios de desconexión instalados a la vista o desde el controlador como lo permite 425-19(a).

Parte F. Resistencia para procesos industriales fijos-Tipo Caldera

425-70. Alcance. Las disposiciones de la Parte F del presente artículo se aplicarán a las calderas que utilicen resistencias como elementos de calentamiento. No se considerará que las calderas de tipo electrodo empleen resistencias como elementos de calentamiento. Vea la Parte G de este artículo.

425-71. Identificación. Las calderas de tipo resistencia se identificarán como adecuadas para la instalación.

425-72. Protección contra sobrecorriente.

a) Caldera que emplea elementos de calentamiento de inmersión de tipo resistencia en un recipiente a presión. Una caldera que utilice resistencias de inmersión de tipo resistencia contenidas en un recipiente a presión deberá tener los elementos de calefacción protegidos a no más de 150 amperes. Una caldera de este tipo con una capacidad nominal superior a 120 amperes deberá tener los elementos de calefacción subdivididos en cargas que no excedan de 120 amperes. Cuando una carga subdividida sea inferior a 120 amperes, el valor nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente deberá ajustarse a lo dispuesto en 425-3(b).

b) Caldera que emplea elementos de calentamiento de tipo resistencia con valor nominal de más de 48 amperes y que no están contenidos en un recipiente a presión. Una caldera que emplee resistencias como elementos de calentamiento que no estén contenidas en un recipiente a presión deberá tener los elementos de calefacción protegidos a no más de 60 amperes. Dicha caldera de más de 48 amperes tendrá los elementos de calefacción subdivididos en cargas no superiores a 48 amperes. Cuando una carga subdividida sea inferior a 48 amperes, el valor nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente deberá cumplir con 425-3(b).

c) Dispositivos de protección de sobrecorriente suplementaria. Los dispositivos de protección contra sobrecorriente suplementarios para las cargas subdivididas que se exigen en 425-72(a) y (b) serán los siguientes:

(1) Instalado en fábrica dentro o sobre el cuerpo de la caldera o proporcionado como un ensamblaje separado por el fabricante de la caldera.

(2) Accesible, pero no tiene que ser fácilmente accesible.

d) Adecuado para la protección del circuito derivado. Cuando se utilicen fusibles de cartucho para proporcionar esta protección contra sobrecorriente, se permitirá un solo medio de desconexión para los diversos circuitos subdivididos. Véase 240-40.

e) Conductores que alimentan dispositivos suplementarios de protección contra sobrecorriente. Los conductores que alimenten estos dispositivos de protección contra sobrecorriente suplementarios se considerarán conductores de circuitos derivados. Cuando los calentadores tengan un valor nominal igual o superior a 50 kW, se permitirá que los conductores que alimenten el dispositivo de protección contra sobrecorriente especificado en 424-72(c) tengan un tamaño no menor al 100 por ciento de la capacidad nominal del calentador siempre que se cumplan todas las condiciones siguientes:

(1) El calentador está marcado con un tamaño de conductor mínimo.

(2) Los conductores no son más pequeños que el tamaño mínimo marcado.

(3) Un dispositivo accionado por temperatura o presión controla el funcionamiento cíclico del equipo.

f) Conductores para cargas subdivididas. Los conductores cableados entre el calentador y los dispositivos de protección contra sobrecorriente suplementarios deberán dimensionarse a no menos del 125 por ciento de la carga servida. Los dispositivos de protección contra sobrecorriente suplementarios especificados en 425-72(c) deberán proteger estos conductores de acuerdo con 240-4. Cuando los calentadores tengan una potencia nominal igual o superior a 50 kW, se permitirá que la ampacidad de los conductores cableados entre el calentador y los dispositivos de protección contra sobrecorriente suplementarios sea no menor al 100 por ciento de la carga de sus respectivos circuitos subdivididos, siempre que se cumplan todas las condiciones siguientes:

(1) El calentador está marcado con un tamaño de conductor mínimo.

(2) Los conductores no son más pequeños que el tamaño mínimo marcado.

(3) Un dispositivo accionado por temperatura o presión controla el funcionamiento cíclico del equipo.

425-73. Control de límite de sobretemperatura. Cada caldera diseñada de modo que en el funcionamiento normal no haya cambio de estado del medio de transferencia de calor deberá estar equipada con un medio limitador sensible a la temperatura. Se instalará para limitar la temperatura máxima del líquido y desconectará directa o indirectamente todos los conductores de fase de los elementos de calefacción. Dichos medios deberán complementar un sistema de regulación de la temperatura y otros dispositivos que protejan el tanque contra la presión excesiva.

425-74. Control del límite de sobrepresión. Cada caldera diseñada para que en el funcionamiento normal haya un cambio en el estado del medio de transferencia de calor de líquido a vapor deberá estar equipada con un medio limitador sensible a la presión. Se instalará para limitar la presión máxima y desconectar directa o indirectamente todos los conductores de fase que van a los elementos de calefacción. Dichos medios deberán complementar un sistema de regulación de la presión y otros dispositivos que protejan el tanque contra la presión excesiva.

Parte G. Electrodo para procesos industriales fijos- Tipo Caldera

425-80. Alcance. Las disposiciones de esta Parte G se aplicarán a las calderas que funcionen a 600 volts, nominales o inferiores, en las que se genere calor por el paso de corriente entre electrodos a través del líquido que se calienta.

425-81. Identificación. Las calderas de tipo electrodo se identificarán como adecuadas para la instalación.

425-82. Requisitos del circuito derivado. El tamaño de los conductores de circuitos derivados y de los dispositivos de protección contra sobrecorriente se calcularán sobre la base del 125 por ciento de la carga total (motores no incluidos). Se permitirá que un contactor, relé u otro dispositivo, aprobado para funcionamiento continuo al 100 por ciento de su capacidad, suministre su carga máxima. Véase 210-19(a).

Excepción: Las disposiciones de esta sección no se aplicarán a los conductores que formen parte integrante de una caldera aprobada. Cuando una caldera de electrodo tenga una potencia igual o superior a 50 kW, se permitirá que los conductores que alimenten los electrodos de la caldera se clasifiquen a no menos del 100 por ciento de la capacidad nominal del electrodo de la caldera, siempre que se cumplan todas las condiciones siguientes:

- (1) La caldera del electrodo está marcada con un tamaño de conductor mínimo.
- (2) Los conductores no son más pequeños que el tamaño mínimo marcado.
- (3) Un dispositivo accionado por temperatura o presión controla la operación cíclica del equipo.

425-83. Control de límite de sobretemperatura. Cada caldera, diseñada de manera que en el funcionamiento normal no se produzca ningún cambio en el estado del medio de transferencia de calor, deberá estar equipada con un medio limitador sensible a la temperatura. Se instalará para limitar la temperatura máxima del líquido e interrumpirá directa o indirectamente todo el flujo de corriente a través de los electrodos. Dichos medios deberán complementar el sistema de regulación de la temperatura y otros dispositivos que protejan el tanque contra la presión excesiva.

425-84. Control del límite de sobrepresión. Cada caldera, diseñada para que en el funcionamiento normal haya un cambio en el estado del medio de transferencia de calor de líquido a vapor, estará equipada con un medio limitador sensible a la presión. Se instalará para limitar la presión máxima e interrumpirá directa o indirectamente todo el flujo de corriente a través de los electrodos. Dichos medios deberán complementar un sistema de regulación de la presión y otros dispositivos que protejan el tanque contra la presión excesiva.

425-85. Puesta a tierra. Para aquellas calderas diseñadas de tal manera que las corrientes de falla no pasen a través del recipiente a presión, y el recipiente de presión esté aislado eléctricamente de los electrodos, todas las partes metálicas expuestas que no transporten corriente, incluyendo el recipiente a presión, el suministro y las tuberías de retorno deben ser puestas a tierra. Para todos los demás diseños, el recipiente a presión que contiene los electrodos debe ser aislado y aislarse eléctricamente de tierra.

425-86. Marcado. Todas las calderas de tipo electrodo se marcarán para indicar lo siguiente:

- (1) El nombre del fabricante.
- (2) El valor nominal en volts, amperes y kilovoltamperes.
- (3) El suministro eléctrico requerido que especifica la frecuencia, el número de fases, y el número de hilos.
- (4) La marca "Caldera de Calentamiento de Proceso de Tipo-Electrodo".
- (5) Una marca de advertencia, "Todas las fuentes de alimentación deben desconectarse antes de la reparación, incluida la reparación del recipiente a presión". Una marca o etiqueta de advertencia aplicada en campo debe cumplir con 110-21(b).

La placa de identificación se colocará de forma que sea visible después de la instalación.

ARTÍCULO 426**EQUIPO ELÉCTRICO FIJO EXTERIOR PARA DESCONGELAR Y DERRETIR NIEVE****Parte A. Generalidades**

426-1. Alcance. Los requerimientos de este Artículo se deben aplicar a sistemas de calefacción eléctricos y a la instalación de éstos.

a) Empotrados. Empotrados en calles, aceras, escalones y otras áreas.

b) Expuestos. Expuestos en sistemas de drenaje, puentes, techos y otras estructuras.

426-2. Definiciones.

Elemento de calefacción por resistencia. Elemento separado específico para generar calor y que va empotrado o sujeto a la superficie que se va a calentar.

NOTA: Ejemplos de elementos de calefacción por resistencia son las resistencias tubulares, resistencias planas, cables de calefacción, cinta calefactora y paneles de calefacción.

Sistema de calefacción. Sistema completo que consta de componentes tales como elementos de calefacción, elementos de fijación, alambrado del circuito no calefactor, terminales, controladores de temperatura, señales de seguridad, cajas de empalme, canalizaciones y accesorios.

Sistema de calefacción por efecto superficial. Sistema en el que el calor se genera en la superficie interna de una cubierta ferromagnética empotrada o sujeta a la superficie a ser calentada.

NOTA: Normalmente, un conductor aislado eléctricamente se pasa a través de la cubierta y se conecta a la cubierta en el otro extremo de ésta. La cubierta y el conductor aislado eléctricamente se conectan a una fuente de tensión de corriente alterna desde un transformador de aislamiento.

Sistema de calefacción por impedancia. Sistema en el cual el calor se genera en una barra o tubo o en una combinación de barras y tubos, haciendo que pase corriente a través de la barra o tubo mediante su conexión directa a una fuente de tensión de corriente alterna desde un transformador de aislamiento. Se permitirá que la barra o tubo estén empotrados en la superficie a ser calentada o que sean el componente expuesto a ser calentado.

426-3. Aplicación de otros Artículos. Los equipos eléctricos fijos exteriores para descongelar y derretir nieve conectados con cordón y clavija, proyectados para usos específicos e identificados como adecuados para este uso se deben instalar de acuerdo con el Artículo 422.

426-4. Carga continua. Los equipos eléctricos fijos exteriores para descongelar y derretir nieve se deben considerar como una carga continua.

Parte B. Instalación

426-10. Generalidades. Los equipos eléctricos fijos exteriores para descongelar y derretir la nieve deben estar identificados como adecuados para:

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

426-11. Uso. El equipo eléctrico de calefacción se debe instalar de modo que esté protegido contra daños físicos.

426-12. Protección térmica. Las superficies externas de los equipos eléctricos exteriores para descongelar y derretir la nieve que operen a temperaturas mayores a 60 °C, deben estar resguardadas, separadas o aisladas térmicamente para proteger de contacto accidental al personal en el área.

426-13. Identificación. La presencia de equipos eléctricos exteriores para deshielo y derretir la nieve debe hacerse evidente por la colocación de señales de precaución o marcas adecuadas en donde sean claramente visibles.

426-14. Otros equipos. Se permitirá instalar equipos eléctricos fijos de exteriores para deshielo y derretir la nieve cuyo método de construcción o instalación sea distinto del tratado en este Artículo, únicamente bajo las instrucciones del fabricante del equipo aprobado.

Parte C. Elementos de calefacción por resistencia**426-20. Equipos empotrados para descongelar y derretir la nieve.**

a) Densidad de carga. Los paneles o unidades no deben exceder de 1300 watts/m² de área calentada.

b) Separación. La separación entre tramos adyacentes de cable depende del valor nominal de los cables y no debe ser menor a 2.50 centímetros entre centros.

c) Cubierta. Las unidades, paneles o cables se deben instalar como sigue:

(1) Sobre una base firme de asfalto o mampostería de mínimo 5 centímetros de espesor y se debe aplicar una capa de asfalto o mampostería de mínimo 4 centímetros sobre las unidades, paneles o cables; o

(2) Se permitirá su instalación sobre otras bases aprobadas y empotrarlos a una distancia no mayor de 9 centímetros de la mampostería o asfalto, pero no a menos de 4 centímetros de la superficie mayor; o

(3) Los equipos que hayan sido aprobados para otras formas de instalación, se deben instalar únicamente en la forma para la que se hayan identificado.

d) Fijación. Mientras se aplica la capa de acabado de asfalto o mampostería, los cables, unidades y paneles deben estar sujetos mediante bastidores, separadores u otros medios aprobados.

e) Expansión y contracción. Los cables, unidades y paneles no se deben instalar donde formen puente sobre juntas de expansión, a menos que se hagan las provisiones para la expansión y contracción.

426-21. Equipos expuestos para descongelar y derretir la nieve.

a) Fijación. Los conjuntos de elementos de calefacción se deben asegurar a la superficie que se va a calentar, utilizando medios aprobados.

b) Temperatura excesiva. Cuando el elemento de calefacción no esté en contacto directo con la superficie que se está calentando, el diseño del ensamble calefactor debe ser tal que no se excedan sus límites de temperatura.

c) Expansión y contracción. Los elementos y ensambles de calefacción no se deben instalar haciendo puente sobre juntas de expansión, a menos que se hagan las provisiones para la expansión y contracción.

d) Capacidad de flexión. Cuando se instalen en estructuras flexibles, los elementos y ensambles de calefacción deben tener una capacidad de flexión compatible con la de la estructura.

426-22. Instalación de terminales no calefactoras para equipos empotrados.

a) Cubierta o malla trenzada de puesta a tierra. Se permitirá que las terminales no calefactoras que tengan una cubierta o malla trenzada de puesta a tierra estén empotradas en la mampostería o el asfalto del mismo modo que el cable de calefacción, sin protección física adicional.

b) Canalizaciones. Todas las terminales, excepto las no calefactoras de 2.5 centímetros a 15 centímetros que no tengan una cubierta de puesta a tierra, deben estar instalados en tubo conduit rígido, Tubo conduit metálico ligero, tubo conduit metálico semipesado u otra canalización empotrada en el asfalto o la mampostería. La distancia del empalme de fábrica hasta la canalización no debe ser menor a 2.5 centímetros ni mayor a 15 centímetros

c) Pasacables. Donde las terminales entren en los tubos conduit o tuberías empotradas en el asfalto o mampostería se deben utilizar pasacables aislantes.

d) Expansión y contracción. Las terminales deben estar protegidas en las juntas de expansión y en donde salgan de la mampostería o asfalto, mediante tubo conduit rígido, Tubo conduit metálico ligero, tubo conduit metálico semipesado, otras canalizaciones u otros medios aprobados.

e) Terminales en las cajas de empalme. Debe haber un tramo libre de terminales no calefactoras, de no menos de 15 centímetros dentro de la caja de empalmes.

426-23. Instalación de terminales no calefactores para equipos expuestos.

a) Terminales no calefactoras. Las terminales no calefactoras de alimentación (terminales frías) para los elementos de resistencia debe ser identificado para las temperaturas a las que vayan a funcionar. En las cajas de empalme debe dejarse un tramo de punta no calefactora no menor a 15 centímetros. Se permitirá acortar las terminales no calefactoras preensambladas en fábrica y montadas en sitio sobre calefactores aprobados, siempre que se conserven las marcas especificadas en 426-25.

b) Protección. Las terminales no calefactoras de alimentación de potencia deben tener un envolvente en tubo conduit rígido, tubo conduit metálico semipesado, Tubo conduit metálico ligero u otro medio aprobado.

426-24. Conexión eléctrica.

a) Conexiones de los elementos de calefacción. Las conexiones eléctricas distintas de las hechas en fábrica entre elementos de calefacción y no de calefacción empotrados en mampostería, asfalto u otras superficies expuestas, se deben hacer con conectores aislados identificados para ese uso.

b) Conexiones de los circuitos. Los empalmes y terminaciones en los extremos de las terminales que no son de calefacción, distintos de los hechos en los extremos de los elementos de calefacción, deben ir instalados en una caja o herraje de acuerdo con 110-14 y 300-15.

426-25. 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 terminales no calefactoras, con un símbolo de identificación permanente, el número de catálogo y su valor nominal en volts y watts o en volts y amperes.

426-26. Protección contra la corrosión. Se permitirá instalar canalizaciones, cables armados, cubiertas de cables, cajas, accesorios, soportes y herrajes de soporte metálicos ferrosos y no ferrosos, en concreto o en contacto directo con la tierra o en áreas expuestas a influencias corrosivas fuertes, cuando estén hechos de material adecuado para esas condiciones o estén dotados de una protección contra la corrosión identificada como adecuada para esas condiciones.

426-27. Cubierta o malla trenzada de puesta a tierra. Como parte de un cable calefactor, panel o unidad, se deben proporcionar medios de puesta a tierra tales como una malla trenzada de cobre, una cubierta metálica u otro medio aprobado.

426-28. Protección contra falla a tierra de los equipos. Se debe suministrar protección contra falla a tierra para equipos eléctricos exteriores fijos para descongelar y derretir nieve.

Parte D. Calefacción por impedancia

426-30. Protección personal. Los elementos expuestos de los sistemas de calefacción por impedancia deben estar físicamente resguardados, separados o aislados térmicamente con una cubierta a prueba de intemperie para proteger al personal en el área contra el contacto accidental.

426-31. Transformador de aislamiento. Se debe instalar un transformador de aislamiento con un blindaje de puesta a tierra entre los devanados primario y secundario para aislar el sistema de distribución del sistema de calefacción.

426-32. Limitaciones de tensión. El devanado secundario del transformador de aislamiento conectado a los elementos de calefacción por impedancia no debe tener una salida con tensión mayor a 30 volts corriente alterna.

426-33. Corrientes inducidas. Todos los componentes portadores de corriente se deben instalar de acuerdo con 300-20.

426-34. Puesta a tierra. Un sistema de calefacción por impedancia que opere a una tensión de más de 30 volts, pero máximo de 80 volts, se debe poner a tierra en el punto o puntos designados.

Parte E. Calefacción por efecto superficial

426-40. Ampacidad de los conductores. Se permitirá que la corriente que pase a través de los conductores aislados eléctricamente dentro de una cubierta ferromagnética exceda los valores de ampacidad presentados en el Artículo 310, siempre que los conductores estén identificados como adecuados para ese uso.

426-41. Cajas de paso. Cuando haya instaladas cajas de paso, deben ser accesibles sin necesidad de excavar, mediante ubicación en bóvedas adecuadas o sobre el suelo. Las cajas de paso en exteriores deben ser de construcción hermética al agua.

426-42. Cable monoconductor con cubierta. Las disposiciones de 300-20 no se deben aplicar a la instalación de un cable monoconductor con cubierta ferromagnética (envolvente metálico).

426-43. Protección contra la corrosión. Se permitirá instalar cubiertas ferromagnéticas, canalizaciones, cajas, accesorios, soportes y accesorios de soporte metálicos ferrosos o no ferrosos, en concreto o en contacto directo con la tierra o en áreas expuestas a influencias corrosivas severas, cuando estén hechos de material adecuado para esas condiciones o dotados de una protección contra la corrosión identificada como adecuada para esas condiciones. La protección contra la corrosión debe mantener el espesor original de las paredes de la cubierta ferromagnética.

426-44 Puesta a tierra. La cubierta ferromagnética se debe conectar a un conductor de puesta a tierra de equipos en ambos extremos y además se permitirá conectarlo a un conductor de puesta a tierra de equipos en puntos intermedios, si así lo requiere su diseño. A los sistemas de calefacción por efecto superficial no se les debe aplicar las disposiciones de 250-30.

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

Parte F. Control y protección

426-50. Medios de desconexión.

a) Desconexión. Todos los equipos eléctricos fijos exteriores para descongelar y derretir nieve deben estar equipados con un medio para la desconexión simultánea de todos los conductores de fase. Se permitirá

que el interruptor o el interruptor automático del circuito derivado sirvan como el medio de desconexión cuando sea fácilmente accesible al usuario del equipo. Los medios de desconexión deben ser del tipo con indicador y tener un bloqueo positivo en la posición de apagado "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 150 volts o menos a tierra.

426-51. Controladores.

a) Control de temperatura con posición de abierto "Off". Los dispositivos de maniobra controlados por temperatura que indican una posición de abierto "off" e interrumpen la corriente de línea, deben abrir todos los conductores de fase cuando el dispositivo controlador esté en esa posición. No se permitirá que estos dispositivos sirvan como el medio de desconexión, excepto si se pueden bloquear en posición abierta de acuerdo con la sección 110-25.

b) Control de temperatura sin posición de abierto "Off". No se exigirá que los dispositivos de maniobra controlados por temperatura que no tengan posición de abierto "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 remotos controlados y actuados por temperatura cumplan los requisitos de 426-51(a). No se permitirá utilizar estos dispositivos como el medio de desconexión.

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

- (1) Abrir todos los conductores de fase cuando se pongan manualmente en la posición de abierto "off".
- (2) Estar diseñados de modo que, una vez puesto el interruptor manualmente en posición de abierto "off", el circuito no se pueda energizar automáticamente.
- (3) Ser bloqueado de acuerdo con la sección 110-25.

426-54. Equipos para deshielo y derretir de la nieve conectados con cordón y clavija. Los equipos para descongelar y derretir la nieve conectados con cordón y clavija deben estar aprobados.

ARTÍCULO 427

EQUIPO ELÉCTRICO FIJO PARA CALENTAMIENTO DE TUBERÍAS Y RECIPIENTES.

Parte 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 de calefacción tubulares, calefactores planos, cables de calefacción, cinta calefactora, mantas calefactoras y calefactores por inmersión.

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

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 equipos 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.

Parte 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.

Parte C. Elementos de calentamiento por resistencia

427-14. Sujeción. Los ensambles 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 ensamble de calentamiento sea tal que no se excedan sus límites de temperatura.

427-16. Expansión y contracción. Los elementos y ensambles 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) Terminales no calefactoras. Las terminales no calefactoras de alimentación de potencia (terminales 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 preensambladas en fábrica y montados en sitio, siempre que se conserven las marcas indicadas en 427-20.

b) Protección de las terminales de conexión de la fuente de alimentación. Las terminales de conexión 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 terminales 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 terminales 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 de equipo 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 de calefacción. Los cables o alambres de calefacción 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 de calefacción. Los paneles de calefacción 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.

Parte 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.

Excepción 1: En los establecimientos industriales, el transformador de aislamiento conectado a la tubería o a la vasija que se esté calentando deberá tener una tensión de salida superior a 30 pero no más de 80 volts de corriente alterna a tierra cuando se cumplan todas las condiciones siguientes:

(1) Las condiciones de vigilancia, mantenimiento y supervisión aseguran que sólo personas calificadas tengan acceso a los sistemas instalados.

(2) Se proporciona protección de falla a tierra de los equipos.

Excepción 2: 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 vigilancia, 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.

Parte 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 envolventes 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.

Parte 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. Cable monoconductor en un envolvente. Las disposiciones de 300-20 no se deben aplicar a una instalación de cable monoconductor con envolvente ferromagnética (envolvente 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.

Parte 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". El medio de desconexión debe ser instalado de acuerdo con 110-25

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 210-18 y 210-23.

ARTÍCULO 430

MOTORES, CIRCUITOS DE MOTORES Y CONTROLADORES

Parte A. Generalidades

430-1. Alcance. Este Artículo trata sobre los motores, los conductores de los alimentadores y circuitos derivados de los motores y de su protección, sobre la protección contra sobrecargas de los motores, sobre los circuitos de control de los motores, de los controladores de los motores y de los centros de control de motores.

NOTA 1: Los requisitos de instalación de los centros de control de motores se tratan en 110-26(e). Los equipos de refrigeración y de aire acondicionado se tratan en el Artículo 440.

NOTA 2: La Figura 430-1 tiene fines informativos solamente.

Generalidades, 430-1 a 430-18	Parte A
Conductores del circuito del motor, 430-21 a 430-29	Parte B
Protección contra sobrecargas del motor y del circuito derivado, 430-31 a 430-44	Parte C
Protección contra cortocircuitos y fallas a tierra del circuito derivado del motor, 430-51 a 430-58	Parte D
Protección contra cortocircuitos y fallas a tierra del alimentador del motor, 430-61 a 430-63	Parte E
Circuitos de control del motor, 430-71 a 430-74	Parte F
Controladores del motor, 430-81 a 430-90	Parte G
Centros de control de motores, 430-92 a 430-98	Parte H
Medios de desconexión, 430-101 a 430-113	Parte I
Sistemas de accionamiento de velocidad ajustable, 430-120 a 430-128	Parte J
Tensiones mayores a 600 volts nominales, 430-221 a 430-227	Parte K
Protección de partes vivas, en todas las tensiones, 430-231 a 430-233	Parte L
Puesta a tierra, todas las tensiones, 430-241 a 430-245	Parte M
Tablas, Tablas 430-247 a 430-251(b)	Parte N

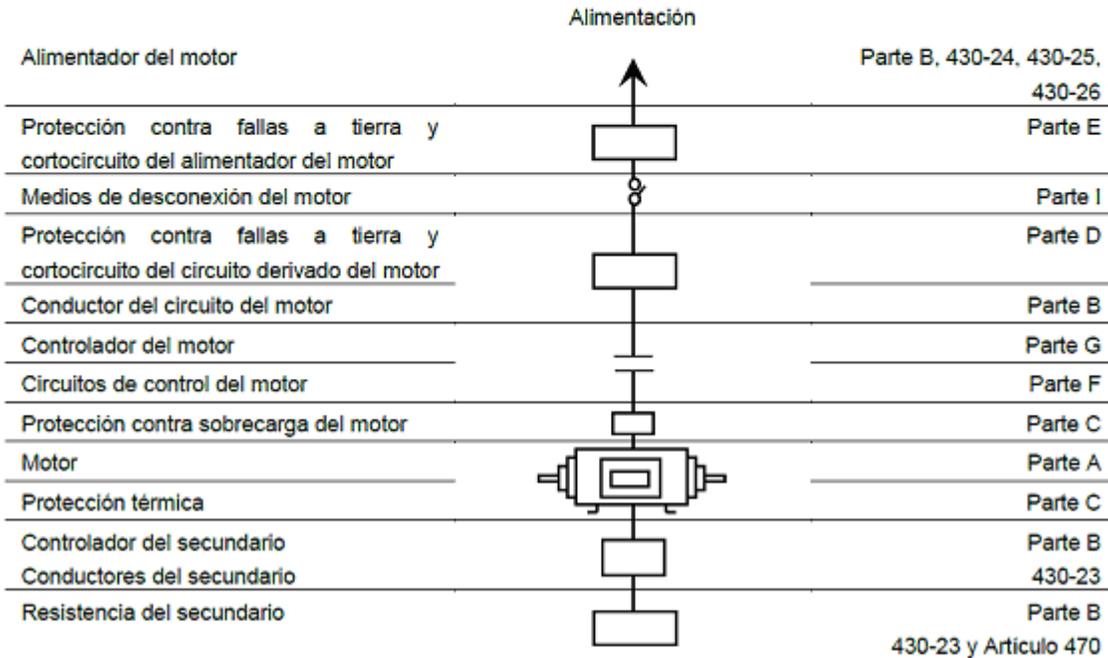


Figura 430-1.- Contenido del Artículo 430.

430-2. Definiciones.

Controlador. Para los propósitos de este Artículo, un controlador es todo interruptor o dispositivo que se usa normalmente para arrancar o detener un motor estableciendo e interrumpiendo la corriente del circuito del motor.

Ensamblados de válvulas activadas con motor. Ensamble fabricado, usado para operar una válvula, que consta de un activador con motor y otros componentes como controladores, interruptores de par motor, interruptores de fin de carrera y protección contra sobrecarga.

NOTA: Los ensambles de válvulas activadas con motor por lo común tienen características de trabajo de corta duración y de alto par de torsión.

Equipo de aislamiento del sistema. Sistema de contactor-aislamiento operado remotamente y con monitoreo redundante, empaquetado para proporcionar la función de desconexión/aislamiento, que es posible verificar su funcionamiento desde múltiples lugares remotos por medio de interruptores con bloqueo, cada uno de los cuales se puede bloquear con candado en la posición abierta ("off").

430-4. Motores con devanados divididos. Cuando se utilicen dispositivos separados de protección contra sobrecargas en el arranque de un motor de inducción con devanado dividido estándar, cada mitad del devanado del motor debe estar protegida individualmente de acuerdo con 430-32 y 430-37, con un dispositivo cuya corriente de disparo sea la mitad de la especificada.

Cada conexión del devanado del motor debe tener protección contra cortocircuitos y contra falla a tierra en el circuito derivado, con un valor nominal no mayor a la mitad de la especificada en 430-52.

Excepción: Se permitirá utilizar un dispositivo de protección contra cortocircuitos y contra fallas a tierra para los dos devanados, si el dispositivo permite el arranque del motor. Cuando se utilicen fusibles de acción retardada (de elemento dual), deben tener un valor nominal que no exceda el 150 por ciento de la corriente de plena carga del motor.

430-5. Otros Artículos. Los motores y controladores deben cumplir también con las disposiciones aplicables de la Tabla 430-5.

430-6. Determinación de la ampacidad y del valor nominal de los motores. El tamaño de los conductores que alimentan los equipos de los que trata el Artículo 430 se debe seleccionar de las Tablas de ampacidad permisible de acuerdo con 310-15(b) o se debe calcular de acuerdo con 310-15(c). Cuando se use cordón flexible, el tamaño del conductor se debe seleccionar de acuerdo con 400-5. La ampacidad de los circuitos y la corriente nominal de los motores, se deben determinar cómo se especifica a continuación.

a) Motores para aplicaciones generales. En motores para aplicaciones generales, los valores nominales de corriente se deben determinar con base en (1) y (2) siguientes.

1) Valores de las Tablas. Para los motores diferentes a los construidos para bajas velocidades (menos de 1200 revoluciones por minuto) o alto par, y para motores de velocidades múltiples, los valores presentados en las Tablas 430-247, 430-248, 430-249 y 430-250, se deben usar para determinar la ampacidad de los conductores o el valor nominal en amperes de los interruptores, la protección del circuito derivado contra cortocircuitos y fallas a tierra, en lugar del valor real de corriente nominal marcada en la placa de datos del motor. Cuando un motor esté marcado en amperes y no en caballos de fuerza, se debe asumir que su potencia en caballos de fuerza es la correspondiente a los valores dados en las Tablas 430-247, 430-248, 430-249 y 430-250, interpolando si fuera necesario. Los motores construidos para bajas velocidades (menos de 1200 revoluciones por minuto) o alto par pueden tener corriente de plena carga más alta, y en los motores de velocidades múltiples la corriente de plena carga variará con la velocidad, en cuyo caso se deben usar los valores nominales de corriente de la placa de datos.

Excepción 1: Los motores de velocidades múltiples deben cumplir lo establecido en 430-22(b) y 430-52.

Excepción 2: Para los equipos que utilicen un motor con polos sombreados o con capacitor permanente dividido para ventilador o soplador, marcado con el tipo de motor, se debe tomar la corriente de plena carga de dicho motor, marcada en la placa de datos del equipo con el que se utiliza el motor del ventilador o soplador, en lugar del valor nominal en caballos de fuerza, para determinar la ampacidad o el valor nominal del medio de desconexión, los conductores del circuito derivado, el controlador, la protección del circuito derivado contra cortocircuitos y fallas a tierra y la protección separada contra sobrecargas. Este valor marcado en la placa de datos de los equipos no debe ser menor al de la corriente marcada en la placa de datos del motor del ventilador o soplador.

Excepción 3: En un aparato operado por motor, marcado tanto con los caballos de fuerza como con su corriente de plena carga, la corriente de plena carga del motor, marcada en la placa de datos del aparato, se debe usar en lugar del valor nominal en caballos de fuerza de la placa de datos del aparato, para determinar la ampacidad o el valor nominal del medio de desconexión, los conductores del circuito derivado, el controlador, el dispositivo de protección del circuito derivado contra cortocircuitos y fallas a tierra y de la protección separado contra sobrecargas.

Tabla 430-5.- Otros Artículos

Equipo/inmueble	Artículo	Sección
Bombas contra incendios	695	
Capacitores		460-8,460-9
Elevadores, montaplatos, escaleras y pasillos mecánicos, elevadores de sillas de ruedas y elevadores para sillas de ruedas	620	
Equipos de refrigeración y aire acondicionado	440	
Estudios cinematográficos, de televisión y lugares similares	530	
Talleres automotrices, hangares de aviación, gasolineras y estaciones de servicio, plantas de almacenamiento a granel, aplicación por pulverización, procesos de inmersión y recubrimiento, lugares de anestesiado por inhalación	511, 513, 514, 515, 516 y 517 Parte D	
Grúas y montacargas	610	
Lugares (clasificados como) peligrosos	500 – 503, 505 y 506	
Maquinaria industrial	670	
Máquinas de riego accionadas o controladas eléctricamente	675	
Proyectores cinematográficos		540-11 y 540-20
Resistencias y reactores	470	
Teatros, áreas de audiencia de estudios cinematográficos y de televisión y lugares similares		520-48
Transformadores y bóvedas para transformadores	450	

2) Valores de la placa de datos. La protección independiente contra sobrecargas de un motor se debe basar en el valor nominal de corriente de la placa de datos del motor.

b) Motores de alto par. Para los motores de alto par, la corriente nominal debe ser la corriente de rotor bloqueado; y esta corriente de la placa de datos se debe usar para determinar la ampacidad de los conductores del circuito derivado, tratada en 430-22 y 430-24, el valor nominal en amperes del dispositivo de protección contra sobrecarga del motor y el valor nominal del dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado, de acuerdo con 430-52(b).

NOTA: Para los controladores y medios de desconexión de los motores, véase 430-83(d) y 430-110.

c) Motores con tensión ajustable en corriente alterna. Para los motores utilizados en sistemas de accionamiento de corriente alterna, tensión ajustable y par variable, la ampacidad de los conductores o el valor nominal en amperes de los desconectadores y dispositivos de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado, etc., se deben basar en la corriente máxima de funcionamiento marcada en la placa de datos del motor o del control, o de ambos. Si la corriente máxima de funcionamiento no está incluida en la placa de datos, la determinación de la ampacidad se debe basar en el 150 por ciento de los valores dados en las Tablas 430-249 y 430-250.

d) Ensamblajes de válvulas activadas por motor. Para los ensamblajes de válvulas activadas por motor, la corriente nominal debe ser la corriente de plena carga de la placa de datos, y esta corriente se debe utilizar para determinar el máximo valor nominal o ajuste del cortocircuito del circuito derivado del motor y el dispositivo de protección contra falla a tierra y la ampacidad de los conductores.

430-7. Marcado en los motores y equipos con varios motores.

a) Aplicaciones usuales de los motores. Un motor debe estar marcado con la siguiente información:

- (1) Nombre del fabricante.
- (2) Tensión nominal y corriente nominal de plena carga. Para los motores de velocidades múltiples, la corriente de plena carga para cada velocidad, excepto para los motores de polo sombreado y los motores con capacitor dividido permanente, donde los amperes se requieren solamente para la velocidad máxima.
- (3) Frecuencia nominal y número de fases, en los motores de corriente alterna.
- (4) Velocidad nominal de plena carga.
- (5) Aumento nominal de temperatura o clase del sistema de aislamiento y temperatura ambiente nominal.
- (6) Régimen de tiempo. Este tiempo nominal debe ser 5, 15, 30 ó 60 minutos, o continuo.
- (7) Valor nominal en caballos de fuerza, para los motores de 93 watts ($\frac{1}{8}$ hp) o mayores. Para motores de velocidad múltiple de 93 watts ($\frac{1}{8}$ hp) o mayores, el valor nominal en caballos de fuerza para cada velocidad, excepto en los motores de polo sombreado y los motores de capacitor dividido permanente de 93 watts ($\frac{1}{8}$ hp) o mayores, donde la potencia nominal en caballos de fuerza se exige solamente para máxima velocidad. No es necesario que en los motores de soldadoras de arco se marque el valor nominal en caballos de fuerza.
- (8) En los motores de corriente alterna de 373 watts ($\frac{1}{2}$ hp) nominales en adelante, la letra de código o la corriente de rotor bloqueado en amperes. En los motores polifásicos de rotor devanado, se debe omitir la letra de código.

NOTA: Véase 430-7(b).

- (9) La letra de diseño en los motores con diseño B, C o D.
- (10) En los motores de inducción de rotor devanado, la tensión del secundario y la corriente de plena carga.
- (11) En los motores síncronos excitados con corriente continua, la corriente y la tensión del campo.
- (12) Devanado: en los motores de corriente continua, derivación directa, derivación estabilizada, devanado compuesto o en serie. No se exigirá que esté marcado en los motores de corriente continua de potencia nominal fraccionaria y de 17.5 centímetros o menos de diámetro.
- (13) Los motores equipados con protección térmica que cumplan los requisitos de 430-32(a)(2) o (b)(2), se deben marcar con "Protegido Térmicamente". Se permitirá que los motores protegidos térmicamente de 100 watts nominales o menos, que cumplan lo establecido en 430-32(b)(2), usen la marca abreviada "P.T." (T.P.)

(14) Un motor que cumpla lo establecido en 430-32(b)(4) debe llevar la inscripción "Protegido por impedancia". Se permitirá que los motores protegidos por impedancia de 100 watts nominales o menos, que cumplan lo establecido en 430-32(b)(4), usen la marca abreviada "P.I." (Z.P.)

(15) Los motores equipados con calentadores que evitan la condensación alimentados eléctricamente se deben marcar con la tensión nominal del calentador, el número de fases y la potencia nominal en watts.

b) Letras de código a rotor bloqueado. Las letras de código marcadas en las placas de datos de los motores, para indicar la entrada del motor con el rotor bloqueado, deben cumplir lo establecido en la Tabla 430-7(b). La letra de código que indica la entrada del motor con rotor bloqueado debe aparecer en un bloque individual de la placa de datos, debidamente designada.

Tabla 430-7(b).- Letras de código de indicación para rotor bloqueado

Letra código	Kilovoltamperes por caballo de fuerza con el rotor bloqueado
A	0 – 3.14
B	3.15 – 3.54
C	3.55 – 3.99
D	4.0 – 4.49
E	4.50 – 4.99
F	5.0 – 5.59
G	5.60 – 6.29
H	6.30 – 7.09
J	7.10 – 7.99
K	8.0 – 8.99
L	9.0 – 9.99
M	10.0 – 11.19
N	11.20 – 12.49
P	12.50 – 13.99
R	14.0 – 15.99
S	16.0 – 17.99
T	18.0 – 19.99
U	20.0 – 22.39
V	22.40 en adelante

1) Motores de velocidades múltiples. Los motores de velocidades múltiples deben estar marcados con la letra código que designe los kilovoltamperes por caballo de fuerza con el rotor bloqueado, a la máxima velocidad a la cual se puede arrancar el motor.

Excepción: Los motores de velocidades múltiples y potencia constante deben estar marcados con la letra código que indique el valor máximo de kilovoltamperes por caballo de fuerza con el rotor bloqueado.

2) Motores de una sola velocidad. Los motores de una sola velocidad que arrancan conectados en estrella y funcionan conectados en delta, deben estar marcados con la letra código correspondiente a los kilovoltamperes por caballo de fuerza con el rotor bloqueado, para la conexión en estrella.

3) Motores de tensión dual. Los motores de tensión dual que tengan distintos kilovoltamperes con rotor bloqueado por caballo de fuerza en las dos tensiones, deben estar marcados con la letra de código correspondiente a la tensión que produzca el mayor valor de kilovoltamperes por caballo de fuerza, con el rotor bloqueado.

4) Motores de 50/60 hertz. Los motores que operen con 50 y 60 hertz deben estar marcados con una letra de código que indique los kilovoltamperes por caballo de fuerza con el rotor bloqueado, a 60 hertz.

5) Motores con devanado dividido. Los motores con arranque de devanado dividido deben estar marcados con la letra de código que designe los kilovoltamperes por caballo de fuerza con rotor bloqueado, con base en la corriente con rotor bloqueado para todo el devanado del motor.

c) Motores de alto par. Los motores de alto par se designan para operación en condición estacionaria y deben estar marcados de acuerdo con 430-7(a), excepto que el par con rotor bloqueado debe reemplazar la designación de potencia en caballos de fuerza.

d) Equipos con varios motores y cargas combinadas.

1) Alambrados en fábrica. Los equipos con varios motores y cargas combinadas deben tener una placa de datos visible marcada con el nombre del fabricante, su valor nominal en volts, frecuencia, número de fases, ampacidad mínima de los conductores del circuito de alimentación y el máximo valor nominal de corriente en amperes del dispositivo de protección del circuito contra cortocircuitos y fallas a tierra. La ampacidad de los conductores se debe calcular según 430-24, teniendo en cuenta todos los motores y las demás cargas que operarán al mismo tiempo. El valor nominal del dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra no debe ser mayor a la calculada de acuerdo con 430-53. Los equipos con varios motores que se vayan a utilizar en dos o más circuitos deben estar marcados con toda la información indicada anteriormente para cada uno de los circuitos.

2) No alambrados en fábrica. Cuando el equipo no haya sido alambrado en fábrica y las placas de datos individuales de los motores y otras cargas estén visibles después del montaje de los equipos, se permitirá que las placas de datos de cada motor y equipo sirvan como las marcas exigidas.

430-8. Marcado en los controladores. Un controlador debe estar marcado con el nombre o identificación del fabricante, la tensión, el valor nominal de corriente o los caballos de fuerza, el valor nominal de corriente de cortocircuito, y todos los demás datos necesarios para indicar correctamente las aplicaciones para las cuales es adecuado.

Excepción 1: No se exigirá la corriente nominal de cortocircuito para controladores que se aplican de acuerdo con 430-81(a) o (b).

Excepción 2: No se exigirá que el valor nominal de cortocircuito esté marcado en el controlador cuando el valor nominal de corriente de cortocircuito del controlador está marcado en otra parte del ensamble.

Excepción 3: No se exigirá que el valor nominal de cortocircuito esté marcado en el controlador cuando el ensamble en el cual está instalado está marcado con la corriente nominal de cortocircuito.

Excepción 4: No se exigirá el valor nominal de cortocircuito para controladores con valor nominal de menos de 1.5 kilowatts (2 hp) a 300 volts o menos y aprobados exclusivamente para circuitos derivados de propósito general.

Un controlador que incluya un dispositivo de protección contra sobrecarga de los motores, adecuado para aplicaciones de motores en grupo, debe estar marcado con la protección contra sobrecarga de los motores y la máxima protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado para dichas aplicaciones.

Los controladores combinados que utilicen interruptores automáticos ajustables de disparo instantáneo deben estar marcados claramente indicando el valor de ajuste en amperes, del elemento de disparo ajustable.

Cuando un controlador esté incorporado a un motor, formando parte integral del mismo o de un grupo motogenerador, no se exigirá que el controlador esté marcado individualmente si los datos necesarios están en la placa de datos del equipo. Para controladores que formen parte integral de equipos aprobados como una sola unidad, se permitirá el marcado anterior en la placa de datos del equipo.

NOTA: Véase 110-10 con respecto a la información sobre la impedancia del circuito y otras características.

430-9. Terminales.

a) Identificación. Las terminales de los motores y controladores deben estar adecuadamente marcadas o de color cuando sea necesario para indicar las conexiones adecuadas.

b) Conductores. Los controladores de los motores y las terminales de los dispositivos del circuito de control se deben conectar con conductores de cobre, excepto si están identificados para su uso con un conductor diferente.

c) Requisitos de par de apriete. Los dispositivos de los circuitos de control con terminales de presión tipo tornillo que se utilicen con conductores de cobre del 2.08 mm² (14 AWG) o menores, deben apretarse a un mínimo de 0.80 newton-metro, excepto si están identificados para otro valor de par de apriete.

430-10. Espacio para el cableado en los gabinetes.

a) Generalidades. Los gabinetes para el equipo de control y los medios de desconexión de motores no se deben utilizar como cajas de empalme, canales auxiliares o canalizaciones para los conductores que se alimentan a través de o que se deriven hacia otros aparatos, a menos que se utilicen diseños que proporcionen el espacio adecuado para ese uso.

NOTA: Para los gabinetes de desconectores y dispositivos de protección contra sobrecorriente, véase 312-8.

b) Espacio para doblado de cables dentro de los gabinetes de equipo de control. El espacio mínimo para doblado de cables dentro de gabinetes de equipo de control de motores debe cumplir lo establecido en la Tabla 430-10(b) donde se mide en línea recta desde el extremo de la lengüeta o conector del conductor (en la dirección en que el conductor sale de la terminal) hasta la pared o barrera. Cuando se utilice otra terminación alternativa del conductor en lugar de la suministrada por el fabricante del controlador, debe ser de un tipo identificado por el fabricante para su uso con el controlador y no debe reducir el espacio mínimo de curvatura de los conductores.

Tabla 430-10(b).- Espacio mínimo para el acomodo del alambrado en las terminales en los envoltentes de los controladores de motores

Área mm ²	Tamaño o designación (AWG o kcmil)	Conductores por terminal*	
		1	2
		milímetros	
5.26	10 y menores	no especificado	—
8.37-13.3	8-6	38	—
21.2-26.7	4-3	50	—
33.6	2	65	—
42.4	1	75	—
53.5	1/0	125	125
67.4	2/0	150	150
85.0-107	3/0 - 4/0	175	175
127	250	200	200
152	300	250	250
177-253	350 - 500	300	300
304-355	600 - 700	350	400
380-456	750 - 900	450	475

*Cuando sean tres o más los conductores por terminal, el espacio mínimo para el acomodo de los conductores debe cumplir los requisitos del Artículo 312.

430-11. Protección contra líquidos. Se deben proporcionar guardas de protección o envoltentes adecuados para proteger las partes expuestas portadoras de corriente de los motores y el aislamiento de las terminales de los motores, cuando se instalen directamente bajo los equipos o en otros lugares en donde es capaz que ocurran salpicaduras o aspersión de aceite, agua u otros líquidos, a no ser que el motor esté diseñado para las condiciones existentes.

Tabla 430-12(b).- Medidas mínimas de las cajas terminales para conexiones de cable a cable.

Motores de 27.50 centímetros de diámetro o menos						
kW	hp	Dimensión mínima de la abertura de la cubierta		Volumen mínimo utilizable		
		cm		cm³		
0.75 y menores	1 y menores ^a	4.1		170		
1.12, 1.50 y 2.24	1½, 2, y 3 ^b	4.5		275		
3.75 y 5.60	5 y 7½	5.0		365		
7.50 y 11.2	10 y 15	6.5		595		
Motores de corriente alterna de más de 27.50 centímetros de diámetro						
Corriente a plena carga para motores trifásicos con un máximo de 12 terminales	Dimensión mínima de la abertura de la cubierta de la caja de terminales	Volumen mínimo utilizable	Potencia trifásica típica máxima			
			230 volts		460 volts	
			kW	hp	kW	hp
amperes	cm	cm³				
45	6.5	595	11.2	15	22.4	30
70	8.4	1265	18.7	25	37.3	50
110	10	2295	20.8	40	56	75
160	12.5	4135	44.8	60	93.3	125
250	15	7380	74.6	100	149	200
400	17.5	13775	119	150	224	300
600	20	25255	187	250	373	500
Motores de corriente continua						
Corriente a plena carga para motores con un máximo de 6 terminales	Dimensiones mínimas de la caja de terminales		Volumen útil mínimo			
	amperes	cm	cm³			
68	6.5	425				
105	8.4	900				
165	10	1640				
240	12.5	2950				
375	15	5410				
600	17.5	9840				
900	20	18040				

Se permitirá no tener en cuenta las terminales auxiliares para elementos tales como frenos, termostatos, calentadores de ambiente, campos de excitación, si su área portadora de corriente no excede el 25 por ciento del área portadora de corriente de las terminales de fuerza de la máquina.

^a Para motores de 746 W (1 hp) nominal y menores, con la caja de las terminales parcial o totalmente integrada con el chasis o extremo blindado escudo final del motor, el volumen de la caja de terminales no debe ser menor a 18.00 cm³ por cada conexión entre alambres. No se especifica la dimensión mínima de la abertura de la cubierta.

^b Para los motores de 1119, 1492 y 2238 W (1 ½, 2 y 3 hp) nominales, con la caja de las terminales parcial o totalmente integrada en el armazón del motor, el volumen de la caja de terminales no debe ser menor a 23.00 cm³ por cada conexión entre conductores. No se especifica la dimensión mínima de la abertura de la cubierta.

430-12. Cajas para terminales de motores.

a) Material. Cuando los motores estén dotados de cajas para las terminales, éstas deben ser metálicas y su construcción debe ser sólida.

Excepción: En lugares que no sean (clasificados) peligrosos, se permitirá utilizar cajas no metálicas, sólidas e incombustibles, siempre que estén equipadas en su interior de un medio interno para puesta a tierra entre la estructura del motor y la conexión de puesta tierra de equipos.

b) Dimensiones y espacio para conexiones y empalmes. Cuando estas cajas de terminales contengan empalmes o conexiones, deben tener las dimensiones y el volumen útil mínimos establecidos en la Tabla 430-12(b).

c) Dimensiones y espacio para conexiones con terminales fijas. Cuando las cajas de las terminales contienen terminales de motores montados rígidamente, la caja de las terminales debe ser de un tamaño suficiente para proporcionar el espacio y el volumen útiles mínimos para las terminales de acuerdo con las Tablas 430-12(c)(1) y 430-12(c)(2).

d) Conductores de gran tamaño o conexiones de fábrica. Para los motores de gran capacidad, con un gran número de terminales o cables de gran tamaño, o cuando los motores están instalados como parte de un equipo armado en fábrica, sin que se requieran conexiones adicionales en la caja de terminales del motor durante la instalación del equipo, la caja de terminales debe ser de tamaño suficiente para hacer las conexiones, pero no se consideran aplicables las anteriores disposiciones de volumen para esas cajas.

e) Conexiones de puesta a tierra de equipos. En las cajas de terminales de motores para conexiones entre cables o conexiones de terminales fijos, debe haber instalado un medio de conexión para la terminación del conductor de puesta a tierra de equipos, de acuerdo con 250-8. Se permitirá que dicha conexión esté ubicada tanto por dentro como por fuera de la caja de terminales del motor.

Excepción: Cuando un motor esté instalado formando parte de un equipo armado en fábrica que sea necesario poner a tierra, sin que se requieran conexiones adicionales en la caja de terminales del motor durante la instalación del equipo, no se exigirá un medio separado para la puesta a tierra del motor en la caja de terminales del motor.

Tabla 430-12(c)(1).- Espacio para las terminales (Terminales fijas)

Tensión (volts)	Separación mínima	
	Entre las terminales de línea	Entre las terminales de línea y otras partes metálicas sin aislar
	milímetros	
250 o menos	6	6
más de 250-1000	10	10

Tabla 430-12(c)(2).- Volúmenes utilizables (Terminales fijos)

Tamaño o designación de conductor alimentador		Volumen mínimo utilizable por cada conductor de alimentador
mm ²	(AWG)	cm ³
2.08	14	16
3.31 y 5.26	12 y 10	20
8.37 y 13.3	8 y 6	37

430-13. Pasacables. En donde los cables pasen a través de una abertura de un envolvente, caja de tubo conduit o barrera, se debe utilizar un pasacables para proteger los conductores de los bordes cortantes de la abertura. La superficie del pasacables que pueda estar en contacto con los conductores debe ser lisa y redondeada. Si se utilizan pasacables en lugares donde pueda haber aceite, grasa u otros contaminantes, deben ser de material que no resulte deteriorado por ellos.

NOTA: En cuanto a los conductores expuestos a agentes deteriorantes, véase 310-10(g).

430-14. Ubicación de los motores.

a) Ventilación y mantenimiento. Los motores deben estar ubicados de modo que tengan ventilación adecuada y que el mantenimiento, como por ejemplo la lubricación de los rodamientos y el cambio de escobillas, puedan ser realizados fácilmente.

Excepción: No se exigirá ventilación para motores del tipo sumergible.

b) Motores abiertos. Los motores abiertos que tengan conmutadores o anillos colectores deben estar ubicados o protegidos de modo que las chispas no puedan alcanzar a los materiales combustibles cercanos.

Excepción: Se permitirá la instalación de estos motores sobre pisos o soportes de madera.

430-16. Exposición a la acumulación de polvo. En los lugares donde se pueda acumular polvo o material transportado por el aire, sobre los motores o dentro de ellos, en cantidades que puedan interferir gravemente con la ventilación o refrigeración de los mismos y, por consiguiente, dar lugar a temperaturas peligrosas, se deben utilizar tipos adecuados de motores encerrados que no se sobrecalienten en las condiciones de uso previstas.

NOTA: En condiciones especialmente extremas, se puede requerir el uso de motores encerrados ventilados a través de tuberías o envolventes en cuartos separados herméticos al polvo, debidamente ventilados desde una fuente de aire limpia.

430-17. Motor de mayor o menor potencia. Para establecer el cumplimiento con 430-24, 430-53(b) y 430-53(c), el motor de mayor o menor potencia se debe basar en la corriente nominal de plena carga, seleccionada a partir de las Tablas 430-247, 430-248, 430-249 y 430-250.

430-18. Tensión de sistemas rectificadores. Para determinar la tensión de un sistema derivado rectificador, se debe tomar el valor nominal de la tensión de corriente alterna que está siendo rectificado.

Excepción: La tensión nominal de corriente continua del rectificador se debe utilizar si éste excede al valor pico de la tensión de corriente alterna que está siendo rectificada.

Parte B. Conductores para circuitos de motores

430-21. Generalidades. En la Parte B se especifica la ampacidad de los conductores capaces de conducir la corriente del motor sin sobrecalentarse en las condiciones especificadas. Las disposiciones de la Parte B no se deben aplicar a circuitos de motores de más de 1000 volts nominales.

NOTA: Para más de 1000 volts nominales, ver la Parte K.

Las disposiciones de los Artículos 250, 300 y 310 no se deben aplicar a los conductores que formen parte integral de equipos, tales como motores, controladores de motores, centros de control de motores u otros equipos de control ensamblados en fábrica.

NOTA 1: Véanse los requisitos para terminales de dispositivos de equipos en 110-14(c) y 430-9(b).

NOTA 2: Para tensión nominal de más de 1000 volts, véase la Parte K.

430-22. Un solo motor. Los conductores que alimenten un solo motor usado en una aplicación de servicio continuo, deben tener ampacidad no menor al 125 por ciento del valor nominal de corriente de plena carga del motor, como se determina en 430-6(a)(1), o no menos a la especificada a continuación.

a) Rectificador de motor de corriente continua. Para motores de corriente continua que operan desde una fuente de alimentación rectificada, la ampacidad del conductor en la entrada del rectificador no debe ser menor al 125 por ciento de la corriente nominal de entrada al rectificador. Para motores de corriente continua que operan desde una fuente de alimentación monofásica rectificada, los conductores entre las terminales de alambreado del campo del rectificador y el motor deben tener una ampacidad no menor al siguiente porcentaje del valor nominal de corriente de plena carga del motor:

- (1) El 190 por ciento, cuando se use un puente rectificador monofásico de media onda.
- (2) El 150 por ciento, cuando se use un puente rectificador monofásico de onda completa.

b) Motor con velocidades múltiples. Para un motor con velocidades múltiples, la selección de los conductores del circuito derivado en el lado de línea del controlador debe estar basada en la mayor de las corrientes nominales de plena carga indicada en la placa de datos del motor. La ampacidad de los conductores del circuito derivado entre el controlador y el motor no debe ser menor al 125 por ciento de la corriente nominal del devanado o devanados a los que energiza los conductores.

c) Motor con arranque en estrella y funcionamiento en delta. Para motores conectados con arranque en estrella y funcionamiento en delta, la ampacidad de los conductores del circuito derivado del lado de línea del controlador no debe ser menor al 125 por ciento de la corriente de plena carga del motor, tal como lo determina 430-6(a)(1). La ampacidad de los conductores entre el controlador y el motor no debe ser menor al 72 por ciento del valor nominal de la corriente de plena carga del motor, tal como lo determina 430-6(a)(1).

NOTA: Los conductores individuales del circuito de motor de un motor con arranque en estrella y funcionamiento en delta transportan el 58 por ciento del valor nominal de la corriente de carga. El multiplicador del 72 por ciento se obtiene multiplicando el 58 por ciento por 1.25.

d) Motor con devanado dividido. Para motores conectados con devanado dividido, la ampacidad de los conductores del circuito derivado del lado de línea del controlador no debe ser menor al 125 por ciento de la corriente de plena carga del motor, tal como lo determina 430-6(a)(1). La ampacidad de los conductores entre el controlador y el motor no debe ser menor al 62.50 por ciento del valor nominal de la corriente de plena carga del motor, tal como lo determina 430-6(a)(1).

NOTA: El multiplicador del 62.50 por ciento se obtiene multiplicando el 50 por ciento por 1.25.

e) Servicio no continuo. Los conductores para un motor usado en aplicaciones de corta duración, intermitentes, periódicas o variables deben tener ampacidad no menor al porcentaje del valor nominal de corriente de la placa de datos del motor, mostrada en la Tabla 430-22(e).

Tabla 430-22(e).- Servicio por régimen de tiempo.

Clasificación del servicio	Porcentajes del valor nominal de corriente de las placas de datos			
	Motor especificado para	Motor especificado para	Motor especificado para	Motor especificado para funcionamiento
	5 minutos	15 minutos	30 y 60 minutos	continuo
Servicio de corto tiempo: Accionamiento de válvulas, elevación o descenso de rodillos, etc.	110	120	150	-
Servicio intermitente: Elevadores y montacargas, máquinas de herramientas, bombas, puentes levadizos, plataformas giratorias, etc. (Para soldadoras de arco, ver 630-11).	85	85	90	140
Servicio periódico: Rodillos, máquinas de manipulación de minerales y carbón, etc.	85	90	95	140
Servicio variable:	110	120	150	200

Cualquier motor debe ser considerado como de ciclo continuo, a menos que la naturaleza de los aparatos que accione sea tal que el motor no operará continuamente con carga bajo cualquier condición de operación.

f) Envoltentes de terminales separadas. Se permitirá que los conductores entre un motor estacionario de 746 watts (1 hp nominal) o menos y con envoltente de terminales separada como se permite en 430-245(b), sean de tamaño menor al 2.08 mm² (14 AWG) pero no menor al 0.824 mm² (18 AWG), siempre que tengan una ampacidad como se especifica en 430-22(a).

g) Conductores para motores pequeños. Los conductores para motores pequeños no deben ser menores a 2.08 mm² (14 AWG) a menos que se permita lo contrario en 430-22(g)(1) o (g)(2).

1) Cobre tamaño 0.824 mm² (18 AWG). Se permitirán conductores individuales de cobre de tamaño 0.824 mm² (18 AWG), instalados en gabinetes o envoltentes conductores de cobre que son parte de un ensamble de cables multiconductores cubiertos o los conductores de cobre en un cordón flexible, bajo cualquiera de las siguientes series de condiciones:

(1) El circuito alimenta un motor con un valor nominal de corriente a plena carga, según lo determinado en la sección 430-6(a)(1), de más de 3.50 amperes y menor o igual a 5 amperes y se cumplen todas las siguientes condiciones:

- a. El circuito está protegido de acuerdo con 430-52.
- b. El circuito está provisto con una protección contra sobrecarga máxima Clase 10 o Clase 10A de acuerdo con 430-32.
- c. La protección contra sobrecorriente es proporcionado de acuerdo con 240-4(d)(1)(2).

(2) El circuito alimenta un motor con un valor nominal de corriente a plena carga, según lo determinado en la sección 430-6(a)(1), de 3.50 amperes o menos y se cumplen las siguientes condiciones:

- a. El circuito está protegido de acuerdo con 430-52.
- b. El circuito es proporcionado con máxima protección contra sobrecarga Clase 20 de acuerdo con 430-32.
- c. La protección contra sobrecorriente es proporcionada de acuerdo con 240-4(d)(1)(2).

2) Cobre tamaño 1.31 mm² (16 AWG). Se permitirán conductores individuales de cobre de tamaño 1.31 mm² (16 AWG), los conductores de cobre que son parte de un ensamble de cables cubiertos multiconductores o los conductores de cobre en un cordón flexible, bajo cualquiera de las siguientes series de condiciones:

(1) El circuito alimenta un motor con un valor nominal de corriente a plena carga, según lo determinado en la sección 430-6(a)(1) de más de 5.50 amperes y menor o igual a 8 amperes y se cumplen todas las siguientes condiciones:

- a. El circuito está protegido de acuerdo con 430-52.
- b. El circuito está provisto con una protección contra sobrecarga Clase 10 o Clase 10A de acuerdo con 430-32.
- c. La protección contra sobrecorriente es proporcionada de acuerdo con 240-4(d)(2)(2).

(2) Circuitos de motor con una ampacidad de plena carga de 5.50 amperes o menos si se cumplen las siguientes condiciones:

- a. El circuito está protegido de acuerdo con 430-52.
- b. El circuito está provisto con una protección contra sobrecarga Clase 20 de acuerdo con 430-32.
- c. La protección contra sobrecorriente está provista de acuerdo con 240-4(d)(2)(2).

430-23. Secundario del motor de rotor devanado.

a) Servicio continuo. Para servicio continuo, los conductores que conectan el secundario de un motor de corriente alterna de rotor devanado con su controlador, deben tener una ampacidad no menor al 125 por ciento de la corriente de plena carga del secundario del motor.

b) Servicio no continuo. Para servicio diferente del continuo, estos conductores deben tener una ampacidad, en porcentaje de la corriente de plena carga del secundario, no menor a la especificada en la Tabla 430-22(e).

c) Resistencia separada del controlador. Cuando la resistencia del secundario esté separada del controlador, la ampacidad de los conductores entre el controlador y la resistencia no debe ser menor a la indicada en la Tabla 430-23(c).

Tabla 430-23(c).- Conductor del secundario

Clasificación de servicio en función de la resistencia	Ampacidad del conductor en porcentaje de la corriente a plena carga del secundario
Arranque ligero	35
Arranque pesado	45
Arranque extrapesado	55
Arranque ligero intermitente	65
Arranque intermitente medio	75
Arranque intermitente pesado	85
Servicio Continuo	110

430-24. Varios motores o motores y otras cargas. Los conductores que alimentan varios motores o motores y otras cargas deben tener una ampacidad no menor a la suma de cada uno de los siguientes:

(1) 125 por ciento de la corriente nominal de plena carga del motor con el valor nominal más alto, tal como se determina en 430-6(a).

(2) La suma de las corrientes nominales de plena carga de todos los otros motores del grupo, tal como se determina en 430-6(a).

(3) 100 por ciento de las cargas no continuas que no son motores.

(4) 125 por ciento de las cargas continuas que no son motores.

Excepción 1: Cuando uno o más de los motores del grupo se utilicen para servicio de corta duración, intermitente, periódico o variable, el valor nominal en amperes de dichos motores utilizada en la suma se debe determinar de acuerdo con 430-22(e). En la suma se debe utilizar el motor de mayor capacidad y debe ser uno de los dos valores siguientes: valor nominal de corriente en amperes de 430-22(e) o la corriente más alta de plena carga en servicio continuo del motor multiplicada por 1.25.

Excepción 2: La ampacidad de los conductores que alimentan equipos eléctricos fijos para calefacción de ambiente, operados con motor, debe cumplir lo establecido en 424-3(b).

Excepción 3: Cuando el circuito se pueda bloquear de modo que impida el funcionamiento simultáneo de determinados motores y otras cargas, se permitirá que la ampacidad de los conductores se base en la suma de las corrientes de los motores y de las otras cargas que van a funcionar simultáneamente, y que den como resultado la mayor corriente total.

430-25. Varios motores en combinación con otras cargas. La ampacidad de los conductores que alimentan equipos de varios motores y de cargas combinadas, no debe ser menor a la ampacidad mínima del circuito marcada en el equipo, de acuerdo con 430-7(d). Cuando el equipo no viene cableado de fábrica y las placas individuales de características queden visibles de acuerdo con 430-7(d)(2), la ampacidad de los conductores se debe determinar de acuerdo con 430-24.

430-26. Factor de demanda del alimentador. Cuando se reduzca el calentamiento de los conductores como resultado de la operación en servicio intermitente o porque no todos los motores funcionan al mismo tiempo, los conductores del alimentador pueden tener una ampacidad menor a la especificada en 430-24, siempre que los conductores tengan una ampacidad suficiente para la carga máxima determinada de acuerdo con el tamaño y número de los motores alimentados y con las características de sus cargas y ciclos de servicio.

NOTA: Los factores de demanda determinados en el diseño de instalaciones nuevas, a menudo se pueden validar comparando con la experiencia histórica real en instalaciones similares.

430-27. Motores con capacitores. Cuando se instalen capacitores en los circuitos de los motores, los conductores deben cumplir lo establecido en 460-8 y 460-9.

430-28. Derivaciones del alimentador. Los conductores de derivación del alimentador deben tener una ampacidad no menor a la exigida en la Parte B, deben terminar en un dispositivo de protección del circuito derivado y además deben cumplir uno de los siguientes requisitos:

(1) Estar dentro de un controlador cerrado o en una canalización, no tener más de 3.00 metros de longitud y, para su instalación en sitio, estar protegidos en el lado de línea del conductor de derivación por un dispositivo contra sobrecorriente cuyo valor nominal o ajuste no exceda el 1000 por ciento de la ampacidad del conductor de derivación.

(2) Tener una ampacidad como mínimo de un tercio de la de los conductores del alimentador, estar adecuadamente protegidos contra daños físicos o encerrados dentro de una canalización y no tener más de 7.50 metros de longitud.

(3) Tener una ampacidad no menor a la de los conductores del alimentador.

Excepción: Las derivaciones del alimentador de más de 7.50 metros de longitud. En plantas industriales con naves de gran altura (de más de 11.00 metros de altura de las paredes) y cuando las condiciones de supervisión y mantenimiento aseguren que sólo personas calificadas darán mantenimiento a la instalación, se permitirá que los conductores derivados del alimentador tengan como máximo 7.50 metros de longitud medidos horizontalmente y como máximo 30.00 metros de longitud total, cuando se cumplan todas las condiciones siguientes:

a. La ampacidad de los conductores de derivación no es menor a 1/3 de la de los conductores del alimentador.

b. Los conductores de derivación terminen en un solo interruptor automático o un solo conjunto de fusibles que cumplan con:

(1) Con la Parte D, cuando los conductores del lado de la carga sean un circuito derivado, o

(2) Con la Parte E, cuando los conductores del lado de la carga sean un alimentador.

- c. Los conductores de derivación estén protegidos adecuadamente contra daños físicos y están instalados en canalizaciones.
- d. Los conductores de derivación sean continuos de un extremo a otro y no tengan empalmes.
- e. Los conductores de derivación sean de cobre de tamaño 13.3 mm² (6 AWG) o de aluminio de tamaño 21.2 mm² (4 AWG) o mayor.
- f. Los conductores de derivación no penetren en paredes, pisos o plafones.
- g. Las derivaciones no estén hechas a menos de 9.00 metros del piso.

430-29. Motores de corriente continua de tensión constante - Resistencias de potencia. Los conductores que conectan el controlador de un motor a resistencias de potencia utilizadas para aceleración y frenado dinámico, montadas por separado en el circuito de la armadura, deben tener una ampacidad no menor al valor calculado a partir de la Tabla 430-29 usando la corriente de plena carga del motor. Si se utiliza una resistencia de armadura en derivación, la ampacidad del conductor de la resistencia de potencia de aceleración se debe calcular con base en el total de la corriente de plena carga del motor y de la corriente de la resistencia de armadura en derivación. Los conductores de la resistencia de armadura en derivación deben tener una ampacidad no menor a la calculada a partir de la Tabla 430-29, usando la corriente nominal de la resistencia en derivación como corriente de plena carga.

Tabla 430-29.- Factores de ampacidad del conductor para resistencias de potencia

Tiempo en segundos		Ampacidad de los conductores en por ciento de la corriente a plena carga
Encendido (ON)	Apagado (OFF)	
5	75	35
10	70	45
15	75	55
15	45	65
15	30	75
15	15	85
Servicio continuo		110

Parte C. Protección contra sobrecarga de los motores y de sus circuitos derivados.

430-31. Generalidades. En la Parte C se especifican los dispositivos de protección contra sobrecarga proyectados para proteger los motores, aparatos de control de motores y conductores de los circuitos derivados de motores, contra el calentamiento excesivo debido a las sobrecargas del motor y a las fallas al arrancar.

NOTA: Véase la definición de sobrecarga en el Artículo 100.

Estas disposiciones no exigirán protección contra sobrecarga cuando una pérdida de potencia pudiera causar un riesgo, como en el caso de las bombas contra incendios.

NOTA: Para la protección de los conductores de alimentación de las bombas contra incendios, véase 695-6. Las disposiciones de la Parte C no se deben aplicar a los circuitos de motores de más de 1000 volts nominales.

NOTA 1: Para una tensión mayor a 1000 volts nominales, véase la Parte K.

430-32. Motores de servicio continuo.

a) De más de 746 watts (1 hp). Todos los motores de servicio continuo de más de 746 watts (1 hp nominal) deben estar protegidos contra sobrecargas por uno de los medios indicados en (1) hasta (4) siguientes:

1) Dispositivo separado de protección contra sobrecarga. Un dispositivo separado de protección contra sobrecarga que sea sensible a la corriente del motor. Este dispositivo se debe seleccionar para que se dispare o debe tener valor nominal no mayor al siguiente porcentaje del valor nominal de corriente de plena carga, de la placa de datos del motor:

Motores con un factor de servicio marcado de 1.15 ó más	125 por ciento
Motores con un aumento de temperatura marcado de 40 °C o menos	125 por ciento
Todos los demás motores	115 por ciento

Se permitirá modificar estos valores tal como lo establece 430-32(c). En los motores de velocidades múltiples, se debe considerar por separado la conexión de cada devanado. Cuando un dispositivo separado de protección contra sobrecarga de un motor esté conectado de modo que no conduzca la corriente total indicada en la placa de datos del motor, como en el caso de un motor con arranque en estrella - delta, en el equipo debe estar claramente marcado el porcentaje de la corriente de la placa de datos que se aplica a la selección o ajuste del dispositivo contra sobrecarga, o lo deberá tener en cuenta la tabla de selección dada por el fabricante.

NOTA: Cuando estén instalados capacitores en el lado de la carga del dispositivo de protección contra sobrecarga del motor, para la corrección del factor de potencia, véase 460-9.

2) Protector térmico. Un protector térmico integrado con el motor, aprobado para su uso con el motor que protege, con el fin de evitar el sobrecalentamiento peligroso del motor debido a la sobrecarga y a las fallas al arrancar. La corriente máxima de disparo en un motor protegido térmicamente no debe superar los siguientes porcentajes de la corriente de plena carga del motor, presentados en las Tablas 430-248, 430-249 y 430-250:

Corriente de plena carga del motor de 9 amperes o menos	170 por ciento
Corriente de plena carga del motor entre 9.1 y 20 amperes inclusive	156 por ciento
Corriente de plena carga del motor mayor a 20 amperes	140 por ciento

Si el dispositivo de interrupción de corriente del motor está separado de él y su circuito de control es operado por un dispositivo protector integrado en el motor, debe estar dispuesto de manera que al abrirse el circuito de control, resulte en una interrupción de la corriente del motor.

3) Integrado al motor. Se permitirá instalar un dispositivo de protección integrado al motor que lo proteja contra los daños debidos a las fallas al arrancar, si el motor forma parte de un ensamble aprobado que normalmente no somete al motor a sobrecargas.

4) De más de 1120 kilowatts (1500 hp). Para motores de más de 1120 kilowatts (1500 hp), un dispositivo de protección con detectores de temperatura incorporados en el motor que cause la interrupción del paso de corriente cuando el motor alcance un aumento de la temperatura por encima del marcado en la placa de datos, para una temperatura ambiente de 40 °C.

b) De 746 watts (1 hp) o menos con arranque automático. Un motor de 746 watts (1 hp) o menos con arranque automático debe estar protegido contra sobrecarga por uno de los siguientes medios:

1) Dispositivo separado de protección contra sobrecarga. Por un dispositivo separado de protección contra sobrecarga que cumpla con los requisitos de 430-32(a)(1). En los motores de velocidades múltiples se debe considerar por separado la conexión de cada devanado. Se permitirá modificar estos valores de acuerdo con lo establecido en 430-32(c).

2) Protector térmico. Un protector térmico integrado con el motor, aprobado para su uso con el motor que protege, con el fin de evitar el sobrecalentamiento peligroso debido a la sobrecarga y a las fallas al arrancar. Cuando el dispositivo de interrupción de corriente del motor esté separado de él y su circuito de control esté operado por un dispositivo protector integrado en el motor, debe estar dispuesto de manera que, al abrirse el circuito de control, resulte en una interrupción de la corriente del motor.

3) Integrado al motor. Se permitirá instalar un dispositivo de protección integrado con un motor, que lo proteja contra los daños debidos a las fallas al arrancar:

(1) si el motor forma parte de un ensamble aprobado que normalmente no se somete al motor a sobrecargas, o

(2) si el ensamble está equipado también con otros controles de seguridad (como los controles de combustión de seguridad de un quemador doméstico de combustible) que protejan al motor contra los daños debidos a las fallas al arrancar. Cuando el ensamble cuente con controles de seguridad que protejan al motor, esto se debe indicar en la placa de datos del ensamble, que debe quedar visible después de la instalación.

4) Protegido por impedancia. Si la impedancia de los devanados del motor es suficiente para evitar el sobrecalentamiento debido a las fallas al arrancar, se permitirá que el motor esté protegido como lo especifica 430-32(d)(2)(a) para los motores con arranque manual, si el motor forma parte de un ensamble aprobado en el cual el motor se autolimita de modo que no se llegue a sobrecalentarse peligrosamente.

Muchos motores de corriente alterna de menos de 37 watts (1/20 hp), como los motores de relojes, motores en serie, etc. y también otros más grandes, como los de par, entran en esta clasificación. En ella no entran los motores de fase dividida con interruptores automáticos que desconectan los devanados de arranque.

c) Selección del dispositivo de protección contra sobrecarga. Cuando el elemento detector o el ajuste o el dimensionamiento del dispositivo de protección contra sobrecarga seleccionado de acuerdo con 430-32(a)(1) y 430-32(b)(1) no son suficientes para arrancar el motor o llevar la carga, se permitirá el uso de elementos detectores de mayor tamaño o incrementos en los ajustes o el dimensionamiento, siempre que la corriente de disparo del dispositivo de protección contra sobrecarga no exceda los siguientes porcentajes del valor nominal de corriente de plena carga, de la placa de datos del motor:

Motores con un factor de servicio marcado de 1.15 o más	140 por ciento
Motores con un aumento de temperatura marcado de 40 °C o menos	140 por ciento
Todos los demás motores	130 por ciento

El dispositivo de protección contra sobrecarga debe tener un tiempo de retardo suficiente para permitir que el motor arranque y acelere su carga, si no está derivado durante el periodo de arranque del motor, tal como se establece en 430-35.

NOTA: Un relevador de sobrecarga Clase 20 proporcionará un tiempo más prolongado de aceleración del motor que uno de Clase 10 o Clase 10A. Un relé de sobrecarga de Clase 30 proporcionará un tiempo más prolongado de aceleración del motor que uno de Clase 20. El uso de relevadores de sobrecarga de clase más alta puede evitar la necesidad de seleccionar una corriente de disparo más alta.

d) De 746 watts (1 hp) o menos con arranque no automático.

1) Instalado permanentemente. La protección contra sobrecarga debe estar de acuerdo con 430-32(b).

2) Instalado no permanentemente.

a. Al alcance de la vista desde el controlador. Se permitirá que la protección contra sobrecarga sea proporcionada por el dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado; sin embargo, tal dispositivo de protección del circuito derivado no debe ser mayor que el especificado en la Parte D del Artículo 430.

Excepción: Se permitirá instalar un motor de este tipo en un circuito derivado a 120 volts nominales, protegido a no más de 20 amperes.

b. Fuera del alcance de la vista desde el controlador. La protección contra sobrecarga debe estar de acuerdo con 430-32(b).

e) Secundarios de rotor devanado. Se permitirá que los circuitos secundarios de motores de corriente alterna de rotor devanado, incluidos conductores, controladores, resistencias, etc., estén protegidos contra sobrecargas por el dispositivo contra sobrecarga del motor.

430-33. Motores de servicio intermitente y similares. Se permitirá que un motor, utilizado para una condición que es inherentemente de servicio de corta duración, intermitente, periódica o variable, como se indica en la Tabla 430-22(e), esté protegido contra sobrecargas por el dispositivo protector contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado, siempre que el valor nominal o ajuste del dispositivo protector no exceda los valores indicados en la Tabla 430-52. Todas las aplicaciones de los motores se deben considerar como de servicio continuo, excepto si la naturaleza del aparato accionado por el motor es tal que éste no puede funcionar continuamente con carga bajo ninguna condición de uso.

430-35. Derivación durante el periodo de arranque.

a) Arranque no automático. Para un motor que no es arrancado automáticamente, se permitirá que el dispositivo de protección contra sobrecarga sea derivado o se desconecte del circuito durante el periodo de arranque del motor, si el dispositivo mediante el cual la protección contra sobrecarga se pone en derivación o se desconecta, no se pueda dejar en la posición de arranque y si los fusibles o interruptores automáticos de tiempo inverso, tienen un valor nominal o un valor de ajuste no mayor al 400 por ciento de la corriente de plena carga del motor, y están ubicados en el circuito de modo que sean operativos durante el periodo de arranque del motor.

b) Arranque automático. Si el motor es arrancado automáticamente, el dispositivo de protección contra sobrecarga del motor no se debe poner en derivación ni desconectar durante el periodo de arranque.

Excepción: Se permitirá que el dispositivo de protección contra sobrecarga del motor se ponga en derivación o se desconecte durante el periodo de arranque en un motor que sea arrancado automáticamente, cuando:

a. El periodo de arranque del motor sea mayor que el tiempo de retardo de los dispositivos disponibles de protección contra sobrecarga del motor, y

b. Se proporcionan los medios aprobados para:

(1) Detectar la rotación del motor y prevenir automáticamente la conexión en derivación o la desconexión en el evento de que el motor falle al arrancar, y

(2) Limitar el tiempo de derivación o de desconexión de la protección contra sobrecarga a un tiempo menor que el nominal de rotor bloqueado del motor protegido, y

(3) Prevenir la parada y el re arranque manual del motor si éste no alcanza su condición de funcionamiento normal.

430-36. Fusibles - en cuáles conductores. Cuando se empleen fusibles para proteger a los motores contra sobrecargas, se debe insertar un fusible en cada conductor de fase y además en el conductor puesto a tierra, si el sistema de alimentación es de corriente alterna, trifásico y 3 hilos, con un conductor puesto a tierra.

430-37. Dispositivos diferentes de fusibles - en cuáles conductores. Cuando se proteja un motor contra sobrecarga mediante dispositivos que no sean fusibles, el número mínimo permisible y la ubicación de las unidades de sobrecarga, como bobinas de disparo o relevadores, se determinan de acuerdo con la Tabla 430-37.

430-38. Número de conductores abiertos por el dispositivo de protección contra sobrecarga. Los dispositivos de protección contra sobrecarga de los motores, distintos de los fusibles o protectores térmicos, deben abrir simultáneamente un número suficiente de conductores de fase para que se interrumpa el flujo de corriente al motor.

430-39. Controlador del motor como protección contra sobrecarga. También se permitirá usar un controlador de motor como protección contra sobrecarga si el número de unidades de sobrecarga cumple con lo establecido en la Tabla 430-37 y si esas unidades operan tanto durante el arranque como durante el funcionamiento del motor, en el caso de un motor de corriente continua, y durante el funcionamiento del motor en el caso de un motor de corriente alterna

Tabla 430-37.- Dispositivos de sobrecarga para protección del motor

Tipo de motor	Sistema de alimentación	Número y ubicación de los dispositivos de protección contra sobrecarga tales como bobinas de disparo o relevadores
Monofásico de corriente alterna o corriente continua	De dos hilos, una fase de corriente alterna o corriente continua ninguno puesto a tierra.	1 en cualquier conductor.
Monofásico de corriente alterna o corriente continua	De dos hilos, una fase de corriente alterna o corriente continua, un conductor puesto a tierra.	1 en el conductor de fase.
Monofásico de corriente alterna o corriente continua	3 hilos, una fase de corriente alterna o corriente continua, con conductor del neutro puesto a tierra.	1 en cualquier conductor de fase.
Monofásico de corriente alterna	Cualquiera de las tres fases	1 en el conductor de fase.
Dos fases de corriente alterna	3 hilos, dos fases ninguno puesto a tierra.	2, uno en cada fase.
Dos fases de corriente alterna	3 hilos, dos fases de corriente alterna, con un conductor puesto a tierra.	2 en los conductores de fase.
Dos fases de corriente alterna	4 hilos, dos fases de corriente alterna, puesto a tierra. o no puesto a tierra	2, 1 por cada fase en los conductores de fase.
Dos fases de corriente alterna	Neutro puesto a tierra o 5 hilos, dos fases de corriente alterna, no puesto a tierra.	2, 1 por fase en cualquier hilo de fase no puesto a tierra.
Trifásico de corriente alterna	Cualquiera de las tres fases	3, 1 en cada fase *

*Excepción: No se requerirá una unidad de protección contra sobrecarga en cada fase cuando se proporcione protección contra sobrecarga por otros medios aprobados.

430-40. Relevadores de sobrecarga. Los relevadores de sobrecarga y otros dispositivos para la protección de los motores contra sobrecarga, que no sean capaces de abrir cortocircuitos o fallas a tierra, deben estar protegidos por fusibles o interruptores automáticos con valores nominales o ajustes que cumplan lo establecido en 430-52, o por un protector de motores contra cortocircuito, de acuerdo con 430-52.

Excepción: Cuando estén aprobados para su instalación en grupo y marcados con el tamaño máximo del fusible o interruptor automático de tiempo inverso mediante el cual deben estar protegidos, los dispositivos de protección contra sobrecarga se deben proteger de acuerdo con este marcado.

430-42. Motores conectados a circuitos derivados de uso general. La protección contra sobrecarga de los motores conectados a circuitos derivados de uso general, tal como lo permite el Artículo 210, se debe brindar como se especifica en (a) hasta (d) siguientes:

a) No mayores de 746 watts (1 hp). Se permitirá conectar uno o más motores sin dispositivos individuales de protección contra sobrecarga a un circuito derivado de uso general, únicamente si la instalación cumple las condiciones limitantes especificadas en 430-32(b) y 430-32(d) y 430-53(a)(1) y (a)(2).

b) De más de 746 watts (1 hp). Se permitirá conectar motores de valor nominal mayor al especificado en 430-53(a) a circuitos derivados de uso general, únicamente cuando cada motor esté protegido por un dispositivo de protección contra sobrecarga seleccionado para proteger el motor según lo especificado en 430-32. Tanto el controlador como el dispositivo de protección contra sobrecarga del motor deben estar aprobados para instalarlos en grupo con los dispositivos de protección contra cortocircuito y fallas a tierra seleccionados de acuerdo con 430-53.

c) Conectados con cordón y clavija. Cuando un motor sea conectado a un circuito derivado por medio de una clavija a un contacto y no tenga instalado un dispositivo individual de protección contra sobrecarga como se especifica en 430-42(a), el valor nominal del contacto y de la clavija de conexión no debe ser mayor de 15 amperes a 125 volts ó 250 volts. Cuando se exija un dispositivo individual de protección contra sobrecarga según lo establece 430-42(b) para un motor o aparato operado a motor conectado al circuito derivado mediante una clavija a un contacto, el dispositivo de protección contra sobrecarga debe formar parte integral del motor o del aparato. El valor nominal de la clavija de conexión y del contacto o del conector de cordón debe determinar el valor nominal del circuito al que se puede conectar el motor, tal como se establece en 210-21(b).

d) Retardo de tiempo. El dispositivo protector del circuito derivado contra cortocircuito y fallas a tierra al cual está conectado el motor o el aparato operado a motor debe tener un tiempo de retardo suficiente para permitir que el motor arranque y acelere su carga.

430-43. Rearranque automático. No se debe instalar un dispositivo de protección contra sobrecarga de motores que pueda volver a arrancar automáticamente el motor después de dispararse, a no ser que dicho dispositivo esté aprobado para uso con el motor que protege. No se debe instalar un dispositivo de protección contra sobrecarga de motores que pueda rearmar automáticamente un motor después de un disparo por sobrecarga, si el rearmar automático puede ocasionar lesiones a las personas.

430-44. Parada programada. Si la parada automática inmediata de un motor mediante un dispositivo de protección contra sobrecarga pudiera producir riesgos mayores o adicionales para las personas y se necesita la operación continua del motor para que la parada de los equipos o procesos sea segura, se permitirá conectar uno o varios dispositivos de detección de sobrecarga del motor que cumplan con lo establecido en la Parte C de este Artículo, a una alarma supervisada, en lugar de interrumpir inmediatamente el circuito del motor, con el fin de realizar una parada programada o tomar las medidas correctivas.

Parte D. Protección de circuitos derivados para motores contra cortocircuito y fallas a tierra

430-51. Generalidades. La Parte D especifica los dispositivos proyectados para proteger los conductores de los circuitos derivados de motores, los controladores de motores y los motores, contra sobrecorrientes debidas a cortocircuitos o fallas a tierra. Estas reglas complementan o modifican lo establecido en el Artículo 240. Los dispositivos especificados en la Parte D no incluyen los tipos de dispositivos exigidos en 210-8, 230-95 y 590-6. Las disposiciones de la Parte D no se deben aplicar a los circuitos de motores de más de 1000 volts nominales.

NOTA 1: Para tensiones de más de 1000 volts nominales, véase la Parte K.

430-52. Capacidad nominal o ajuste para circuitos de un solo motor.

a) Generalidades. Los dispositivos de protección contra cortocircuito y fallas a tierra de los circuitos derivados de motores deben cumplir lo establecido en (b) y (c) o (d) siguientes, según sea aplicable.

b) Todos los motores. El dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado del motor debe ser capaz de soportar la corriente de arranque del motor.

c) Capacidad nominal o ajuste.

1) De acuerdo con la Tabla 430-52. Se debe emplear un dispositivo de protección con valor nominal o un ajuste que no exceda el valor calculado de acuerdo con los valores dados en la Tabla 430-52.

Excepción 1: Cuando los valores de los dispositivos de protección contra cortocircuito y fallas a tierra de los circuitos derivados determinados según la Tabla 430-52, no correspondan a los tamaños o valores nominales estándar de los fusibles, interruptores automáticos y dispositivos térmicos de protección no ajustables o posibles ajustes de disparo de los interruptores automáticos ajustables, se permitirá utilizar el tamaño, valor nominal o posible ajuste que no exceda el valor nominal estándar de corriente inmediatamente superior.

Excepción 2: Cuando el valor nominal especificado en la Tabla 430-52, o el valor nominal modificado por la Excepción 1, no sea suficiente para la corriente de arranque del motor:

(1) Se permitirá aumentar el valor nominal de un fusible sin retardo de tiempo que no exceda de 600 amperes o de un fusible con retardo de tiempo de Clase C, pero en ningún caso debe exceder el 400 por ciento de la corriente de plena carga.

(2) Se permitirá aumentar el valor nominal de un fusible de acción retardada (de elemento dual), pero en ningún caso debe exceder el 225 por ciento de la corriente de plena carga.

(3) Se permitirá aumentar el valor nominal de un interruptor automático de tiempo inverso, pero sin que en ningún caso exceda el 400 por ciento para corrientes de plena carga de 100 amperes o menos, o el 300 por ciento para corrientes de plena carga de más de 100 amperes.

(4) Se permitirá aumentar la capacidad nominal de un fusible clasificado entre 601 a 6000 amperes, pero sin que en ningún caso exceda el 300 por ciento de la corriente de plena carga.

Tabla 430-52.- Ajuste máximo de los dispositivos de protección contra cortocircuito y falla a tierra para circuitos derivados de motores

Tipo de motor	En porcentaje de la corriente a plena carga			
	Fusible sin retardo de tiempo ¹	Fusible de dos elementos ¹ (con retardo de tiempo)	Interruptor automático de disparo instantáneo	Interruptor automático de tiempo inverso ²
Motores monofásicos	300	175	800	250
Motores polifásicos de corriente alterna distintos a los de rotor devanado	300	175	800	250
De jaula de ardilla: diferentes de los de diseño B energéticamente eficientes	300	175	800	250
De diseño B energéticamente eficientes	300	175	1100	250
Sincrónicos ³	300	175	800	250
Con rotor devanado	150	150	800	150
De corriente continua (tensión constante)	150	150	250	150

Para algunas excepciones a los valores especificados, ver 430-54.

¹ Los valores de la columna fusible sin retardo de tiempo se aplican a fusibles de Clase CC de acción retardada.

² Los valores de la última columna también cubren los valores nominales de los interruptores automáticos de tiempo inverso no ajustables, que se pueden modificar como se describe en 430-52(c)(1), Excepción 1 y 2.

³ Los motores sincrónicos de bajo par y baja velocidad (usualmente 450 rpm o menos), como los utilizados para accionar compresores alternativos, bombas, etc. que arrancan sin carga, no requieren que el valor nominal de los fusibles o el ajuste de los interruptores automáticos sea mayor al 200 por ciento de la corriente a plena carga.

2) Tabla del relevador de sobrecarga. Cuando la capacidad nominal del dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado se muestre en la tabla que proporciona el fabricante del relevador de sobrecarga para su uso con el controlador del motor, o esté marcada de cualquier otra forma en el equipo, ese valor no se debe exceder aun cuando se permitan valores superiores en las disposiciones anteriores.

3) Interruptor automático de disparo instantáneo. Sólo se debe utilizar un interruptor automático de disparo instantáneo si es ajustable y forma parte de una combinación aprobada de motor y controlador con protección coordinada del motor contra sobrecarga y cortocircuito y falla a tierra en cada conductor, y si el ajuste se regula a no más del valor especificado en la Tabla 430-52.

NOTA: Para el propósito de este Artículo, los interruptores automáticos de disparo instantáneo pueden incorporar un medio de amortiguación de corrientes transitorias de irrupción o de energización (Inrush current) del motor, sin disparos inconvenientes del interruptor automático.

Excepción 1: Cuando el ajuste especificado en la Tabla 430-52 no sea suficiente para la corriente de arranque del motor, se permitirá aumentar el ajuste del interruptor automático de disparo instantáneo, pero sin que en ningún caso exceda el 1300 por ciento de la corriente de plena carga del motor para motores distintos de los de diseño B energéticamente eficientes, ni más del 1700 por ciento de la corriente de plena carga del motor para motores de diseño B energéticamente eficientes. Se permitirán ajustes de disparo mayores al 800 por ciento para otros motores distintos de los del diseño B energéticamente eficientes y mayor al 1100 por ciento para los motores del diseño B energéticamente eficientes, cuando su necesidad se haya demostrado por evaluación de ingeniería. En tales casos, no será necesario aplicar primero un interruptor automático con disparo instantáneo al 800 por ciento o al 1100 por ciento.

Excepción 2: Cuando la corriente de plena carga del motor sea de 8 amperes o menos, se permitirá aumentar hasta el valor marcado en el controlador el ajuste del interruptor automático de disparo instantáneo con una corriente nominal continua de 15 amperes o menos, en una combinación aprobada de controlador de motor que proporcione protección coordinada del circuito derivado del motor contra sobrecarga, cortocircuito y fallas a tierra.

4) Motor de velocidades múltiples. Para motores de varias velocidades se permitirá instalar un solo dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra para dos o más devanados del motor, siempre que el valor nominal del dispositivo de protección no exceda los porcentajes aplicables anteriores del valor nominal en la placa de datos del devanado más pequeño protegido.

Excepción: En un motor de varias velocidades se permitirá utilizar un solo dispositivo de protección contra cortocircuito y falla a tierra, dimensionado de acuerdo con la corriente de plena carga del devanado de mayor corriente, siempre que se cumplan todas las condiciones siguientes:

- a. Cada devanado está equipado con protección individual contra sobrecargas dimensionada de acuerdo con su corriente de plena carga.
- b. Los conductores del circuito derivado que alimentan a cada devanado están dimensionados de acuerdo con la corriente de plena carga del devanado de mayor corriente de plena carga.
- c. El controlador de cada devanado tiene un valor nominal en caballos de fuerza no menor a la exigida para el devanado que posee el mayor valor nominal en caballos de fuerza.

5) Dispositivos electrónicos de potencia. Fusibles semiconductores destinados a la protección de dispositivos electrónicos se permitirán, en lugar de los dispositivos indicados en la Tabla 430-52 para dispositivos electrónicos de potencia, dispositivos electromecánicos asociados (como contactores de desviación (bypass) y contactores de aislamiento), y conductores de sistemas de controladores de estado sólido, siempre que los datos técnicos de los fusibles de repuesto se coloquen al lado de los fusibles.

6) Controlador combinado auto-protégido. Se permitirá un controlador combinado auto-protégido aprobado, en lugar de los dispositivos especificados en la Tabla 430-52. Los ajustes de disparo instantáneo regulables no deben exceder el 1300 por ciento de la corriente de plena carga del motor para motores diferentes de los de diseño B energéticamente eficientes, ni más de 1700 por ciento de la corriente de plena carga de un motor, para motores de diseño B energéticamente eficientes.

NOTA: Aplicación adecuada de combinación de controladores auto-protégidos en sistemas trifásicos, distintos de los puestos a tierra sólidamente en conexión estrella, particularmente en los sistemas de conexión delta puestos a tierra en una esquina, considerados los controladores de combinación auto-protégidos de polo individual con habilidad de interrupción.

7) Protector del motor contra cortocircuito. Se permitirá un protector contra cortocircuito del motor en lugar de los dispositivos especificados en la Tabla 430-52, si dicho protector es parte de una combinación aprobada de controlador de motor que posee protección coordinada contra sobrecarga del motor y protección contra cortocircuito y fallas a tierra en cada conductor, y que abrirá el circuito a corrientes que exceden el 1300 por ciento de la corriente de plena carga del motor para motores diferentes de los de diseño B energéticamente eficientes y el 1700 por ciento de la corriente de plena carga para motores de diseño B energéticamente eficientes.

d) Motores de alto par. Los circuitos derivados de los motores de alto par se deben proteger a la corriente nominal de la placa de datos del motor, según 240-4(b)

430-53. Varios motores o cargas en un circuito derivado. Se permitirá conectar al mismo circuito derivado dos o más motores o uno o más motores y otras cargas, bajo las condiciones especificadas a continuación. El dispositivo de protección del circuito derivado debe tener fusibles o interruptores automáticos de tiempo inverso.

a) No mayor de 746 watts (1 hp). En un circuito derivado de 120 volts nominales protegido a no más de 20 amperes o en un circuito derivado de 1000 volts nominales o menos, protegido a no más de 15 amperes, se permitirá conectar varios motores, ninguno de los cuales exceda de 1 hp de potencia nominal, si se cumplen todas las condiciones siguientes:

- (1) La corriente nominal de plena carga de cada motor no excede los 6 amperes.
- (2) No se excede el valor nominal del dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado, marcada en cualquiera de los controladores.
- (3) La protección individual contra sobrecarga cumple lo establecido en 430-32.

b) Si se protege el motor de menor potencia nominal. Si se elige el dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado, de modo que no exceda el valor permitido en 430-52 para el motor más pequeño de valor nominal, se permitirá conectar al circuito derivado dos o más motores o uno o más motores y otra carga, siempre que cada motor tenga protección individual contra sobrecarga y cuando se pueda determinar que el dispositivo protector contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado no se abrirá en las condiciones normales de servicio más fuertes que puedan darse.

c) Otras instalaciones en grupos. Se permitirá conectar dos o más motores de cualquier valor nominal o uno o más motores y otra carga, con cada motor con protección individual contra sobrecarga, a un circuito derivado cuando el controlador o controlador del motor y el dispositivo de sobrecarga: (1) estén instalados como un conjunto de fábrica aprobado y el dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado sea parte del conjunto o esté especificado por el marcado en el ensamble; o (2) el dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado del motor, el controlador o controladores de los motores y el o los dispositivos de sobrecarga sean instalados en sitio como conjuntos separados aprobados para tal uso y con instrucciones del fabricante para usarse entre sí; y (3) se cumplan todas las condiciones siguientes:

(1) Cada dispositivo de protección contra sobrecarga de motor esté ya sea: (a) aprobado para su instalación en grupo con un fusible o con un interruptor automático de tiempo inverso con valores nominales máximos especificados, o ambos, o (b) seleccionado de tal forma que el valor nominal de corriente del dispositivo de protección contra fallas a tierra y el corto circuito derivado del motor no exceda el valor nominal permitido en 430-52 para ese dispositivo individual de protección contra sobrecarga del motor y la carga del motor correspondiente.

(2) Todos los controladores de los motores estén ya sea: (a) aprobados para instalación en grupo con un fusible o con un interruptor automático con valores nominales máximos especificados, o ambos, o (b) seleccionados de tal forma que el valor nominal de corriente del dispositivo de protección contra fallas a tierra y el corto circuito derivado del motor no exceda el valor nominal permitido en 430-52 para ese controlador individual y la carga del motor correspondiente.

(3) Todos los interruptores automáticos sean del tipo de tiempo inverso y estén aprobados.

(4) El circuito derivado debe estar protegido por fusibles o interruptores automáticos de tiempo inverso con un valor nominal que no exceda lo especificado en 430-52 para el motor de mayor valor nominal conectado al circuito derivado más una cantidad igual a la suma de los valores de corriente nominales de plena carga de todos los demás motores y los valores nominales de las otras cargas conectadas al circuito. Cuando este cálculo dé como resultado un valor nominal menor a la ampacidad de los conductores de circuitos derivados, se permitirá aumentar el valor nominal máximo de los fusibles o del interruptor automático hasta un valor que no exceda el permitido por 240-4(b).

(5) Los fusibles del circuito derivado o los interruptores automáticos de tiempo inverso no sean mayores que los permitidos por 430-40 para el relevador de sobrecarga que protege el motor de menor valor nominal del grupo.

(6) La protección contra sobrecorriente para las cargas diferentes de las de motor debe estar de acuerdo con las Partes A hasta G del Artículo 240.

NOTA: Respecto a la impedancia y otras características del circuito, véase 110-10.

d) Derivación para un solo motor. Para las instalaciones en grupo descritas anteriormente, no se exigirá que los conductores de cualquier derivación que alimenten un solo motor tengan un dispositivo individual de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado, siempre que cumpla con alguna de las condiciones siguientes:

(1) Ningún conductor al que vaya conectado el motor debe tener ampacidad menor que la de los conductores del circuito derivado.

(2) Ningún conductor al que vaya conectado el motor debe tener ampacidad menor de un tercio de la de los conductores del circuito derivado, con un mínimo de acuerdo con 430-22; los conductores que van desde el punto de derivación hasta el dispositivo contra sobrecarga del motor no deben ser de una longitud mayor de 7.50 metros y deben estar protegidos contra daños físicos al estar encerrados en una canalización aprobada o por el uso de otros medios aprobados.

(3) Se permitirá que los conductores desde el punto de la derivación del circuito derivado hasta el controlador de motor manual, aprobado y adicionalmente marcado como "Adecuado para protección del conductor de derivación en instalaciones en grupo", o a un dispositivo de protección del circuito derivado, tengan ampacidad no menor a un décimo del valor nominal o el ajuste del dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado. Los conductores que van desde el controlador hasta el motor deben tener ampacidad de acuerdo con 430-22. Los conductores que van desde el punto de derivación hasta los controladores deben: (1) Estar protegidos adecuadamente contra daños físicos y encerrados bien sea por un controlador cerrado o una canalización y tener una longitud máxima de 3.00 metros o (2) tener ampacidad no menor a la de los conductores del circuito derivado.

(4) Se permitirá que los conductores de la derivación del circuito derivado a un controlador de motor manual aprobado adicionalmente marcado como "Adecuado para la protección del conductor de derivación en instalaciones en grupo" o a un dispositivo de protección de circuito derivado tengan una ampacidad no inferior a un tercio de los conductores del circuito derivado. Los conductores que van desde el controlador hasta el motor deben tener ampacidad de acuerdo con 430-22. Los conductores que van desde el punto de derivación hasta los controladores deben: (1) Estar protegidos adecuadamente protegidos contra daños físicos y encerrados bien sea por un controlador cerrado o por una canalización y no deben tener más de 7.5 m de largo o (2) tienen una ampacidad no menor que la de los conductores del circuito derivado.

430-54. Equipo con varios motores y cargas combinadas. El valor nominal del dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado para equipos con varios motores y cargas combinadas no debe ser mayor al valor nominal marcado en el equipo, según 430-7(d).

430-55. Protección combinada contra sobrecorriente. Se permitirá combinar en un solo dispositivo la protección contra cortocircuito, fallas a tierra y sobrecarga del circuito derivado de motores, siempre que el valor nominal o el ajuste del dispositivo proporcione la protección contra sobrecarga especificada en 430-32.

430-56. Conductores en los que se deben instalar dispositivos de protección del circuito derivado. Los dispositivos de protección de los circuitos derivados deben cumplir lo establecido en 240-15.

430-57. Tamaño del portafusibles. Cuando se utilicen fusibles para la protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado de motores, los portafusibles deben ser de un tamaño no menor al necesario para alojar los fusibles especificados en la Tabla 430-52.

Excepción: Cuando se utilicen fusibles que tengan un retardo de tiempo apropiado para las características de arranque del motor, se permitirá utilizar portafusibles dimensionados para ajustarse a los fusibles que se usen.

430-58. Capacidad nominal del interruptor automático. Un interruptor automático para la protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado de motores debe tener una capacidad nominal de corriente de acuerdo con 430-52 y 430-110.

Parte E. Protección del alimentador de motores contra cortocircuito y fallas a tierra

430-61. Generalidades. En la Parte E se especifican los dispositivos de protección proyectados para proteger los conductores del alimentador de los motores contra sobrecorrientes debidas a cortocircuitos o fallas a tierra.

430-62. Capacidad o ajuste (carga del motor).

a) Carga específica. Un circuito alimentador que se utilice para la alimentación de unas cargas fijas específicas de motores y que conste de conductores dimensionados en base a 430-24, debe estar dotado de un dispositivo de protección con un valor nominal o ajuste no mayor al mayor valor nominal o ajuste del dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado para cualquier motor alimentado por el alimentador [con base en el valor máximo permitido para el tipo específico de uno de los

dispositivos protectores de acuerdo con 430-52 ó 440-22(a) para motocompresores con circuito hermético del refrigerante], más la suma de todas las corrientes de plena carga de los demás motores del grupo. Para los cálculos anteriores, cuando en dos o más de los circuitos derivados del grupo se utilice un dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado del mismo valor nominal o ajuste, uno de los dispositivos de protección se debe considerar como el de mayor corriente.

Excepción 1: Cuando se utilicen uno o más interruptores automáticos de disparo instantáneo o protectores contra cortocircuito de motores para la protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado de motores, tal como lo permite 430-52(c), se debe aplicar el procedimiento descrito anteriormente para determinar el valor nominal máximo del dispositivo de protección del alimentador, con la siguiente prevención: Para efectos del cálculo, se debe asumir que todos los interruptores automáticos de disparo instantáneo o dispositivos de protección contra cortocircuito del motor tienen un valor nominal que no excede el porcentaje máximo de la corriente de plena carga del motor que permite la Tabla 430-52 para el tipo de dispositivo protector del alimentador empleado.

Excepción 2: Cuando el dispositivo de protección contra sobrecorriente del alimentador también proporciona protección contra sobrecorriente para un centro de control de motores, se deben aplicar las disposiciones de 430-94.

b) Otras instalaciones. Cuando los conductores del alimentador tengan una ampacidad mayor a la exigida en 430-24, se permitirá que el valor nominal o de ajuste del dispositivo de protección contra sobrecorriente del alimentador se base en la ampacidad de los conductores del alimentador.

430-63. Capacidad o ajuste - Cargas de motor y otras cargas. Cuando un alimentador alimente una carga de motor y otra carga, el dispositivo protector del alimentador debe tener un valor nominal no menor al requerido para la suma de otra carga, más las siguientes:

- (1) Para un solo motor, el valor nominal permitido en 430-52.
- (2) para un motocompresor hermético con refrigerante, el valor nominal permitido en 440-22.
- (3) Para dos o más motores, el valor nominal permitido en 430-62.

Excepción: Cuando el dispositivo de protección contra sobrecorriente del alimentador proporciona la protección contra sobrecorriente para un centro de control de motores, se deben aplicar las disposiciones de 430-94.

Parte F. Circuitos de control de motores

430-71. Generalidades. La Parte F contiene las modificaciones a los requisitos generales que se aplican a las condiciones particulares de los circuitos de control de motores.

430-72. Protección contra sobrecorriente.

a) Generalidades. Un circuito de control de motores derivado del lado de la carga de un dispositivo o dispositivos de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado de motores y que funcione para controlar el motor o motores conectados a ese circuito derivado, debe estar protegido contra sobrecorriente de acuerdo con 430-72. Dicho circuito de control conectado en derivación no se debe considerar como un circuito derivado y se permitirá que esté protegido ya sea por un(os) dispositivo(s) de protección contra sobrecorriente del circuito derivado o por dispositivos de protección suplementaria. Un circuito de control de motores distinto del conectado en derivación debe estar protegido contra sobrecorriente de acuerdo con 725-43 o con las Notas de las Tablas 11(a) y 11(b) del Capítulo 10, según sea aplicable.

b) Protección de los conductores. La protección contra sobrecorriente de los conductores se debe suministrar como se especifica en 430-72(b)(1) o (b)(2).

Excepción 1: Cuando la apertura del circuito de control pudiera crear una situación de peligro, por ejemplo, el circuito de control de una bomba contra incendios y similares, los conductores de los circuitos de control requerirán solamente protección contra cortocircuitos y fallas a tierra y se permitirá que estén protegidos por el dispositivo de protección contra cortocircuitos y fallas a tierra de los circuitos derivados.

Excepción 2: Se permitirá que los conductores alimentados por el lado secundario de un transformador monofásico con secundario de sólo 2 hilos (una sola tensión) estén protegidos por el dispositivo de protección contra sobrecorriente del lado primario (alimentación) del transformador, siempre que esa protección no exceda el valor determinado al multiplicar el valor nominal máximo adecuado del dispositivo de protección contra sobrecorriente para el conductor del secundario, según la Tabla 430-72(b), por la relación de transformación de tensión del secundario al primario. Los conductores del secundario del transformador (distintos de los de 2 hilos) no se deben considerar protegidos por la protección contra sobrecorriente del primario.

Tabla 430-72(b).- Ajuste máximo de los dispositivos de protección contra sobrecorriente en amperes

Conductores del circuito de control		Columna A Regla básica		Protección brindada por el dispositivo de protección de circuitos derivados del motor			
				Columna B Conductores dentro del envoltente		Columna C Conductores que se extienden más allá del envoltente	
mm ²	AWG	Cobre	Aluminio o aluminio recubierto de cobre	Cobre	Aluminio o aluminio recubierto de cobre	Cobre	Aluminio o aluminio recubierto de cobre
0.824	18	7	—	25	—	7	—
1.31	16	10	—	40	—	10	—
2.08	14	Nota 1	—	100	—	45	—
3.31	12	Nota 1	Nota 1	120	—	60	—
5.26	10	Nota 1	Nota 1	160	—	90	—
Mayor que 5.26	Mayor que 10	Nota 1	Nota 1	Nota 2	Nota 2	Nota 3	Nota 3

NOTA 1. Valor especificado en 310-15, según sea aplicable.

NOTA 2. 400 por ciento del valor especificado en la Tabla 310-15(b)(17) para conductores a 60 °C.

NOTA 3. 300 por ciento del valor especificado en la Tabla 310-15(b)(16) para conductores a 60 °C.

1) Protección independiente contra sobrecorriente. Cuando el dispositivo de protección contra cortocircuitos y fallas a tierra del circuito derivado del motor no brinda protección de acuerdo con 430-72(b)(2), se debe suministrar una protección independiente contra sobrecorriente. La protección contra sobrecorriente no debe exceder los valores especificados en la columna A de la Tabla 430-72(b).

2) Dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito derivado. Se permitirá que los conductores estén protegidos por el dispositivo de protección contra cortocircuitos y fallas a tierra del circuito derivado del motor y se requerirá solamente protección contra cortocircuitos y fallas a tierra. Cuando los conductores no se extienden más allá del envoltente del equipo de control del motor, el valor nominal del(los) dispositivo de protección no debe exceder el valor especificado en la columna B de la Tabla 430-72(b). Cuando los conductores se extienden más allá del envoltente del equipo de control del motor, el valor nominal del dispositivo de protección no debe exceder el valor especificado en la columna C de la Tabla 430-72(b).

c) Transformador del circuito de control. Cuando se suministre un transformador para el circuito de control de motores, dicho transformador debe estar protegido de acuerdo con lo siguiente:

Excepción: La protección contra sobrecorriente se debe omitir cuando la apertura del circuito de control pudiera crear una situación de riesgo, como, por ejemplo, el circuito de control de un motor de una bomba contra incendios y similares.

1) Conformidad con el Artículo 725. Cuando el transformador alimenta un circuito con potencia limitada Clase 1, un circuito de control remoto Clase 2 o Clase 3 que cumple los requisitos del Artículo 725, la protección debe cumplir con el Artículo 725.

2) Conformidad con el Artículo 450. Se permitirá proporcionar la protección de acuerdo con 450-3.

3) Menos de 50 voltamperes. Se permitirá que los transformadores de circuitos de control de menos de 50 voltamperes nominales, que son parte integral del controlador del motor y que están ubicados dentro del envoltente del controlador del motor, estén protegidos por los dispositivos de protección contra sobrecorriente del primario, medios de limitación por impedancia u otros medios de protección inherentes.

4) Primario de menos de 2 amperes. Cuando la corriente nominal del primario del transformador del circuito de control es menor a 2 amperes, en el circuito primario se permitirá un dispositivo de protección contra sobrecorriente de valor nominal o ajustado para máximo el 500 por ciento de la corriente nominal del primario.

5) Otros medios. Se permitirá brindar protección por otros medios aprobados.

430-73. Protección de conductores contra daños físicos. Cuando el daño al circuito de control de motores se constituya en un riesgo, todos los conductores de dicho circuito de control remoto de motores que estén fuera del propio dispositivo de control deben estar instalados en una canalización o estar protegidos de otra manera contra daños físicos.

430-74. Disposición eléctrica de los circuitos de control. Cuando un conductor del circuito de control del motor esté puesto a tierra, ese circuito debe estar dispuesto de modo que una falla a tierra del circuito de control remoto del controlador del motor:

- (1) no arranque el motor y
- (2) no evite la acción de los dispositivos manuales de parada o de los dispositivos de seguridad de parada automática.

430-75. Desconexión.

a) Generalidades. Los circuitos de control del motor deben estar instalados de modo que queden desconectados de todas las fuentes de alimentación cuando los medios de desconexión estén en la posición abierta. Se permitirá que los medios de desconexión consten de dos o más dispositivos independientes, uno de los cuales desconecte el motor y el controlador de la fuente de alimentación del motor, y los demás desconecten el circuito de control de motores de su fuente de alimentación. Cuando se utilicen dispositivos separados, deben estar ubicados inmediatamente adyacentes entre sí.

Excepción 1: Cuando se requiera desconectar más de 12 conductores del circuito de control del motor, se permitirá que los medios de desconexión no estén localizados inmediatamente adyacentes entre sí, cuando se cumplen todas las condiciones siguientes:

a. El acceso a las partes energizadas esté limitado a personas calificadas, de acuerdo con la Parte L de este Artículo.

b. Se coloque una señal permanente de advertencia en el exterior de todas las puertas o cubiertas de los envoltentes de equipos que den acceso a partes vivas del circuito o circuitos de control de motores, que adviertan que el medio de desconexión del circuito de control del motor está ubicado a distancia y especifique la ubicación e identificación de cada medio de desconexión. Cuando las partes energizadas no estén en un envoltente de equipos, tal como lo permiten 430-232 y 430-233, se deben colocar una o más señales adicionales de advertencia en lugar visible para las personas que puedan estar trabajando en el área donde haya partes energizadas.

Excepción 2: Se permitirá que el medio de desconexión del circuito de control del motor esté separado del medio de desconexión de la alimentación del controlador del motor, cuando la apertura de uno o más de los medios de desconexión del circuito de control del motor sea capaz de resultar en condiciones potencialmente inseguras para el personal o la propiedad, y se cumplan las condiciones de los incisos (a) y (b) de la Excepción 1 anterior.

b) Transformador de control en el envoltente del controlador. Cuando se use un transformador u otro dispositivo para obtener una tensión reducida para el circuito de control del motor y esté ubicado en el envoltente del controlador, dicho transformador o dispositivo debe estar conectado al lado de la carga del medio de desconexión del circuito de control del motor.

Parte G. Controladores de motores

430-81. Generalidades. En la Parte G se especifican los controladores adecuados para todo tipo de motores.

a) Motores estacionarios de 93 watts ($\frac{1}{8}$ hp) o menos. Se permitirá que los medios de desconexión del circuito derivado sirvan como controlador de motores estacionarios de 93 watts ($\frac{1}{8}$ hp) o menos que normalmente se dejan funcionando y que estén contruidos de modo que no se puedan dañar por sobrecargas o fallas al arrancar, tal como los motores de relojes y similares.

b) Motores portátiles de 249 watts ($\frac{1}{3}$ hp) o menos. Para un motor portátil de 249 watts ($\frac{1}{3}$ hp) o menos, se permitirá que el controlador sea una clavija de conexión y un contacto o un conector de cordón.

430-82. Diseño del controlador.

a) Arranque y paro. Cada controlador debe tener la capacidad de arrancar y parar el motor que controla y de interrumpir la corriente de rotor bloqueado del motor.

b) Autotransformador. Un arranque mediante autotransformador debe tener una posición de abierto "off", una posición de marcha y como mínimo una posición de arranque, y debe estar diseñado de modo que no pueda permanecer en la posición de arranque o en cualquier otra posición que pueda dejar inoperante el dispositivo de protección contra sobrecarga del circuito.

c) Reóstatos. Los reóstatos deben cumplir los siguientes requisitos:

(1) Los reóstatos de arranque del motor deben estar diseñados de modo que el brazo de contacto no pueda quedar sobre segmentos intermedios. El punto o placa en la cual descansa el brazo cuando está en posición de arranque no debe estar conectado eléctricamente con la resistencia.

(2) Los reóstatos de arranque para motores de corriente continua operados desde una fuente de alimentación de tensión constante, deben estar equipados con dispositivos automáticos que interrumpan la alimentación antes de que la velocidad del motor haya caído a menos de 1/3 de su valor nominal normal.

430-83. Capacidades nominales. El controlador debe tener un valor nominal tal como se especifica a continuación bajo las condiciones especificadas.

a) Generalidades.

1) Capacidades nominales en kilowatts (hp) a la tensión de suministro. Los controladores, diferentes de los interruptores automáticos de tiempo inverso y de los interruptores de caja moldeada, deben tener una capacidad nominal, a la tensión de suministro, no menor a la potencia nominal del motor.

2) Interruptor automático. Se permitirá como controlador para todos los motores un interruptor automático de tiempo inverso del circuito derivado, clasificado en amperes. Cuando este interruptor automático se usa también para protección contra sobrecarga, debe cumplir con las disposiciones correspondientes de este Artículo concernientes a la protección contra sobrecarga.

3) Interruptor de caja moldeada. Se permitirá un interruptor de caja moldeada clasificado en amperes como controlador para todos los tipos de motores.

b) Motores pequeños. Se permitirá instalar como controladores dispositivos como los especificados en 430-81(a) y (b).

c) Motores estacionarios de 1.5 kilowatts (2 hp) o menos. Para los motores estacionarios de 1.5 kW (2 hp) nominales o menos y 300 volts o menos, se permitirá que funcione como controlador cualquiera de los siguientes:

(1) Un interruptor para uso general con un valor nominal en amperes no menor al doble del valor nominal de corriente de plena carga del motor.

(2) En circuitos de corriente alterna, un interruptor de acción rápida para uso general, adecuado solamente para uso en corriente alterna (no interruptores de acción rápida de corriente alterna y corriente continua para uso general), cuando el valor nominal de corriente de plena carga del motor no es mayor del 80 por ciento del valor nominal del interruptor, en amperes.

d) Motores de alto par. Para motores de alto par, el controlador debe tener un valor nominal de corriente de plena carga en servicio continuo no menor al valor nominal de corriente de la placa de datos del motor. Para un controlador de motor clasificado en caballos de fuerza, pero no marcado con el anterior valor nominal de corriente, el valor nominal de corriente equivalente se debe determinar a partir del valor nominal en caballos de fuerza, utilizando las Tablas 430-247, 430-248, 430-249 ó 430-250.

e) Tensión nominal. Se permitirá instalar un controlador de una sola tensión nominal, por ejemplo, 240 volts ó 480 volts, en un circuito en el que la tensión nominal entre dos conductores cualesquiera no exceda el valor nominal de tensión del controlador. Si el controlador fuera de tensión dual, por ejemplo: 120/240 volts ó 480Y/277 volts, sólo se debe instalar en un circuito sólidamente puesto a tierra cuya tensión nominal entre cualquier conductor y tierra no sea mayor al menor de los dos valores de valor nominal del controlador, y la tensión nominal entre dos conductores cualesquiera no exceda el valor más alto del valor nominal de tensión del controlador.

430-84. No es necesario que abra todos los conductores. No se exigirá que el controlador abra todos los conductores del motor.

Excepción: Cuando el controlador se utilice también como medio de desconexión, debe abrir todos los conductores de fase del motor, según establece 430-111.

430-85. En conductores puestos a tierra. Se permitirá que un polo del controlador esté ubicado en un conductor puesto a tierra permanentemente, siempre que el controlador esté diseñado de modo que el polo del conductor puesto a tierra no se pueda abrir sin que se abran simultáneamente todos los demás conductores del circuito.

430-87. Número de motores alimentados por cada controlador. Cada motor debe tener su propio controlador individual.

Excepción 1: Para motores de 1000 volts nominales o menos, se permitirá utilizar un solo controlador de valor nominal no menor al valor en caballos de fuerza equivalente de todos los motores del grupo, determinada de acuerdo con 430-110(c)(1), bajo cualquiera de las condiciones siguientes:

(1) Cuando varios motores accionen distintas partes de una sola máquina o pieza de aparato, como máquinas herramientas para el trabajo del metal o de la madera, grúas, montacargas y aparatos similares.

(2) Cuando un grupo de motores esté protegido por un solo dispositivo de sobrecorriente, como se permite en 430-53(a).

(3) Cuando un grupo de motores esté ubicado en un solo cuarto al alcance de la vista desde la ubicación del controlador.

Excepción 2: Se permitirá que el medio de desconexión del circuito derivado que sirve como controlador, tal como lo permite 430-81(a), alimente a más de un motor.

430-88. Motores de velocidad ajustable. Los motores de velocidad ajustable que son controlados por medio de un regulador de campo deben estar equipados y conectados de modo que no se puedan arrancar con un campo reducido.

Excepción: Se permitirá arrancar con un campo reducido, cuando el motor esté diseñado para arrancar de esa forma.

430-89. Limitación de la velocidad. Las máquinas de los siguientes tipos deben estar provistas de dispositivos u otros medios limitadores de velocidad:

(1) Motores de corriente continua excitados separadamente.

(2) Motores en serie.

(3) Grupos motor - generador y convertidores que puedan ser accionados a una velocidad excesiva del lado de corriente continua, ya sea por invertirse el sentido de la corriente o por una reducción de la carga.

Excepción: No se exigirán dispositivos o medios de limitación de velocidad separados bajo ninguna de las condiciones siguientes:

(1) Cuando las características intrínsecas de las máquinas, del sistema o de la carga y sus conexiones mecánicas sean tales que limiten la velocidad con seguridad.

(2) Cuando la máquina esté siempre bajo el control manual de un operario calificado.

430-90. Combinación de portafusibles y desconectador como controlador. El valor nominal de cualquier combinación de portafusibles y desconectador que se utilice como controlador de un motor debe ser tal que el portafusibles admita el tamaño de fusible especificado en la Parte C de este Artículo para la protección contra sobrecargas del motor.

Excepción: Cuando se utilicen fusibles con un tiempo de retardo adecuado para las características de arranque del motor, se permitirá utilizar portafusibles de menor tamaño al especificado en la Parte C de este Artículo.

Parte H. Centros de control de motores

430-92. Generalidades. La Parte H trata de los centros de control de motores instalados para el control de motores, alumbrado y circuitos de potencia.

430-94. Protección contra sobrecorriente. Los centros de control de motores deben estar dotados con protección contra sobrecorriente de acuerdo con las Partes A, B y G del Artículo 240. El valor nominal en amperes o el ajuste del dispositivo de protección contra sobrecorriente no debe exceder el valor nominal de la barra conductora común de potencia. Esta protección debe ser proporcionada por:

(1) Un dispositivo de protección contra sobrecorriente ubicado antes del centro de control de motores o

(2) un dispositivo principal de protección contra sobrecorriente ubicado dentro del centro de control de motores.

430-95. Equipo de acometida. Si se utiliza como equipo de acometida, cada centro de control de motores debe estar equipado de un solo medio principal de desconexión que desconecte todos los conductores de fase de acometida.

Excepción: Se permitirá un segundo medio de desconexión de acometida para alimentar equipos adicionales.

Cuando se proporcione un conductor puesto a tierra, el centro de control de motores debe tener un puente de unión principal, dimensionado de acuerdo con 250-28(d), dentro de una de las secciones para la conexión del conductor puesto a tierra, en el lado de alimentación, a la barra conductora de puesta a tierra de equipos del centro de control de motores.

Excepción: Se permitirá que se conecte como se indica en 250-36 los sistemas con neutro puesto a tierra a través de una alta impedancia.

430-96. Puesta a tierra. Los centros de control de motores que consten de varias secciones deben estar conectados entre sí con un conductor de puesta a tierra de equipos o a una barra equivalente de puesta a tierra de equipos dimensionada de acuerdo con la Tabla 250-122. Los conductores de puesta a tierra de equipos se deben conectar a esta barra de puesta a tierra de equipos o a un punto terminal de puesta a tierra instalado en un centro de control de motores de una sola sección.

430-97. Barras colectoras y conductores.

a) Soporte y disposición. Las barras colectoras deben estar protegidas contra daños físicos y sostenidas firmemente en su sitio. En una sección vertical sólo deben estar ubicados los conductores proyectados para terminar en esa sección, además de los necesarios para las interconexiones y el alambrado de control.

Excepción: Se permitirá que los conductores atraviesen horizontalmente las secciones verticales siempre que estén separados de las barras colectoras, por una barrera.

b) Disposición de las fases. La disposición de las fases en las barras conductoras comunes de potencia trifásica, horizontales y verticales, debe ser A, B y C del frente hacia atrás, de arriba hacia abajo o de izquierda a derecha vistas desde la parte frontal del centro de control de motores. La fase B debe ser la fase que tiene la mayor tensión a tierra en sistemas trifásicos 4 hilos conectados en delta. Se permitirán otras disposiciones de las barras colectoras para adiciones a instalaciones existentes, y se deben marcar.

Excepción: Se permitirá que las unidades montadas por detrás conectadas a una barra conductora vertical que es común a las unidades montadas por el frente tengan las fases en orden C, B, A, siempre que estén debidamente identificadas.

c) Espacio mínimo para el doblado de los cables. El espacio mínimo para el doblado de las terminales en el centro de control de motores y el espacio mínimo en las canales, deben ser los requeridos en el Artículo 312.

d) Separación. La separación entre las terminales de la barra conductora del centro de control de motores y otras partes metálicas desnudas, no debe ser menor a lo especificado en la Tabla 430-97.

e) Barreras. En todos los centros de control de motores de acometida se deben instalar barreras que separen las barras colectoras de acometida y las terminales del resto del centro de control de motores.

430-98. Marcado.

a) Centros de control de motores. Los centros de control de motores deben estar marcados según 110-21, y tales marcas deben estar claramente visibles después de la instalación. Las marcas deben incluir también el valor nominal de corriente de las barras conductoras comunes de potencia y el valor nominal de cortocircuito del centro de control de motores.

b) Unidades de control de motores. Las unidades de control de motores instaladas en un centro de control de motores deben cumplir lo establecido en 430-8.

430-99. Corriente de falla disponible. La corriente de corto circuito disponible en el centro de control de motores y la fecha en que se realizó el cálculo de la corriente de cortocircuito, deberán ser documentadas y estar disponibles para las personas autorizadas para la verificación de la instalación

Tabla 430-97.- Espacio mínimo entre partes metálicas desnudas

Tensión nominal	Entre partes vivas de polaridad opuesta.		Partes vivas a tierra
	Sobre la superficie	Libres en el aire	
	milímetros		
120 volts nominales máximo	19	12	12
250 volts nominales máximo	31	19	12
600 volts nominales máximo	51	25	25

Parte I. Medios de desconexión

430-101. Generalidades. La Parte I está prevista para exigir los medios de desconexión capaces de desconectar los motores y controladores del circuito.

430-102. Ubicación.

a) Controlador. Se debe proporcionar un medio de desconexión individual para cada controlador. El medio de desconexión se debe ubicar al alcance de la vista desde el lugar en que se encuentra el controlador.

Excepción 1: En los circuitos de motores de más de 1000 volts nominales, se permitirá un medio de desconexión que pueda ser bloqueado de acuerdo con lo establecido en 110-25 que esté fuera del alcance de la vista desde el controlador, siempre que el controlador esté marcado con una etiqueta de advertencia que indique la ubicación del medio de desconexión.

Excepción 2: Se permitirá un solo medio de desconexión para un grupo de controladores coordinados que accionan varias partes de una sola máquina o pieza de un aparato. El medio de desconexión debe estar ubicado al alcance de la vista desde los controladores, y tanto el medio de desconexión como los controladores deben estar ubicados al alcance de la vista desde la máquina o aparato.

Excepción 3: No se exigirá que el medio de desconexión esté al alcance de la vista desde ensambles de válvulas activadas por motor que contengan el controlador donde tal ubicación introduce riesgos adicionales o los incrementa para las personas o la propiedad y se cumplan las condiciones de los literales (a) y (b).

a. El ensamble de válvulas activadas por motor está marcado con una etiqueta de advertencia que indica la ubicación del medio de desconexión.

b. El medio de desconexión pueda ser bloqueado de acuerdo con lo establecido en la sección 110-25.

b) Motor. Se debe proporcionar un medio de desconexión para un motor de acuerdo con (b)(1) o (b)(2).

1) Desconectador independiente para el motor. Un medio de desconexión para el motor se debe ubicar al alcance de la vista desde el motor y la maquinaria accionada.

2) Desconectador controlador. Se permitirá que el medio de desconexión del controlador que se exige según 430-102(a) sirva como el medio de desconexión para el motor si está al alcance de la vista desde la ubicación del motor y de la maquinaria accionada.

Excepción para (1) y (2): No se exigirá el medio de desconexión para el motor bajo la condición (a) o la condición (b), que se describen a continuación, siempre que el medio de desconexión del controlador que se exige según 430-102(a) se pueda bloquear de acuerdo con lo establecido en la sección 110-25.

a. Cuando dicha ubicación del medio de desconexión para el motor no es factible o introduce peligros adicionales o los incrementa para las personas o la propiedad.

NOTA 1: Algunos ejemplos de peligros adicionales o incrementados incluyen, pero no se limitan a motores con valor nominal mayor a 74.6 kW (100 hp), equipos de múltiples motores, motores sumergibles, motores asociados con accionamientos de velocidad ajustable y motores ubicados en lugares (clasificados) peligrosos.

b. En instalaciones industriales, cuando las condiciones de mantenimiento y de supervisión garantizan por medio de procedimientos de seguridad escritos, que únicamente personas calificadas prestan servicio al equipo.

430-103. Operación. El medio de desconexión debe abrir todos los conductores de fase de la alimentación y debe estar diseñado de modo que ningún polo se pueda operar independientemente. Se permitirá que el medio de desconexión esté en el mismo envoltorio con el controlador. El medio de desconexión debe estar diseñado de modo que no se pueda cerrar automáticamente.

430-104. Indicadores. El medio de desconexión debe indicar claramente si está en la posición abierta (off) o cerrada (on).

430-105. Conductores puestos a tierra. Se permitirá que un polo del medio de desconexión desconecte un conductor puesto permanentemente a tierra, siempre que el medio de desconexión esté diseñado de modo que el polo del conductor puesto a tierra no se pueda abrir sin desconectar simultáneamente todos los conductores del circuito.

430-107. Fácilmente accesible. Por lo menos uno de los medios de desconexión debe ser fácilmente accesible.

430-108. Todos los medios de desconexión. Cada medio de desconexión en el circuito del motor entre el punto de unión al alimentador o al circuito derivado y el punto de conexión al motor, deben cumplir los requisitos de 430-109 y 430-110.

430-109. Tipos de medios de desconexión. El medio de desconexión debe ser de uno de los tipos especificados en (a) siguiente a menos que se permita algo diferente en (b) hasta (g), bajo las condiciones especificadas.

a) Generalidades.

1) Interruptor del circuito del motor. Un interruptor aprobado de circuito de motor de valor nominal en caballos de fuerza.

2) Interruptor automático de caja moldeada. Un interruptor automático aprobado de caja moldeada.

3) Interruptor de caja moldeada. Un interruptor de caja moldeada aprobado.

4) Interruptor automático de disparo instantáneo. Un interruptor automático de disparo instantáneo que sea parte de una combinación aprobada de controlador de motor.

5) Combinación de controlador autoprotegido. Una combinación aprobada de controlador autoprotegido.

6) Controlador manual de motor. Como medios de desconexión se permitirán controladores manuales aprobados de motores, marcados adicionalmente como "adecuados como desconectores de motores", cuando estén instalados entre el dispositivo final de protección contra cortocircuito del circuito derivado del motor y el motor. Como medios de desconexión se permitirán controladores manuales aprobados de motores, marcados adicionalmente como "adecuados como desconectores de motores", en el lado de alimentación de los fusibles permitidos en 430-52(c)(5). En este caso, los fusibles permitidos en 430-52(c)(5) se deben considerar fusibles suplementarios, y se deben instalar dispositivos adecuados de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado en el lado de alimentación de los controladores manuales de motores, marcados adicionalmente como "adecuados como desconectores de motores".

7) Equipo de seccionamiento del sistema. El equipo de seccionamiento del sistema debe estar aprobado para fines de desconexión. El equipo de seccionamiento del sistema se debe instalar en el lado de carga de la protección contra sobrecorriente y su medio de desconexión. El medio de desconexión debe ser uno de los tipos permitidos por 430-109 (a)(1) hasta (a)(3).

b) Motores estacionarios de 93 watts (1/8 hp) o menos. Para motores estacionarios de 93 watts (1/8 hp) o menos, se permitirá que el dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito derivado sirva como el medio de desconexión.

c) Motores estacionarios de 1.50 kilowatts (2 hp) o menos. Para motores estacionarios de 1.50 kilowatts (2 hp) o menos y 300 volts o menos, se permitirá que el medio de desconexión sea uno de los dispositivos especificados en (1), (2) o (3).

(1) Un interruptor de uso general con un valor nominal en amperes no menor al doble del valor nominal de corriente de plena carga del motor.

(2) En circuitos de corriente alterna, un interruptor de acción rápida para uso general adecuado solamente para uso en corriente alterna (no interruptores de acción rápida de corriente alterna y corriente continua para uso general), cuando el valor nominal de corriente de plena carga del motor no sea mayor del 80 por ciento del valor nominal del interruptor, en amperes.

(3) Un controlador manual aprobado de un motor, con un valor de potencia nominal no menor al valor nominal del motor, y marcado como "adecuado como desconector del motor".

d) Motores con controladores tipo autotransformador. Para motores de más de 1.50 kilowatts (2 hp) hasta 74.60 kilowatts (100 hp) inclusive, se permitirá que el medio de desconexión separado exigido para un motor con un controlador de tipo autotransformador, sea un interruptor para uso general, si se cumplen todas las disposiciones siguientes:

(1) El motor acciona un generador equipado con protección contra sobrecarga.

(2) El controlador es capaz de interrumpir la corriente de rotor bloqueado del motor, está provisto de un relevador por falla de tensión eléctrica, y posee un dispositivo de protección contra sobrecarga del motor con ajuste no mayor que el 125 por ciento del valor nominal de corriente de plena carga del motor.

(3) En el circuito derivado del motor, se proporcionan fusibles separados o un interruptor automático de tiempo inverso con valor nominal o ajustado a máximo el 150 por ciento de la corriente de plena carga del motor.

e) Desconector de aislamiento (seccionador). Para motores estacionarios de más de 30 kilowatts (40 hp) en corriente continua o de 75 kilowatts (100 hp) en corriente alterna, se permitirá que el medio de desconexión sea un interruptor para uso general o un desconector, si están marcados claramente con la advertencia: "No operar bajo carga".

f) Motores conectados con cordón y clavija. Para motores conectados con cordón y clavija, se permitirá que sirva como medio de desconexión una clavija de conexión y un contacto clasificados en caballos de fuerza, unas entradas superficiales con brida y un conector de cordón, o una clavija de conexión y un conector de cordón, cuyos valores nominales no sean menores a los del motor. No se requiere clavija de conexión, entradas superficiales con brida, contactos o conectores de cordón con valor nominal en caballos de fuerza, para un aparato conectado con cordón y clavija, de acuerdo con 422-33, un aire acondicionado para habitación, de acuerdo con 440-63, o un motor portátil con valor nominal de 248.66 watts (1/3 de hp) o menos.

g) Motores de alto par. Para los motores de alto par, se permitirá que el medio de desconexión sea un interruptor para uso general.

430-110. Capacidad nominal de corriente y capacidad de interrupción.

a) Generalidades. El medio de desconexión para los circuitos de motores de 1000 volts nominales o menos debe tener un valor nominal de corriente que sea como mínimo el 115 por ciento del valor nominal de corriente de plena carga del motor.

Excepción: Se permitirá que un interruptor de circuito de motor, sin fusibles, con un valor nominal de potencia en caballos de fuerza no menor a la potencia del motor en caballos de fuerza, tenga un valor nominal en amperes menor al 115 por ciento del valor nominal de corriente de plena carga del motor.

b) Para motores de alto par. El medio de desconexión para un motor de alto par debe tener un valor nominal de corriente que sea como mínimo el 115 por ciento de la corriente que aparece en la placa de datos del motor.

c) Para cargas combinadas. Cuando se usen juntos dos o más motores o cuando uno o más motores se usen en combinación con otras cargas, tales como calefactores de resistencia, y la carga combinada pueda estar simultáneamente sobre un solo medio de desconexión, el valor nominal de corriente y de potencia nominal en caballos de fuerza de la carga combinada se debe calcular como sigue:

1) Valor nominal en caballos de fuerza. El valor nominal del medio de desconexión se debe calcular sumando todas las corrientes, incluidas las cargas resistivas, en la condición de plena carga y también en la condición de rotor bloqueado. Para los propósitos de este requisito, la corriente combinada a plena carga y la corriente combinada con rotor bloqueado así obtenida, se deben considerar como un solo motor de acuerdo con lo siguiente:

La corriente de plena carga equivalente al valor de potencia nominal en caballos de fuerza de cada motor se debe seleccionar de las Tablas 430-247, 430-248, 430-249 ó 430-250. Estas corrientes de plena carga se deben sumar al valor nominal de corriente en amperes de las demás cargas, para obtener la corriente equivalente de plena carga para la carga combinada.

La corriente con rotor bloqueado equivalente al valor de potencia nominal en caballos de fuerza de cada motor se debe seleccionar de las Tablas 430-251(a) o 430-251(b). Las corrientes con rotor bloqueado se deben sumar al valor nominal en amperes de las demás cargas, para obtener una corriente equivalente con rotor bloqueado para la carga combinada.

Cuando no se puedan arrancar simultáneamente dos o más motores u otras cargas, se permitirá utilizar la mayor suma de corrientes con rotor bloqueado de un motor o grupo de motores que se puedan arrancar simultáneamente, y las corrientes de plena carga de otras cargas concurrentes, para determinar la corriente equivalente con rotor bloqueado, de las cargas combinadas simultáneamente. En los casos en que se obtienen corrientes nominales diferentes al aplicar estas tablas, se debe utilizar el valor más grande obtenido.

Excepción: Cuando parte de la carga concurrente es una carga resistiva y cuando el medio de desconexión es un interruptor con valor nominal en caballos de fuerza y en amperes, se permitirá que el interruptor utilizado tenga un valor de potencia nominal en caballos de fuerza no menor a la carga combinada de los motores, siempre que el valor nominal del interruptor en amperes no sea menor que la corriente con rotor bloqueado del motor o motores más la carga resistiva.

2) Valor nominal en amperes. El valor nominal en amperes del medio de desconexión no debe ser menor al 115 por ciento de la suma de todas las corrientes de la condición de plena carga determinada de acuerdo con 430-110(c)(1).

Excepción: Se permitirá que un interruptor aprobado de circuito de motor, sin fusibles, con un valor de potencia nominal en caballos de fuerza igual o mayor a la potencia equivalente de las cargas combinadas, determinada de acuerdo con 430-110(c)(1), tenga un valor nominal en amperes menor al 115 por ciento de la suma de todas las corrientes de la condición de plena carga.

3) Motores pequeños. Para los motores pequeños no tratados en las Tablas 430-247, 430-248, 430-249 ó 430-250, se debe asumir que la corriente con rotor bloqueado es seis veces la corriente de plena carga.

430-111. Desconectador o interruptor automático utilizado como controlador y como medio de desconexión. Se permitirá utilizar como controlador y como medio de desconexión un desconectador o interruptor automático que cumpla lo establecido en 430-111(a) y que sea de uno de los tipos especificados en 430-111(b).

a) Generalidades. El desconectador o interruptor automático cumple los requisitos para controladores especificados en 430-83, abre todos los conductores de fase del motor, y está protegido por un dispositivo de protección contra sobrecorriente (el cual se permitirá que sea los fusibles del circuito derivado) en cada conductor de fase. Se permitirá que el dispositivo de protección contra sobrecorriente que protege al controlador, sea parte del conjunto del controlador, o sea separado. Un controlador de tipo autotransformador se debe suministrar con un medio de desconexión separado.

b) Tipo. El dispositivo debe ser de uno de los tipos especificados a continuación:

(1) Interruptor de ruptura en aire. Un interruptor de ruptura en aire que se accione directamente al jalar de una palanca o manija.

(2) Interruptor automático de tiempo inverso. Un interruptor automático de tiempo inverso que se accione directamente al jalar de una palanca o manija. Se permitirá que el interruptor automático sea operable tanto manualmente como eléctricamente.

(3) Interruptor en aceite. Un interruptor en aceite usado en un circuito cuyo valor nominal no exceda los 1000 volts o 100 amperes, o en un circuito que exceda ese valor, cuando esté supervisado por personal experto. Se permitirá que el interruptor en aceite sea operable tanto manualmente como eléctricamente.

430-112. Motores con un solo medio de desconexión. Cada motor debe estar equipado con un medio de desconexión individual.

Excepción: Se permitirá que un solo medio de desconexión alimente a un grupo de motores si se cumple cualquiera de las condiciones (a), (b) o (c). El medio de desconexión debe tener un valor nominal de acuerdo con 430-110(c).

(a) Cuando varios motores accionen distintas partes de una sola máquina o pieza de aparato, tales como máquinas herramientas para el trabajo del metal o de la madera, grúas y montacargas.

(b) Cuando un grupo de motores esté protegido por un conjunto de dispositivos para protección del circuito derivado, como lo permite 430-53(a).

(c) Cuando un grupo de motores esté ubicado en un solo cuarto al alcance de la vista desde el lugar donde se encuentran los medios de desconexión.

430-113. Energía desde más de una fuente. Los motores y los equipos accionados por motores que reciban energía eléctrica desde más de una fuente deben estar dotados de medios de desconexión en cada una de las fuentes de alimentación, ubicado inmediatamente al lado del equipo alimentado. Se permitirá que cada fuente tenga un medio de desconexión separado.

Cuando se suministran múltiples medios de desconexión, se debe proporcionar un anuncio permanente de advertencia sobre o adyacente a cada medio de desconexión.

Excepción 1: Cuando un motor reciba energía eléctrica desde más de una fuente, no se exigirá que el medio de desconexión de la fuente principal de alimentación al motor esté colocado inmediatamente al lado del motor, siempre que el medio de desconexión del controlador pueda ser bloqueado de acuerdo a lo establecido en 110-25.

Excepción 2: No se exigirá un medio de desconexión separado para circuitos de control remoto de Clase 2 que cumplan con el Artículo 725, que no tengan más de 30 volts nominales, estén aislados y no puestos a tierra.

Parte J. Sistemas de accionamiento de velocidad ajustable

430-120. Generalidades. Las disposiciones de instalación de las Partes A hasta I son aplicables a menos que estén modificadas o complementadas por la Parte J:

NOTA: Se puede presentar resonancia eléctrica como resultado de la interacción de corrientes no sinusoidales de este tipo de carga con capacitores de corrección del factor de potencia.

430-122. Conductores - ampacidad y tamaño mínimos.

a) Conductores del alimentador/circuito derivado. Los conductores del circuito que alimentan equipos de conversión de potencia incluidos como parte de un sistema de accionamiento de velocidad ajustable deben tener una ampacidad no menor a 125 por ciento de la corriente de entrada nominal al equipo de conversión de potencia.

NOTA: El equipo de conversión de potencia puede tener valores nominales múltiples de potencia y corrientes de entradas correspondientes.

b) Dispositivo para derivación (bypass). Para un sistema de accionamiento de velocidad ajustable que utiliza un dispositivo para derivación (bypass), la ampacidad del conductor no debe ser menor a la exigida por 430-6. La ampacidad de los conductores del circuito que alimentan al equipo de conversión de potencia incluido como parte de un sistema de accionamiento de velocidad ajustable que utiliza un dispositivo para derivación (bypass) debe ser la mayor de las siguientes:

(1) 125 por ciento de la corriente de entrada nominal al equipo de conversión de fuerza.

(2) 125 por ciento de la corriente nominal de plena carga del motor tal como se determina en 430-6.

430-124. Protección contra sobrecarga. Se debe suministrar protección contra sobrecarga del motor.

a) Incluida en el equipo de conversión de potencia. Cuando el equipo de conversión de potencia está marcado para indicar que se incluye la protección contra sobrecarga del motor, no se exigirá protección adicional contra sobrecarga.

b) Circuitos de desviación (bypass). Para sistemas de accionamiento de velocidad ajustable que utilizan un dispositivo de desviación para permitir el funcionamiento del motor a la velocidad nominal de plena carga, se debe suministrar protección contra sobrecarga del motor, como la descrita en el Artículo 430, Parte C, en el circuito de desviación.

c) Aplicaciones con múltiples motores. Para aplicaciones con múltiples motores, se debe proporcionar protección individual contra sobrecarga del motor de acuerdo con el Artículo 430, Parte C.

430-126. Protección contra sobretemperatura del motor.

a) Generalidades. Los sistemas de accionamiento de velocidad ajustable deben proteger contra condiciones de sobretemperatura del motor cuando el motor no tiene el valor nominal para operar a la corriente nominal de la placa de datos en el intervalo de velocidad exigido por la aplicación. Esta protección se debe suministrar además de la protección del conductor exigida en 430-32. La protección se debe brindar por uno de los siguientes medios:

(1) Protector térmico del motor, de acuerdo con 430-32.

(2) Sistema de accionamiento de velocidad ajustable con protección contra sobrecarga sensible a la velocidad y a la carga y memoria de retención de la temperatura a la parada o la pérdida de la energía.

Excepción para (2): Para las cargas de servicio continuo no se exigirá memoria de retención de la temperatura a la parada o la pérdida de la energía.

(3) Relevador de protección contra sobretemperatura que utilice detectores térmicos en el motor y que cumple con los requisitos de 430-32(a)(2) o (b)(2).

(4) Detector térmico en el motor cuyas comunicaciones son recibidas por el sistema de accionamiento de velocidad ajustable que actúa de acuerdo con éstas.

NOTA: La relación entre la corriente del motor y la temperatura del motor cambia cuando el motor es operado por un accionamiento de velocidad ajustable. En algunas aplicaciones, el sobrecalentamiento de los motores se puede presentar cuando operan a velocidad reducida, incluso en niveles de corriente menores a la corriente nominal de plena carga de los motores. El sobrecalentamiento puede ser el resultado de la reducida refrigeración disminuida del motor cuando el ventilador montado en su eje funciona a una velocidad menor de las revoluciones por minuto de la placa de datos. Como parte del análisis para determinar si se producirá sobrecalentamiento, es necesario considerar las curvas de capacidad de par continuo del motor dadas las condiciones de la aplicación. Esto facilitará el determinar si la protección contra sobrecarga del motor podrá, por sí misma, brindar la protección contra el sobrecalentamiento. Estos requisitos de protección contra el sobrecalentamiento están previstos únicamente para aplicaciones en las que se usan accionamientos de velocidad ajustable, tal como se define en el Artículo 100.

Para motores que emplean sistemas externos de refrigeración por líquido o aire forzado, se puede presentar sobretemperatura si el sistema de refrigeración no está funcionando.

Aunque este problema no es único de las aplicaciones de velocidad ajustable, con más frecuencia se encuentran motores con refrigeración externa con tales aplicaciones. En estos casos, se recomienda la protección contra sobretemperatura que usa la detección directa de la temperatura [por ejemplo, 430-126(a)(1), (a)(3) o (a)(4)], o deben suministrar medios adicionales para garantizar que el sistema de refrigeración esté funcionando (detección de flujo o presión, enclavamiento del sistema de accionamiento de velocidad ajustable y el sistema de refrigeración, etc.)

b) Aplicaciones de múltiples motores. Para aplicaciones de múltiples motores, se debe proporcionar protección individual contra sobretemperatura del motor, según se requiere en 430-126(a).

c) Rearranque automático y parada sistemática. Las disposiciones de 430-43 y 430-44 se deben aplicar a los medios de protección contra sobretemperatura del motor.

430-128. Medios de desconexión. Se permitirá que los medios de desconexión estén en la línea de entrada al equipo de conversión y deben tener un valor nominal no menor al 115 por ciento de la corriente nominal de entrada de la unidad de conversión.

430-130. Protección contra fallas a tierra y cortocircuitos de un circuito derivado para circuitos de un solo motor que contengan equipos de conversión de potencia.

a) Circuitos que contienen equipos de conversión de potencia. Los circuitos que contengan equipos de conversión de potencia deben estar protegidos mediante un dispositivo de protección contra fallas a tierra y cortocircuitos de circuitos derivados, de acuerdo con lo siguiente:

(1) El valor nominal y tipo de protección deben determinarse según lo establecido en las secciones 430-52(c)(1), (c)(3), (c)(5) o (c)(6), mediante la aplicación del valor nominal de la corriente de plena carga de la carga del motor, según se determina en 430-6.

(2) Donde los valores máximos nominales de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado estén estipulados para tipos de dispositivos específicos en las instrucciones del fabricante para los equipos de conversión de potencia o estén de algún otro modo marcados en el equipo, no se deben exceder, aún si se permiten valores más altos en la sección 430-130(a)(1).

(3) Se permitirá un controlador combinado autoprotegido únicamente donde esté específicamente identificado en las instrucciones del fabricante para equipos de conversión de potencia o si estuviera marcado de algún otro modo en el equipo.

NOTA: El tipo de dispositivo de protección, su valor nominal y sus ajustes generalmente están marcados o se suministran en el equipo de conversión de potencia.

(4) Cuando un interruptor de disparo instantáneo o fusibles semiconductores estén permitidos de acuerdo con las instrucciones del fabricante del variador para su uso como dispositivo de protección contra cortocircuito y falla a tierra del circuito derivado para equipos de conversión de potencia, deben ser provistos como parte integral de un solo conjunto aprobado que incorpora tanto el dispositivo de protección como el equipo de conversión de potencia.

b) Dispositivo de circuito en derivación (bypass). La protección contra cortocircuito y fallas a tierra de un circuito derivado también debe ser provista para uno o más dispositivos/de circuitos en derivación (bypass). Donde un solo dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra de un circuito derivado esté provisto para circuitos que contengan tanto equipos de conversión de potencia como un circuito en derivación (bypass), el tipo de dispositivo de protección del circuito derivado y su valor nominal o ajuste debe cumplir con lo determinado para el equipo de conversión de potencia y para el equipo del dispositivo del circuito en derivación (bypass).

430-131. Varios motores o cargas en un circuito derivado que incluye equipos de conversión de potencia. Para instalaciones que cumplan con todos los requisitos establecidos en la sección 430-53, que incluyan uno o más convertidores de potencia, los fusibles de protección contra cortocircuito y fallas a tierra de un circuito derivado o los interruptores automáticos de circuitos de tiempo inverso deben ser de un tipo y un valor nominal o ajuste que estén permitidos para uso con equipos de conversión de potencia, mediante la aplicación del valor nominal de corriente de plena carga de la carga del motor conectado de acuerdo con lo establecido en la sección 430-53. Para los fines de las secciones 430-53 y 430-131, el equipo de conversión de potencia debe ser considerado un controlador de motor.

Parte K. Circuitos de motores de más de 1000 volts nominales

430-221. Generalidades. La Parte K considera los riesgos adicionales debidos al uso de tensiones altas. Complementa o modifica las otras disposiciones de este Artículo.

430-222. Identificación de los controladores. Además del marcado que requiere 430-8, el controlador debe tener identificado la tensión de control.

430-223. Conexión de la canalización a los motores. Se permitirá emplear tubo conduit metálico flexible o tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos, que no tenga más de 1.80 metros de longitud, para la conexión de las canalizaciones al envoltorio de las terminales del motor.

430-224. Tamaño de los conductores. Los conductores que alimentan los motores deben tener una ampacidad no menor a la corriente a la cual se ajusta el disparo del dispositivo o dispositivos de protección contra sobrecarga de los motores.

430-225. Protección contra sobrecorriente del circuito del motor.

a) Generalidades. Todos los circuitos de motor deben incluir protección coordinada para interrumpir automáticamente las corrientes de falla y de sobrecarga en el motor, los conductores del circuito del motor y los aparatos de control del motor.

Excepción: Cuando un motor sea crítico para una operación y el motor deba funcionar hasta que falle, si fuera necesario, para evitar un riesgo mayor a las personas, se permitirá conectar el dispositivo de detección a un indicador o alarma supervisados, en lugar de interrumpir el circuito del motor.

b) Protección contra sobrecarga.

1) Tipo del dispositivo de protección contra sobrecarga. Todos los motores deben estar protegidos contra el calentamiento peligroso debido a sobrecargas o fallas al arrancar el motor, mediante un protector térmico integrado en el motor o dispositivos exteriores detectores de corriente, o ambos. Se deben determinar bajo supervisión de ingeniería los ajustes del dispositivo de protección para cada circuito de motor.

2) Motores de corriente alterna de rotor devanado. Se debe considerar que los circuitos del secundario de los motores de corriente alterna de rotor devanado, incluidos sus conductores, controladores y resistencias, clasificados para esta aplicación, están protegidos contra sobrecorriente por los medios de protección contra sobrecarga del motor.

3) Operación. La operación del dispositivo de interrupción de sobrecarga debe desconectar simultáneamente todos los conductores de fase.

4) Restablecimiento automático. Los dispositivos detectores de sobrecarga no se deben restablecer automáticamente después de dispararse, a menos que su restablecimiento no produzca un re arranque automático del motor o no exista riesgo para las personas si se re arranca el motor y su maquinaria conectada.

c) Protección contra corrientes de falla.

1) Tipo de protección. Todos los circuitos de motores deben estar protegidos contra corrientes de falla tal como se especifica en (1)(a) o (1)(b).

a) Un interruptor automático de un tipo y valor nominal adecuados y dispuesto de modo que pueda recibir servicio sin ningún riesgo. El interruptor automático debe desconectar simultáneamente todos los conductores de fase. Se permitirá que el interruptor automático detecte la corriente de falla por medio de elementos sensores integrados o externos.

b) Fusibles de un tipo y valor nominal adecuados, instalados en cada conductor de fase. Los fusibles se deben usar con un medio de desconexión adecuado, o deben ser de un tipo que permita usarlos también como el medio de desconexión. Deben estar instalados de modo que no se pueda efectuar su servicio mientras estén energizados.

2) Recierre. Los dispositivos de interrupción de la corriente de falla no deben volver a cerrar automáticamente el circuito.

Excepción: Se permitirá el recierre automático de un circuito cuando el circuito esté expuesto a fallas transitorias y cuando su recierre automático no cree peligro para las personas.

3) Protección combinada. Se permitirá que el mismo dispositivo proporcione la protección contra sobrecargas y contra corrientes de falla.

430-226. Capacidad nominal de los dispositivos de control de motores. La corriente máxima de disparo de los relevadores de sobrecorriente (sobrecarga) o de otros dispositivos de protección de los motores no debe exceder el 115 por ciento del valor nominal continuo de corriente del controlador. Cuando el medio de desconexión del circuito derivado del motor sea independiente del controlador, el valor nominal de corriente del medio de desconexión no debe ser menor la corriente máxima de disparo de los relevadores de sobrecorriente que haya en el circuito.

430-227. Medio de desconexión. El medio de desconexión del controlador debe ser capaz de ser bloqueado de acuerdo con lo establecido en 110-25.

Parte L. Protección de partes vivas para todas las tensiones

430-231. Generalidades. La Parte L especifica que las partes vivas deben estar protegidas de una manera que se considere aprobada para los peligros involucrados.

430-232. Donde se requiera. Las partes vivas expuestas de los motores y controladores que funcionen a 50 volts o más entre terminales, deben estar resguardadas contra contactos accidentales, mediante una envolvente o por su ubicación, como se indica a continuación:

(1) Mediante su instalación en un local o envolvente que sea accesible sólo a personas calificadas.

(2) Mediante su instalación en un balcón, galería o plataforma elevadas y que no permitan el acceso a personas no calificadas.

(3) Mediante su elevación a una altura de 2.50 metros o más sobre el piso.

Excepción: No se exigirá que las partes vivas de los motores que operan a más de 50 volts entre terminales tengan protección adicional para motores estacionarios que tienen conmutadores, colectores y montajes de escobillas ubicados dentro de los soportes del extremo del motor y no conectados conductivamente a circuitos de alimentación que operan a más de 150 volts a tierra.

430-233. Protección para operadores. Cuando las partes vivas de los motores o controladores que funcionen a más de 50 volts a tierra, estén resguardadas contra el contacto accidental sólo por su ubicación tal como se especifica en 430-232, y cuando sea necesario hacer ajustes u otros trabajos de mantenimiento durante el funcionamiento de los aparatos, se deben instalar tapetes o tarimas aislantes de modo que la persona encargada no pueda tocar fácilmente las partes vivas a menos que esté parada sobre el tapete o la tarima aislada.

NOTA: En cuanto al espacio de trabajo, véase 110-26 y 110-34.

Parte M. Puesta a tierra para todas las tensiones

430-241. Generalidades. La Parte M especifica la puesta a tierra de las partes metálicas expuestas no portadoras de corriente que se puedan llegar a energizar, de los bastidores de los motores y controladores, para evitar una tensión mayor con respecto a tierra en el caso de un contacto accidental entre las partes energizadas y los bastidores. El aislamiento, la separación o el resguardo son alternativas adecuadas para la puesta a tierra de motores bajo ciertas condiciones.

430-242. Motores estacionarios. Los armazones de los motores estacionarios se deben poner a tierra en cualquiera de las circunstancias siguientes:

- (1) Cuando estén alimentados por conductores con envoltorio metálico.
- (2) Cuando estén en un lugar mojado y no estén aislados o resguardados.
- (3) Cuando estén en un lugar (clasificado) peligroso.
- (4) Si el motor funciona con algún terminal a más de 150 volts a tierra. Cuando el armazón del motor no esté puesto a tierra, debe estar aislado de la tierra en forma permanente y eficaz.

430-243. Motores portátiles. Los armazones de los motores portátiles que funcionen a más de 150 volts a tierra se deben poner a tierra o resguardar.

NOTA 1: Para la puesta a tierra de aparatos portátiles en lugares no residenciales, véase 250-114(4).

NOTA 2: Para el color de los conductores de puesta a tierra de los equipos, véase 250-119(c).

Excepción 1: No se exigirá que las herramientas aprobadas accionadas por motor, los aparatos aprobados accionados por motor y el equipo aprobado accionado por motor estén puestos a tierra si están protegidos por un sistema de doble aislamiento o su equivalente. El equipo con doble aislamiento debe estar marcado.

Excepción 2: Las herramientas aprobadas accionadas por motor, los aparatos aprobados accionados por motor y el equipo aprobado accionado por motor conectados con cordón y clavija de conexión diferentes a los que se exige poner a tierra de acuerdo con 250-114.

430-244. Controladores. Las cubiertas o gabinetes de los controladores se deben conectar al conductor de puesta a tierra de equipos, independientemente de la tensión. Los envoltorios de los controladores deben tener medios para conectar una terminación de un conductor de puesta a tierra de equipos, de acuerdo con 250-8.

Excepción: No se exigirá poner a tierra los envoltorios unidos a equipos portátiles no puestos a tierra.

430-245. Método de puesta a tierra. La conexión al conductor de puesta a tierra de equipos se debe hacer según se especifica en la Parte F del Artículo 250.

a) Puesta a tierra a través de la caja de terminales. Cuando el alambrado a un motor conste de cables con envoltorio metálico o canalizaciones metálicas, se deben instalar cajas de empalme para alojar las terminales de los motores, y la armadura del cable o las canalizaciones metálicas se deben conectar a ellas de la manera especificada en 250-96(a) y 250-97.

b) Separación entre la caja de empalmes y el motor. Se permitirá que la caja de empalme exigida en 430-245(a) esté separada del motor a no más de 1.80 m, siempre que las terminales hasta el motor sean conductores trenzados dentro de un cable tipo AC, cable tipo MC de cinta metálica entrelazada, si están aprobados e identificados de acuerdo con 250-118(10)(a), o cordones armados o sean terminales trenzadas encerradas en tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos, tubo conduit metálico flexible, tubo conduit metálico semipesado, tubo conduit metálico pesado o Tubo conduit metálico ligero con Designación métrica no menor al 12 (tamaño comercial 3/8 de pulgada), con la armadura o canalización conectados tanto al motor como a la caja. Se permitirá utilizar tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos y tubo conduit no metálico pesado, para encerrar las terminales hasta el motor, siempre que esas terminales sean trenzadas y que el conductor exigido para la puesta a tierra de equipos esté conectado tanto al motor como a la caja.

Cuando se utilicen conductores terminales trenzadas, protegidas como se indica anteriormente, cada hilo dentro del conductor no debe ser de un tamaño mayor al 5.26 mm² (10 AWG) y deben cumplir los demás requisitos de esta NOM relativos a los conductores usados en canalizaciones.

c) Puesta a tierra de los dispositivos instalados en controladores. Los secundarios de los transformadores para instrumentos y las partes metálicas expuestas no portadoras de corriente u otras partes conductoras o las cajas de los transformadores para instrumentos, medidores, instrumentos y relevadores, se deben poner a tierra tal como se especifica en 250-170 hasta 250-178.

Parte N. Tablas

Tabla 430-247.- Corriente a plena carga para motores de corriente continua

Los siguientes valores de corriente a plena carga* son para motores que funcionan a su velocidad básica.

Valor nominal en		Tensión nominal de armadura		
kW	hp	120 volts	240 volts	500 volts
		Amperes		
0.19	¼	3.1	1.6	—
0.25	⅓	4.1	2	—
0.37	½	5.4	2.7	—
0.56	¾	7.6	3.8	—
0.75	1	9.5	4.7	—
1.12	1 ½	13.2	6.6	—
1.5	2	17	8.5	—
2.25	3	25	12.2	—
3.75	5	40	20	—
5.6	7 ½	58	29	13.6
7.5	10	76	38	18
11.2	15	—	55	27
14.9	20	—	72	34
18.7	25	—	89	43
22.4	30	—	106	51
29.8	40	—	140	67
37.3	50	—	173	83
44.8	60	—	206	99
56	75	—	255	123
75	100	—	341	164
93	125	—	425	205
112	150	—	506	346
149	200	—	675	330

* Estos valores son promedios para corriente continua.

Tabla 430-248.- Corriente a plena carga de motores monofásicos de corriente alterna

Los siguientes valores de corriente a plena carga corresponden a motores que funcionan a la velocidad usual y motores con características normales de par. Las tensiones listadas son las nominales de los motores. Las corrientes listadas deben utilizarse para sistemas de tensiones nominales de 110 a 120 volts y de 220 a 240 volts.

kW	hp	115 volts	127 volts	208 volts	230 volts
		Amperes			
0.12	1/6	4.4	4	2.4	2.2
0.19	1/4	5.8	5.3	3.2	2.9
0.25	1/3	7.2	6.5	4	3.6
0.37	1/2	9.8	8.9	5.4	4.9
0.56	3/4	13.8	11.5	7.6	6.9
0.75	1	16	14	8.8	8
1.12	1 1/2	20	18	11	10
1.5	2	24	22	13.2	12
2.25	3	34	31	18.7	17
3.75	5	56	51	30.8	28
5.6	7 1/2	80	72	44	40
7.5	10	100	91	55	50

Tabla 430-249.- Corriente a plena carga para motores de dos fases de corriente alterna (4 hilos)

Los siguientes valores de corriente a plena carga corresponden a motores que funcionan a las velocidades usuales de motores con bandas y a motores con características normales de par. La corriente en el conductor común de un sistema de dos fases de 3 hilos será de 1.41 veces el valor dado. Las tensiones relacionadas son las nominales de los motores. Las corrientes enumeradas se permitirán para sistemas con intervalos de tensión de 110 a 120 volts, 220 a 240 volts, 440 a 480 volts y 550 a 600 volts.

kW	hp	Tipo de inducción de jaula de ardilla y de rotor devanado				
		115 volts	230 volts	460 volts	575 volts	2300 volts
		Amperes				
0.37	1/2	4	2	1	0.8	—
0.56	3/4	4.8	2.4	1.2	1	—
0.75	1	6.4	3.2	1.6	1.3	—
1.12	1 1/2	9	4.5	2.3	1.8	—
1.5	2	11.8	5.9	3	2.4	—
2.25	3	—	8.3	4.2	3.3	—
3.75	5	—	13.2	6.6	5.3	—
5.6	7 1/2	—	19	9	8	—
7.5	10	—	24	12	10	—
11.2	15	—	36	18	14	—
14.9	20	—	47	23	19	—
18.7	25	—	59	29	24	—
22.4	30	—	69	35	28	—
29.8	40	—	90	45	36	—
37.3	50	—	113	56	45	—
44.8	60	—	133	67	53	14
56	75	—	166	83	66	18
75	100	—	218	109	87	23
93	125	—	270	135	108	28
120	150	—	312	156	125	32
149	200	—	416	208	167	43

Tabla 430-250.- Corriente a plena carga de motores trifásicos de corriente alterna

Los siguientes valores de corrientes de plena carga son típicos para motores que funcionan a las velocidades usuales de motores con bandas y motores con características normales de par.

Las tensiones enumeradas son las nominales de los motores. Las corrientes enumeradas se permitirán para sistemas con intervalos de tensión de 110 a 120 volts, 220 a 240 volts, 440 a 480 volts y 550 a 600 volts.

kW	hp	Tipo de inducción de jaula de ardilla y de rotor devanado. (amperes)							Tipo sincrónico de factor de potencia unitario* (amperes)			
		115 volts	200 volts	208 volts	230 volts	460 volts	575 volts	2300 volts	230 volts	460 volts	575 volts	2300 volts
0.37	½	4.4	2.5	2.4	2.2	1.1	0.9	—	—	—	—	—
0.56	¾	6.4	3.7	3.5	3.2	1.6	1.3	—	—	—	—	—
0.75	1	8.4	4.8	4.6	4.2	2.1	1.7	—	—	—	—	—
1.12	1 ½	12	6.9	6.6	6	3	2.4	—	—	—	—	—
1.5	2	13.6	7.8	7.5	6.8	3.4	2.7	—	—	—	—	—
2.25	3	—	11	10.6	9.6	4.8	3.9	—	—	—	—	—
3.75	5	—	17.5	16.7	15.2	7.6	6.1	—	—	—	—	—
5.6	7 ½	—	25.3	24.2	22	11	9	—	—	—	—	—
7.5	10	—	32.2	30.8	28	14	11	—	—	—	—	—
11.2	15	—	48.3	46.2	42	21	17	—	—	—	—	—
14.9	20	—	62.1	59.4	54	27	22	—	—	—	—	—
18.7	25	—	78.2	74.8	68	34	27	—	53	26	21	—
22.4	30	—	92	88	80	40	32	—	63	32	26	—
29.8	40	—	120	114	104	52	41	—	83	41	33	—
37.3	50	—	150	143	130	65	52	—	104	52	42	—
44.8	60	—	177	169	154	77	62	16	123	61	49	12
56	75	—	221	211	192	96	77	20	155	78	62	15
75	100	—	285	273	248	124	99	26	202	101	81	20
93	125	—	359	343	312	156	125	31	253	126	101	25
112	150	—	414	396	360	180	144	37	302	151	121	30
150	200	—	552	528	480	240	192	49	400	201	161	40
187	250	—	—	—	—	302	242	60	—	—	—	—
224	300	—	—	—	—	361	289	72	—	—	—	—
261	350	—	—	—	—	414	336	83	—	—	—	—
298	400	—	—	—	—	477	382	95	—	—	—	—
336	450	—	—	—	—	515	412	103	—	—	—	—
373	500	—	—	—	—	590	472	118	—	—	—	—

*Para factores de potencia de 90 por ciento y 80 por ciento, las cifras anteriores se deben multiplicar respectivamente por 1.10 y 1.25

Tabla 430-251(a).- Conversión de corrientes monofásicas a rotor bloqueado, para la selección de los medios de desconexión y controladores de los motores, de acuerdo a los valores nominales de tensión y potencia en kW

Para su uso solamente con 430-110, 440-12, 440-41 y 455-8(c).

kW	hp	Corriente monofásica máxima a rotor bloqueado		
		115 volts	208 volts	230 volts
		Amperes		
0.37	½	58.8	32.5	29.4
0.56	¾	82.8	45.8	41.4
0.75	1	96	53	48
1.12	1 ½	120	66	60
1.5	2	144	80	72
2.25	3	204	113	102
3.75	5	336	186	168
5.6	7 ½	480	265	240
7.5	10	600	332	300

Tabla 430-251(b).- Conversión de corriente polifásica máxima a rotor bloqueado, diseños B, C, y D, para la selección de medios de desconexión y controladores, determinados a partir del valor nominal de potencia en caballos de fuerza y la letra de diseño

Para su uso solamente con 430-110, 440-12, 440-41 y 455-8(c).

kW	hp	Corriente máxima a rotor bloqueado, en amperes motores de dos y tres fases de diseño B, C y D*					
		115 volts	200 volts	208 volts	230 volts	460 volts	575 volts
		B, C, D	B, C, D	B, C, D	B, C, D	B, C, D	B, C, D
		Amperes					
0.37	½	40	23	22.1	20	10	8
0.56	¾	50	28.8	27.6	25	12.5	10
0.75	1	60	34.5	33	30	15	12
1.12	1 ½	80	46	44	40	20	16
1.5	2	100	57.5	55	50	25	20
2.25	3	—	73.6	71	64	32	25.6
3.75	5	—	105.8	102	92	46	36.8
5.6	7 ½	—	146	140	127	63.5	50.8
7.5	10	—	186.3	179	162	81	64.8
11.2	15	—	267	257	232	116	93
14.9	20	—	334	321	290	145	116
18.7	25	—	420	404	365	183	146
22.4	30	—	500	481	435	218	174
29.8	40	—	667	641	580	290	232
37.3	50	—	834	802	725	363	290
44.8	60	—	1001	962	870	435	348
56	75	—	1248	1200	1085	543	434
75	100	—	1668	1603	1450	725	580
93	125	—	2087	2007	1815	908	726
112	150	—	2496	2400	2170	1085	868
150	200	—	3335	3207	2900	1450	1160
187	250	—	—	—	—	1825	1460
224	300	—	—	—	—	2200	1760
261	350	—	—	—	—	2550	2040
298	400	—	—	—	—	2900	2320
336	450	—	—	—	—	3250	2600
373	500	—	—	—	—	3625	2900

*Los motores de diseño A no están limitados a una corriente máxima de arranque o una corriente de rotor bloqueado.

ARTÍCULO 440
EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO Y DE REFRIGERACIÓN

Parte A. Generalidades

440-1. Alcance. Las disposiciones de este Artículo se aplican a los equipos de aire acondicionado y de refrigeración accionados por motor y a los circuitos derivados y controladores de dichos equipos. En este Artículo se establecen las consideraciones especiales necesarias para los circuitos de alimentación de motocompresores herméticos de refrigeración y de todos los equipos de aire acondicionado o refrigeración alimentados desde un circuito derivado que alimenta un motocompresor hermético de refrigeración.

440-2. Definiciones.

Corriente de carga nominal. La corriente para un motocompresor hermético de refrigeración es la corriente resultante cuando es operado a la carga nominal, tensión nominal y frecuencia nominal del equipo que acciona.

Corriente para selección del circuito derivado. Valor en amperes que se utiliza en lugar de la corriente de la carga nominal, para calcular los valores nominales de los conductores del circuito derivado para motores, medios de desconexión, controladores y dispositivos de protección contra cortocircuito y fallas a tierra de los circuitos derivados, siempre que el dispositivo de protección en funcionamiento contra sobrecargas permita una corriente sostenida mayor al porcentaje especificado de la corriente de la carga nominal. El valor de la corriente de selección del circuito derivado será siempre igual o mayor que la corriente de carga nominal marcada.

Interruptor/detector de corriente de fuga. Dispositivo provisto en un cordón de alimentación de fuerza o un conjunto de cordones, que detecta la corriente de fuga que fluye entre o desde los conductores del cordón e interrumpe el circuito en un nivel predeterminado de la corriente de fuga.

440-3. Otros Artículos.

a) Artículo 430. Estas disposiciones son adicionales o modifican las disposiciones del Artículo 430 y otros Artículos de esta NOM, que se aplican excepto como se modifican en este Artículo.

b) Artículos 422, 424 ó 430. Las reglas de los Artículos 422, 424 ó 430, según el caso, se deben aplicar a los equipos de aire acondicionado y refrigeración que no incluyen un motocompresor hermético de refrigeración. Este equipo incluye dispositivos que emplean compresores de refrigeración accionados por motores convencionales, hornos con serpentines evaporadores para aire acondicionado, unidades manejadoras de aire, condensadores remotos enfriados por aire a circulación forzada, refrigeradores comerciales remotos, etc.

c) Artículo 422. Los equipos tales como los aparatos de aire acondicionado para habitaciones, refrigeradores y congeladores domésticos, enfriadores de agua potable y dispensadores de bebidas, se deben considerar como aparatos, por lo que se les debe aplicar también las disposiciones del Artículo 422.

d) Otros Artículos aplicables. Los motocompresores herméticos de refrigeración, circuitos, controladores y equipos deben cumplir también las disposiciones de la Tabla 440-3(d).

Tabla 440-3(d).- Otros artículos

Equipo/ocupación	Artículo	Sección
Capacitores		460-9
Estudios de cine, televisión y lugares similares	530	
Talleres automotrices, hangares de aviones, gasolineras y estaciones de servicio, plantas de almacenamiento a granel, procesos de aplicación por pulverización, inmersión y recubrimiento, y lugares donde se inhalen gases anestésicos	511, 513, 514, 515, 516 y 517 Parte D	
Lugares peligrosos (clasificados)	500-503, 505 y 506	
Resistencias y reactivancias	470	

440-4. Placa de datos de motocompresores herméticos de refrigeración y equipos

a) Placa de datos de motocompresores herméticos de refrigeración. Un motocompresor hermético de refrigeración debe estar dotado de una placa de datos que indique el nombre del fabricante, la marca o símbolo comercial, la designación de identificación, el número de fases, la tensión y la frecuencia. El fabricante del equipo con el que se utiliza el motocompresor debe marcar la corriente de carga nominal en

amperes del motocompresor en la placa de datos de éste o del equipo, o en ambas. En la placa de datos de los motocompresores se debe marcar también la corriente con rotor bloqueado de cada motocompresor monofásico con una corriente de carga nominal de más de 9 amperes a 115 volts, o más de 4.50 amperes a 230 volts y de todos los motocompresores polifásicos.

Cuando se utilice un protector térmico que cumpla lo establecido en 440-52(a)(2) y (b)(2), en la placa de datos del motocompresor o del equipo se deben marcar también con las palabras "Protegido térmicamente". Cuando se utilice un sistema de protección que cumpla lo establecido en 440-52(a)(4) y (b)(4) y se suministra con el equipo, la placa de datos del equipo se debe marcar también con las palabras "Sistema protegido térmicamente". Cuando se especifique un sistema de protección que cumpla con lo establecido en 440-52(a)(4) y (b)(4), la placa de datos del equipo debe estar marcada adecuadamente.

b) Equipos con varios motores y carga combinada. Los equipos con varios motores y carga combinada deben tener una placa de datos visible, marcada con el nombre del fabricante, la tensión nominal del equipo, la frecuencia y el número de fases, la ampacidad de los conductores del circuito de alimentación, el valor nominal máximo del dispositivo de protección contra cortocircuito y falla a tierra del circuito derivado y el valor nominal de corriente de cortocircuito de los controladores del motor o del panel de control industrial.

La ampacidad se debe calcular de acuerdo con la Parte D, contando todos los motores y otras cargas que operen al mismo tiempo. El valor nominal del dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado no debe exceder el valor calculado según la Parte C. Si se utilizan equipos con varios motores o carga combinada conectados a dos o más circuitos, deben estar marcados con la anterior información para cada uno de los circuitos.

Excepción 1: Se permitirá que un equipo con varios motores y carga combinada que es adecuado bajo las disposiciones de este Artículo, para conectarlo a un solo circuito derivado monofásico de 15 o 20 amperes, 120 o 127 volts o de 15 amperes, 208, 220 o 240 volts, en circuito de una fase, esté marcado como una sola carga.

Excepción 2: No se exigirá marcar la ampacidad mínima de los conductores del circuito de alimentación y el valor nominal máximo del dispositivo de protección contra cortocircuitos y fallas a tierra del circuito derivado, en un acondicionador de aire para habitaciones que cumpla con 440-62(a).

Excepción 3: No se exigirá que los equipos con varios motores y carga combinada usados en viviendas unifamiliares o bifamiliares, los equipos conectados con cordón y clavija de conexión estén marcados con el valor nominal de corriente de corto circuito.

c) Corriente de selección del circuito derivado. Un motocompresor hermético de refrigeración o un equipo que incluya un compresor de ese tipo, con sistema de protección aprobado para su uso con el motocompresor que protege, y que permita una corriente permanente mayor al porcentaje especificado de la corriente de carga nominal que aparece en la placa de datos dada en 440-52(b)(2) o (b)(4), debe también estar marcado con la corriente de selección del circuito derivado que cumpla lo establecido en 440-52(b)(2) o (b)(4). Este marcado lo debe proporcionar el fabricante del equipo en la(s) placa(s) de datos en las que aparezca(n) la(s) corriente de carga nominal.

440-5. Marcado en los controladores. Un controlador se debe marcar con el nombre del fabricante, marca o símbolo comercial, designación de identificación, tensión, número de fases, corriente nominal de plena carga (o caballos de fuerza) y de rotor bloqueado; y con los demás datos que sean necesarios para indicar claramente el motocompresor con el cual se pueden utilizar.

440-6. Ampacidad y valor nominal. El tamaño de los conductores de los equipos a los que se refiere este Artículo, se debe seleccionar de las Tablas 310-15(b)(16) a 310-15(b)(19), o calcular según 310-15, según corresponda. La ampacidad exigida para los conductores y el valor nominal de los equipos se debe determinar de acuerdo con 440-6(a) y 440-6(b).

a) Motocompresor hermético de refrigeración. Para un motocompresor hermético de refrigeración, la corriente de carga nominal que aparezca en la placa de datos del equipo en el que esté instalado el motocompresor, se debe usar para determinar la ampacidad nominal o de corriente del medio de desconexión, de los conductores del circuito derivado, del controlador, del dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado y del dispositivo separado de protección contra sobrecarga del motor. Cuando no se indique la corriente de carga nominal en la placa de datos del equipo, se debe usar la corriente de carga nominal marcada en la placa de datos del motocompresor.

Excepción 1: Cuando esté así marcado, se debe usar la corriente de selección del circuito derivado en lugar de la corriente de carga nominal, para determinar la ampacidad o valor nominal de corriente del medio de desconexión, de los conductores del circuito derivado, del controlador y del dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado.

Excepción 2: Para equipos conectados con cordón y clavija, se debe usar el dato de la placa de datos de acuerdo con 440-22(b), Excepción 2.

b) Equipos con varios motores. Para determinar la ampacidad o el valor nominal del medio de desconexión, de los conductores del circuito derivado, del controlador, del dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado y del dispositivo independiente de protección contra sobrecarga del motor, en los equipos con varios motores que utilicen un motor para ventilador o soplador del tipo de inducción de polos sombreados o de inducción de fase dividida con capacitores, se debe usar la corriente de plena carga de dicho motor indicada en la placa de datos del equipo en el que se utilice el motor del ventilador o del soplador, en lugar de la potencia nominal en kilowatts o (en caballos de fuerza. Este dato en la placa de datos del equipo no debe ser menor a la corriente indicada en la placa de datos del motor del ventilador o del soplador.

440-7. Motor de potencia nominal más grande. Al determinar la conformidad con este Artículo y con las secciones 430-24, 430-53(b) y (c) y 430-62(a), se debe considerar que el motor con el mayor valor nominal (el más grande) es el que tiene la mayor corriente de carga nominal. Cuando haya dos o más motores que tengan la misma y más alta corriente de carga nominal, sólo uno de ellos se debe considerar como el motor de más alto valor nominal de corriente (el más grande). Para motores distintos de los de motocompresores herméticos de refrigeración y los de ventiladores o sopladores, a los que se refiere 440-6(b), la corriente de plena carga usada para determinar el motor del más alto valor nominal debe ser el valor equivalente y correspondiente a la potencia nominal del motor en caballos de fuerza, seleccionado de las Tablas 430-248, 430-249 ó 430-250.

Excepción: Cuando así se indique, se debe usar la corriente de selección del circuito derivado en lugar de la corriente de carga nominal, para determinar cuál es el motocompresor con el valor nominal más alto (el más grande).

440-8. Una sola máquina. Para efectos de lo establecido en 430-87, Excepción 1 y 430-112, Excepción, un sistema de aire acondicionado o de refrigeración se debe considerar como una sola máquina. Se permitirá que los motores estén ubicados remotamente uno del otro.

440-9. Puesta a tierra y unión. Cuando el equipo con varios motores y carga combinada se instala al aire libre sobre un techo, se instalará un conductor de puesta a tierra del equipo del tipo de alambre en porciones exteriores de sistemas de canalizaciones metálicas que utilicen accesorios sin rosca.

440-10. Corriente de cortocircuito nominal.

a) Instalación. No se instalarán controladores de motores de equipos de varios motores y de carga combinada cuando la corriente de cortocircuito disponible exceda su corriente de cortocircuito nominal marcada de acuerdo con 440.4(b).

b) Documentación. Cuando los controladores de motor o los tableros de control de motores de los equipos con varios motores y carga combinada se requieran sean marcados con un valor nominal de la corriente de cortocircuito, la corriente de cortocircuito disponible y la fecha en que se realizó el cálculo de la corriente de cortocircuito deberán documentarse y ponerse a disposición de las personas autorizadas para inspeccionar la instalación.

Parte B. Medios de desconexión

440-11. Generalidades. Las disposiciones de la Parte B especifican los medios de desconexión con capacidad para desconectar los equipos de aire acondicionado y refrigeración incluidos los motocompresores y controladores.

440-12. Capacidad nominal y capacidad de interrupción.

a) Motocompresor hermético de refrigeración. Un medio de desconexión para un motocompresor hermético de refrigeración se debe seleccionar con base en la corriente de carga nominal o en la corriente de selección del circuito derivado, que aparezcan en la placa de datos, la que sea mayor, y en la corriente a rotor bloqueado, respectivamente, del motocompresor, de acuerdo con lo siguiente:

1) Valor nominal en amperes. El valor nominal en amperes debe ser como mínimo el 115 por ciento de la corriente de carga nominal o de la corriente de selección del circuito derivado, tomadas de la placa de datos, la que sea mayor.

Excepción: Se permitirá que un interruptor aprobado de circuito de motor, sin fusibles y sin portafusibles, que tenga un valor nominal en caballos de fuerza no menor a la potencia en caballos de fuerza equivalente determinada de acuerdo con 440-12(a)(2), tenga un valor nominal en amperes menor al 115 por ciento de la corriente especificada.

2) Caballos de fuerza equivalentes. Para determinar los kilowatts o caballos de fuerza equivalentes de acuerdo con los requisitos de 430-109, el valor nominal en kilowatts o caballos de fuerza se debe seleccionar en las Tablas 430-248, 430-249 ó 430-250 correspondiente a la corriente de carga nominal o la corriente de selección del circuito derivado, el que sea mayor, y también el valor nominal de kilowatts o caballos de fuerza según las Tablas 430-251(a) ó 430-251(b) correspondiente a la corriente de rotor bloqueado. Cuando la corriente de carga nominal o la corriente de selección del circuito derivado y la corriente con rotor bloqueado, de la placa de datos, no correspondan a las corrientes de las Tablas 430-248, 430-249, 430-250, 430-251(a) ó 430-251(b), se debe seleccionar el valor nominal en kilowatts o caballos de fuerza correspondiente al valor inmediatamente superior. En caso de que se obtengan valores nominales diferentes en kilowatts o caballos de fuerza al aplicar estas tablas, se debe seleccionar uno que como mínimo sea igual al mayor de los valores obtenidos.

b) Cargas combinadas. Cuando la carga combinada de dos o más motocompresores herméticos de refrigeración o uno o más motocompresores herméticos de refrigeración con otros motores o cargas puedan estar conectadas simultáneamente a un solo medio de desconexión, el valor nominal del medio de desconexión se debe determinar de acuerdo con (1) y (2) siguientes.

1) Valor nominal en kilowatts o en caballos de fuerza. El valor nominal en kilowatts o en caballos de fuerza del medio de desconexión se debe determinar sumando todas las corrientes, incluidas las cargas resistivas, en la condición de carga nominal y también en la condición con rotor bloqueado. Para los propósitos de este requisito, la corriente de carga nominal combinada y la corriente con rotor bloqueado combinada, así calculadas, se deben considerar como un solo motor, tal como se exige en (a) y (b) siguientes.

a. La corriente de plena carga equivalente al valor en caballos de fuerza de cada motor, diferente de los motocompresores herméticos de refrigeración, y de los motores para ventilador o soplador tratados en 440-6(b), se debe seleccionar de las Tablas 430-248, 430-249 ó 430-250. Estas corrientes de plena carga se deben sumar al mayor de los siguientes valores: la corriente o corrientes de los motocompresores a carga nominal o a la corriente o corrientes de selección del circuito derivado, y además al valor nominal en amperes de las demás cargas, para obtener una corriente equivalente de plena carga para la carga combinada.

b. La corriente con rotor bloqueado equivalente al valor nominal en kilowatts o en caballos de fuerza de cada motor, diferente de los motocompresores herméticos de refrigeración, se debe seleccionar de Tablas 430-251(a) ó 430-251(b), y para los motores del tipo polos sombreados o de inducción de fase dividida con capacitor para ventiladores y sopladores, identificados con la corriente con rotor bloqueado, se debe usar el valor indicado. Las corrientes de rotor bloqueado se deben sumar a la corriente o corrientes de rotor bloqueado de los motocompresores y a la corriente nominal en amperes de las demás cargas, para obtener una corriente equivalente de rotor bloqueado para la carga combinada. Un método aceptable para calcular la corriente equivalente de rotor bloqueado para la carga combinada simultánea, cuando no se puedan arrancar simultáneamente dos o más motores u otras cargas, tales como calentadores con resistencias, o ambos, debe ser el tomar las combinaciones adecuadas de las corrientes de rotor bloqueado y las corrientes de cargas nominales, o las corrientes de selección del circuito derivado, la que sea mayor.

Excepción: Cuando parte de las cargas concurrentes sea una carga resistiva y el medio de desconexión sea un interruptor con valor nominal en caballos de fuerza y amperes, se permitirá que el interruptor usado tenga un valor nominal en caballos de fuerza no menor a las cargas combinadas de los motocompresores y otros motores en la condición de rotor bloqueado, si el valor nominal en amperes del interruptor no es menor a esta carga con rotor bloqueado más la carga resistiva.

2) Equivalente de la corriente de plena carga. El valor en amperes nominal del medio de desconexión debe ser como mínimo el 115 por ciento de la suma de todas las corrientes en la condición de carga nominal, determinada de acuerdo con 440-12(b)(1).

Excepción: Se permitirá que un interruptor aprobado de circuito de motor, sin fusible y sin portafusibles, que tenga un valor nominal en caballos de fuerza no menor al equivalente, en caballos de fuerza, determinada de acuerdo con 440-12(b)(1), tenga un valor nominal en amperes menor al 115 por ciento de la suma de todas las corrientes.

c) Motocompresores pequeños. Para motocompresores pequeños que no tienen marcada en su placa de datos la corriente con rotor bloqueado, o para motores pequeños no incluidos en las Tablas 430-247, 430-248, 430-249 ó 430-250, se debe asumir que la corriente de rotor bloqueado es seis veces la corriente de carga nominal.

d) Medios de desconexión. Todos los medios de desconexión del circuito del motocompresor de refrigeración, instalados entre el punto de conexión al alimentador y el punto de conexión al motocompresor, deben cumplir lo establecido en 440-12.

e) Medio de desconexión con valor nominal mayor a 75 kilowatts (100 hp). Cuando la corriente con rotor bloqueado o la corriente de carga nominal, calculada según los anteriores apartados, indique que el medio de desconexión tiene un valor nominal de más de 75 kilowatts (100 hp), se debe aplicar lo establecido en 430-109(e).

440-13. Equipos conectados con cordón. Para los equipos conectados con cordón, tales como acondicionadores de aire para habitaciones, refrigeradores y congeladores domésticos, enfriadores de agua potable y dispensadores de bebidas, se permitirá utilizar como medio de desconexión un conector separable o una clavija de conexión y un contacto.

NOTA: Con relación a los acondicionadores de aire para habitación, véase 440-63.

440-14. Ubicación. El medio de desconexión debe estar ubicado a la vista desde el equipo de aire acondicionado o de refrigeración y debe ser fácilmente accesible desde éstos. Se permitirá que el medio de desconexión esté instalado en o dentro del equipo de aire acondicionado o refrigeración. El medio de desconexión no se debe ubicar en los paneles diseñados para permitir el acceso al equipo de aire acondicionado o de refrigeración, ni de modo que la placa de datos quede oculta.

Excepción 1: Cuando el medio de desconexión suministrado de acuerdo con 430-102(a), pueda ser bloqueado conforme a lo descrito en 110-25, y el equipo de refrigeración o aire acondicionado sea esencial para un proceso industrial en una instalación con procedimientos escritos de seguridad, y cuyas condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que los equipos sólo son atendidos por personas calificadas, no se exigirá un medio de desconexión que esté a la vista desde el equipo.

Excepción 2: Cuando se utilizan una clavija de conexión y un contacto como el medio de desconexión de acuerdo con 440-13, su ubicación debe ser accesible, pero no se requerirá que sea fácilmente accesible.

NOTA 1: Para otros requisitos adicionales, véase el Artículo 430 Partes G e I.

NOTA 2: Véase 110-26.

Parte C. Protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado

440-21. Generalidades. Las disposiciones de la Parte C especifican los dispositivos para proteger los conductores del circuito derivado, aparatos de control y motores de circuitos que alimentan motocompresores herméticos de refrigeración, contra la sobrecorriente debida a cortocircuitos y fallas a tierra. Estas disposiciones son complementarias o modifican las del Artículo 240.

440-22. Aplicación y selección.

a) Capacidad nominal o ajuste para motocompresores individuales. El dispositivo de protección contra cortocircuitos y fallas a tierra del circuito derivado debe ser capaz de conducir la corriente de arranque del motor. Se permitirá un dispositivo de protección cuya corriente nominal o de ajuste no exceda el 175 por ciento de la corriente de carga nominal del motocompresor, o la corriente de selección del circuito derivado, de estos dos valores el que sea mayor, cuando la protección especificada no sea suficiente para la corriente de arranque del motor, se permitirá aumentar la corriente nominal o ajuste, pero sin exceder el 225 por ciento de la corriente de carga nominal del motocompresor o de la corriente de selección del circuito derivado, de estos dos valores el que sea mayor.

Excepción: No se exigirá que el valor nominal del dispositivo de protección contra cortocircuito y falla a tierra del circuito derivado sea menor a 15 amperes.

b) Capacidad nominal o ajuste para los equipos. El dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado debe ser capaz de conducir la corriente de arranque de los equipos. Cuando la única carga del circuito sea un motocompresor hermético de refrigeración, la protección debe cumplir lo establecido en 440-22(a). Cuando el equipo incluya más de un motocompresor hermético de refrigeración o un motocompresor hermético de refrigeración y otros motores o cargas, la protección contra cortocircuito y fallas a tierra del equipo debe cumplir lo establecido en 430-53 y 440-22(b)(1) y (b)(2).

1) El motocompresor es la carga más grande. Cuando la carga más grande conectada al circuito sea un motocompresor hermético de refrigeración, el valor nominal o ajuste del dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra el circuito derivado no debe exceder el valor especificado en 440-22(a) para el motocompresor más grande, más la suma de la corriente de carga nominal o la corriente de selección del circuito derivado, la que sea mayor, de todos los demás motocompresores y las capacidades nominales de las otras cargas alimentadas.

2) El motocompresor no es la carga más grande. Cuando la carga más grande conectada al circuito no sea un motocompresor hermético de refrigeración, el valor nominal o ajuste del dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado no debe exceder un valor igual a la suma de la corriente de carga nominal o la corriente de selección del circuito derivado, de estos dos valores el mayor, el valor nominal del motocompresor, más el valor especificado en 430-53(c)(4) cuando se alimenten otras cargas de motores, o el valor especificado en 240-4, cuando solamente se alimenten cargas que no sean de motores, además del motocompresor o motocompresores.

Excepción 1: Se permitirá que un equipo conectado a un circuito derivado monofásico, que arranque y funcione a 15 ó 20 amperes, 120 volts o a 15 amperes, 208 ó 240 volts, esté protegido por el dispositivo de protección contra sobrecorriente de 15 ó 20 amperes del circuito derivado, pero si la corriente nominal máxima del dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado, marcada en el equipo, es menor a estos valores, el dispositivo de protección del circuito no debe exceder el valor marcado en la placa de datos del equipo.

Excepción 2: Para determinar los requisitos del circuito derivado se deben utilizar los valores nominales marcados en la placa de datos de los equipos conectados con cordón y clavija, para circuitos monofásicos de máximo 250 volts, tales como refrigeradores y congeladores domésticos, enfriadores de agua potable y dispensadores de bebidas, y cada unidad se debe considerar como un solo motor, excepto si se indica otra cosa en la placa de datos.

c) Valor nominal de los dispositivos de protección que no exceda los valores del fabricante. Cuando el valor nominal máximo del dispositivo de protección, que aparece en la tabla de relevadores de sobrecarga suministrada por el fabricante para uso con un controlador de motor, sea menor al valor nominal o de ajuste seleccionado de acuerdo con 440-22(a) y (b), la corriente nominal del dispositivo de protección no debe exceder los valores marcados por el fabricante en el equipo.

Parte D. Conductores del circuito derivado

440-31. Generalidades. Las disposiciones de la Parte D y del Artículo 310 especifican la ampacidad de los conductores, necesaria para conducir la corriente del motor sin sobrecalentamiento bajo las condiciones especificadas, excepto lo modificado por 440-6(a), Excepción 1. Las disposiciones de estos Artículos no se deben aplicar a los conductores integrales de los motores, controladores de motores y similares, ni a los conductores que formen parte integral de un equipo aprobado.

440-32. Un solo motocompresor. Los conductores de los circuitos derivados que alimentan un solo motocompresor deben tener una ampacidad no menor al 125 por ciento de la corriente de carga nominal del motocompresor o de la corriente de selección del circuito derivado, de estos dos valores el que sea mayor.

Para un motocompresor de arranque en estrella y funcionamiento en delta, se permitirá que la selección de los conductores del circuito derivado entre el controlador y el motocompresor se base en el 72 por ciento de la corriente de carga nominal del motocompresor o de la corriente de selección del circuito derivado, de estos dos valores el que sea mayor.

NOTA: Los conductores individuales del circuito del motor de un motocompresor de arranque en estrella y funcionamiento en delta conducen el 58 por ciento de la corriente de carga nominal. El multiplicador de 72 por ciento se obtiene al multiplicar 58 por ciento por 1.25.

440-33. Motocompresor con o sin cargas adicionales de motores. Los conductores que alimenten uno o más motocompresores con o sin carga adicional de motores, deben tener una ampacidad no menor que la suma de cada uno de los siguientes:

- (1) La suma de los valores de carga nominal o del valor de corriente nominales de selección del circuito derivado, de estos valores el que sea mayor, de todos los motocompresores,
- (2) La suma de las corrientes nominales de plena carga de los demás motores,
- (3) El 25 por ciento de la corriente a plena carga del motor o motocompresor más grande en el grupo.

Excepción 1: Cuando el circuito esté bloqueado, de manera que se impida el arranque y funcionamiento de un segundo motocompresor o grupo de motocompresores, el tamaño de los conductores se debe determinar a partir del mayor motocompresor o grupo de motocompresores que pueda estar funcionando en un momento dado.

Excepción 2: Los conductores de circuitos derivados de acondicionadores de aire para cuartos, deben estar de acuerdo con la Parte G del Artículo 440.

440-34. Cargas combinadas. Los conductores que alimenten una carga de motocompresores, adicional a otra carga de alumbrado o de aparatos, tal como se calcula en el Artículo 220 y otros Artículos aplicables, deben tener una ampacidad suficiente para la otra carga de alumbrado o de aparatos más la ampacidad necesaria para la carga del motocompresor, determinada de acuerdo con 440-33 o, si se trata de un solo motocompresor, 440-32.

Excepción: Cuando el circuito esté bloqueado, de manera que se impida la operación simultánea del motocompresor y todas las demás cargas conectadas, el tamaño de los conductores se debe determinar a partir del mayor tamaño exigido para que el motocompresor o motocompresores y otras cargas puedan operar en un momento dado.

440-35. Equipos con varios motores y cargas combinadas. La ampacidad de los conductores que alimentan equipos con varios motores y cargas combinadas no debe ser menor a la ampacidad mínima del circuito, indicada en la placa de datos del equipo, de acuerdo con 440-4(b).

Parte E. Controladores para motocompresores

440-41. Capacidad nominal.

a) Controlador de un motocompresor. Un controlador de un motocompresor debe tener un valor nominal de corriente de plena carga y servicio continuo y un valor nominal de corriente con rotor bloqueado, no menores a la corriente de carga nominal de la placa de datos o a la corriente de selección del circuito derivado, de estos dos valores el que sea mayor, y a la corriente de rotor bloqueado del motocompresor, respectivamente. Si el valor nominal del controlador del motor está dado en caballos de fuerza y no se dan uno o los dos de los anteriores valores nominales de corriente equivalente, se deben determinar a partir de los valores nominales como se indica a continuación. Se deben usar las Tablas 430-248, 430-249 ó 430-250, para determinar el valor nominal de corriente equivalente de plena carga. Y se deben usar las Tablas 430-251(a) y (b), para determinar la corriente nominal equivalente de rotor bloqueado.

b) Controlador que sirve a más de una carga. Un controlador que sirve a más de un motocompresor o a un motocompresor y otras cargas, debe tener un valor nominal de corriente de plena carga a servicio continuo y un valor nominal de corriente de rotor bloqueado no menor a las cargas combinadas, determinadas de acuerdo con 440-12(b).

Parte F. Protección contra sobrecarga del motocompresor y del circuito derivado

440-51. Generalidades. Las disposiciones de la Parte F especifican los dispositivos proyectados para proteger el motocompresor, los aparatos de control del motor y los conductores del circuito derivado, contra el calentamiento excesivo debido a sobrecargas del motor y fallas al arrancar.

NOTA: Véase 240-4(g) con relación a las aplicaciones de las Partes C y F del Artículo 440.

440-52. Aplicación y selección.

a) Protección del motocompresor. Todos los motocompresores deben estar protegidos contra sobrecargas y fallas al arrancar, por uno de los siguientes medios:

(1) Un relevador de sobrecarga separado que sea sensible a la corriente del motocompresor. Este dispositivo se debe seleccionar para que se dispare a una corriente no mayor al 140 por ciento de la corriente de carga nominal del motocompresor.

(2) Un dispositivo de protección térmica integrado con el motocompresor, aprobado para su uso con el motocompresor que protege, de modo que prevenga el sobrecalentamiento peligroso debido a sobrecargas o a fallas al arrancar. Si el dispositivo de interrupción de corriente está separado del motocompresor y su circuito de control es operado por un dispositivo de protección integrado en el motocompresor, se debe instalar de modo que al abrirse el circuito de control se produzca una interrupción de la corriente hacia el motocompresor.

(3) Un fusible o interruptor automático de tiempo inverso que sea sensible a la corriente del motor, al que también se le permitirá servir como dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado. Este dispositivo debe tener un valor nominal no mayor al 125 por ciento de la corriente de carga nominal del motocompresor. Debe tener un tiempo de retardo suficiente para permitir que el motocompresor arranque y acelere su carga. El equipo o el motocompresor deben estar identificados con valor nominal máximo del fusible o del interruptor automático de tiempo inverso del circuito derivado.

(4) Un sistema de protección suministrado o especificado y aprobado para su uso con el motocompresor que protege, de modo que prevenga el sobrecalentamiento peligroso debido a sobrecargas o fallas al arrancar. Si el dispositivo de interrupción de corriente está separado del motocompresor y su circuito de control es operado por un dispositivo de protección que no está integrado al dispositivo de interrupción de corriente, se debe instalar de modo que al abrirse el circuito de control se produzca una interrupción de la corriente hacia el motocompresor.

b) Protección de los aparatos de control de los motocompresores y de los conductores del circuito derivado.

Los controladores, los medios de desconexión y los conductores de los circuitos derivados de motocompresores, se deben proteger contra sobrecorrientes debidas a sobrecargas y fallas al arrancar del motor, por uno de los siguientes medios. Se permitirá que estos medios de protección sean el mismo dispositivo o sistema de protección del motocompresor, de acuerdo con 440-52(a).

Excepción: Se permitirá que la protección contra sobrecarga de los motocompresores y equipos conectados a circuitos derivados monofásicos de 15 ó 20 amperes, estén de acuerdo con 440-54 y 440-55.

(1) Un relevador de sobrecarga seleccionado de acuerdo con 440-52(a)(1).

(2) Un protector térmico aplicado de acuerdo con 440-52(a)(2) y que no permita una corriente permanente mayor al 156 por ciento de las corrientes de carga nominal o de selección del circuito derivado marcadas.

(3) Un fusible o interruptor automático de tiempo inverso, seleccionado de acuerdo con 440-52(a)(3).

(4) Un sistema de protección de acuerdo con 440-52(a)(4), que no permita una corriente permanente mayor al 156 por ciento de la corriente de carga nominal o de la corriente de selección del circuito derivado marcadas.

440-53. Relevadores de sobrecarga. Los relevadores de sobrecarga y otros dispositivos para la protección contra sobrecarga de los motores, que no son capaces de abrir cortocircuitos, deben estar protegidos por fusibles o interruptores automáticos de tiempo inverso cuya corriente nominal o ajuste cumplan lo establecido en la Parte C, a menos que estén identificados para su instalación en grupo o para motores con devanado dividido y marcados de modo que se indique el tamaño máximo del fusible o interruptor automático de tiempo inverso por los cuales deben estar protegidos.

Excepción: Se permitirá que el tamaño del fusible o del interruptor automático de tiempo inverso esté marcado en la placa de datos de los equipos en los que se usen relevadores u otro dispositivo de protección contra sobrecarga.

440-54. Motocompresores y equipos en circuitos derivados de 15 ó 20 amperes, no conectados con cordón y clavija.

Se permitirá la protección contra sobrecarga, tal como se indica en 440-54(a) y 440-54(b), para motocompresores y equipos conectados a circuitos derivados monofásicos de 15 ó 20 amperes, 120 volts o 15 amperes, 208 ó 240 volts, tal como se permite en el Artículo 210.

a) Protección contra sobrecarga. El motocompresor debe tener protección contra sobrecarga, seleccionada tal como se especifica en 440-52(a). Tanto el controlador como el dispositivo de protección contra sobrecarga del motor deben estar identificados para su instalación con el dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado al cual esté conectado el equipo.

b) Retardo de tiempo. El dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra que protege al circuito derivado debe tener un retardo de tiempo suficiente para permitir que el motocompresor y otros motores arranquen y aceleren sus cargas.

440-55. Motocompresores y equipos en circuitos derivados de 15 ó 20 amperes, conectados mediante cordón y clavija. Se permitirá la protección contra sobrecarga tal como se indica en 440-55(a), (b) y (c), para motocompresores y equipos conectados con cordón y clavija a circuitos derivados monofásicos de 15 ó 20 amperes, 120 volts o 15 amperes, 208 ó 240 volts, según se permite en el Artículo 210.

a) Protección contra sobrecarga. El motocompresor debe estar equipado con protección contra sobrecarga, tal como se especifica en 440-52(a). Tanto el controlador como el dispositivo de protección contra sobrecarga del motor deben estar identificados para su instalación con el dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado al cual esté conectado el equipo.

b) Capacidad de la clavija y del contacto o del conector de cordón. El valor nominal de la clavija y del contacto o del conector de cordón no debe ser mayor a 20 amperes para 120 volts o 15 amperes para 250 volts.

c) Retardo de tiempo. El dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra que protege al circuito derivado debe tener un retardo de tiempo suficiente para permitir que el motocompresor y otros motores arranquen y aceleren sus cargas.

Parte G. Disposiciones para acondicionadores de aire para habitación

440-60. Generalidades. Las disposiciones de la Parte G se deben aplicar a los acondicionadores de aire eléctricos para habitación, que controlan la temperatura y la humedad. Para el propósito de esta Parte G, se debe considerar que un acondicionador de aire para habitación (con o sin previsiones para calefacción) es un aparato de corriente alterna, de tipo de ventana, de consola o de pared, que se instala en la habitación que debe acondicionar y que incluye uno o más motocompresores herméticos de refrigeración. Las disposiciones de la Parte G se aplican a los equipos monofásicos hasta de 250 volts máximo y se permitirá que estos equipos estén conectados con cordón y clavija.

Un acondicionador de aire para habitación, trifásico o para más de 250 volts nominales debe ir conectado directamente a un método de alambrado reconocido en el Capítulo 3 y no se deben aplicar las disposiciones de la Parte G.

440-61. Puesta a tierra. Los envolventes de los acondicionadores de aire para habitación se deben conectar al conductor de puesta a tierra de equipos de acuerdo con 250-110, 250-112 y 250-114.

440-62. Requisitos de los circuitos derivados.

a) Acondicionadores de aire para habitación como unidad con un solo motor. Al determinar los requisitos de sus circuitos derivados, un acondicionador de aire para habitación se debe considerar como una sola unidad de motor cuando se cumplan todas las condiciones siguientes:

- (1) Está conectado con cordón y clavija.
- (2) Su valor nominal no es mayor a 40 amperes y 250 volts, monofásico.
- (3) En su placa de datos se muestra la corriente total de carga nominal, en lugar de las corrientes individuales del motor.
- (4) El valor nominal del dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado no excede la ampacidad de los conductores del circuito derivado o el valor nominal del contacto, de estos valores el que sea menor.

b) Cuando no se alimentan otras cargas. Cuando no se alimenten otras cargas, el valor nominal de corriente total marcado de los acondicionadores de aire para cuartos conectados con cordón y clavija, no debe exceder el 80 por ciento de valor nominal del circuito derivado.

c) Cuando también se alimentan unidades de alumbrado u otros aparatos. Cuando se alimenten salidas de alumbrado, otros aparatos o contactos para uso general, el valor nominal total marcado de los acondicionadores de aire para habitación, conectados con cordón y clavija, no debe exceder el 50 por ciento de valor del circuito derivado. Cuando el circuito está bloqueado para evitar el funcionamiento simultáneo del acondicionador de aire para habitación y la energización de otras salidas en el mismo circuito derivado, un acondicionador de aire para habitación conectado con cordón y clavija no debe exceder el 80 por ciento de valor nominal del circuito derivado.

440-63. Medios de desconexión. Se permitirá que la clavija de conexión y el contacto o el conector de cordón de un acondicionador de aire para habitación, monofásico a 250 volts o menos, sirvan como el medio de desconexión, si:

- (1) los controles manuales del acondicionador de aire para habitación son fácilmente accesibles y están ubicados a una distancia no mayor de 1.80 metros del piso, o
- (2) se instala un medio de desconexión manual, en un lugar fácilmente accesible y al alcance de la vista desde el acondicionador de aire para habitaciones.

440-64. Cordones de alimentación. Cuando se utilice un cordón flexible para alimentar un acondicionador de aire para habitación, su longitud no debe ser mayor que 3.00 metros para acondicionadores de 120 volts nominales, o de 1.80 metros para una tensión nominal de 208 ó 240 volts.

440-65. Dispositivos de protección. Los acondicionadores de aire para habitación monofásicos conectados con cordón y clavija estarán equipados con uno de los siguientes dispositivos instalados en fábrica:

- (1) Interruptor/detector de corriente de fuga (LCDI)
- (2) interruptor de circuito por falla de arco (AFCI)
- (3) Interruptor de circuito por detección de calor (HDCI)

El dispositivo de protección debe ser parte integral de la clavija de conexión o estar ubicada en el cordón de alimentación a una distancia máxima de 30 centímetros de la clavija de conexión.

ARTÍCULO 445

GENERADORES

445-1. Alcance. Este Artículo contiene la instalación y los requisitos para los generadores.

445-10. Ubicación. Los generadores deben ser de un tipo adecuado para el lugar donde vayan a estar instalados. Además, deben cumplir los requisitos para motores que establece 430-14.

445-11. Marcado. Todos los generadores deben tener una placa de datos en la que conste el nombre del fabricante, la frecuencia nominal, el factor de potencia, el número de fases si son de corriente alterna, el valor nominal en kilowatt o kilovoltampere, la tensión y corriente normales correspondientes a su valor nominal, la temperatura ambiente nominal y el aumento de temperatura nominal.

Las placas de datos o la ficha técnica proporcionarán la información siguiente para todos los generadores estacionarios y generadores portátiles, de un valor nominal de más de 15 kW

- (1) Reactancias subtransitorias, transitorias, síncrona y de secuencia cero
- (2) Clasificación de potencia nominal
- (3) Clase del sistema de aislamiento
- (4) Indicación si el generador está protegido contra sobrecargas por propio diseño, un relé de protección de sobrecorriente, un cortacircuitos o fusible
- (5) Corriente de cortocircuito máxima para los generadores basados en inversores, en lugar de las reactancias síncrona, subtransitoria y transitoria

El marcado debe ser hecho por el fabricante, con el fin de indicar si el neutro del generador está o no unido al bastidor del generador. Cuando la unión de un generador sea modificada en campo, deben requerirse marcas adicionales para indicar si el neutro del generador está o no unido al bastidor del generador.

445-12. Protección contra sobrecorriente.

a) Generadores de tensión constante. Los generadores de tensión constante, excepto los excitadores de generadores de corriente alterna, deben estar protegidos contra sobrecargas por su propio diseño, con interruptores automáticos, fusibles, relevadores de protección u otro medio identificado de protección contra sobrecorriente adecuado para las condiciones de uso.

b) Generadores de 2 hilos. Se permitirá que los generadores de 2 hilos de corriente continua estén protegidos contra sobrecorriente en sólo un conductor, si el dispositivo de protección es accionado por toda la corriente generada distinta de la del campo en derivación. El dispositivo de protección contra sobrecorriente no debe abrir el campo en derivación.

c) De 65 volts o menos. Los generadores que operen a 65 volts o menos y son accionados por motores individuales, se deben considerar como protegidos por el dispositivo de protección contra sobrecorriente del motor si ese dispositivo opera cuando los generadores estén entregando no más del 150 por ciento de su corriente nominal de plena carga.

d) Sistemas compensadores. Los generadores de 2 hilos de corriente continua que se utilicen junto con sistemas compensadores para obtener puntos neutros para sistemas de 3 hilos deben estar equipados con dispositivos de protección contra sobrecorriente que desconecten el sistema de 3 hilos si se produce un desequilibrio excesivo de tensiones o corrientes.

e) Generadores de 3 hilos de corriente continua. Los generadores de 3 hilos de corriente continua, ya sea con devanado compuesto o en derivación, deben estar equipados con dispositivos de protección contra sobrecorriente, uno en cada punta de la armadura y conectadas de modo que sean accionados por toda la corriente de la armadura. Dichos dispositivos de protección contra sobrecorriente deben ser interruptores automáticos bipolares y de doble bobina, o de 4 hilos conectados a las terminales principales y del compensador y que sean disparados por dos dispositivos de protección contra sobrecorriente, uno en cada punta de la armadura. Dichos dispositivos de protección deben estar bloqueados de modo que no se pueda abrir ningún polo sin que se desconecten simultáneamente del sistema las dos terminales de la armadura.

Excepción para (a) hasta (e): Cuando se considere que un generador es vital para el funcionamiento de una instalación eléctrica y debe funcionar hasta que falle, para evitar mayores riesgos a las personas, se permitirá que el dispositivo sensor de sobrecarga esté conectado a un indicador o alarma supervisados por personal autorizado, en lugar de interrumpir el circuito del generador.

445-13. Ampacidad de los conductores.

a) General. La ampacidad de los conductores, desde las terminales de salida del generador hasta el primer dispositivo de distribución que contiene protección contra sobrecorriente, no debe ser menor al 115 por ciento de la corriente nominal marcada en la placa de datos del generador. Se permitirá dimensionar los conductores del neutro de acuerdo con 220-61. Los conductores que deban conducir las corrientes de falla a tierra no deben ser más pequeños de lo requerido en 250-30(a). Los conductores del neutro de generadores de corriente continua que deban conducir las corrientes de falla a tierra no deben tener un tamaño menor al tamaño mínimo requerido al conductor más grande.

Excepción: Cuando el diseño y funcionamiento del generador eviten las sobrecargas, la ampacidad de los conductores no debe ser menor al 100 por ciento de la corriente nominal indicada en la placa de datos del generador.

b) Protección de sobrecorriente proporcionada. Cuando el grupo generador esté equipado con un dispositivo de protección contra sobrecorriente o una combinación de un transformador de corriente y un relé de sobrecorriente, se permitirá que los conductores sean derivados desde el lado de la carga de los terminales protegidos de acuerdo con 240-21(b).

No se admitirán derivaciones de conductores para generadores portátiles de potencia nominal igual o inferior a 15 kW cuando no estén accesibles los terminales de conexión del cableado de campo.

445-14. Protección de las partes vivas. Las partes vivas de los generadores que funcionen a más de 50 volts de corriente alterna o 60 volts de corriente directa a tierra, no deben estar expuestas a contactos accidentales cuando sean accesibles a personas no calificadas.

445-15. Protección para los operadores. Cuando sea necesario para la seguridad de las personas encargadas del equipo, se deben aplicar los requisitos de 430-233.

445-16. Pasacables. Cuando el cableado instalado en campo pase por la abertura de un envolvente, una caja de conexiones del equipo o una barrera, se deben proteger de los bordes cortantes de dicha abertura mediante un pasacables. La superficie del pasacables que pueda estar en contacto con los cables, debe ser lisa y redondeada. Si el pasacables se usa en lugares donde pueda haber aceite, grasa u otros contaminantes, el pasacables debe estar hecho de un material que no resulte afectado por ellos.

445-17. Cajas de las terminales de los generadores. Las cajas de las terminales de los generadores deben cumplir con 430-12. Cuando se necesite el valor nominal en caballos de fuerza para determinar el tamaño mínimo requerido de la caja de las terminales del generador, la corriente de plena carga del generador se debe comparar con motores similares en las Tablas 430-247 hasta 430-250. Se debe usar el valor nominal en caballos de fuerza más alto de las Tablas 430-247 y 430-250 siempre que la selección del generador esté entre dos valores nominales.

Excepción: Esta sección no debe aplicarse a generadores de más de 600 volts nominales.

445-18. Medios de desconexión y parada del primo motor.

a) Medios de desconexión. Los generadores portátiles que no sean conectados con cordón y clavija deberán tener uno o más medios de desconexión. Cada medio de desconexión debe abrir simultáneamente todos los conductores no conectados a tierra asociados. Cada medio de desconexión deberá poder bloquearse en la posición abierta de acuerdo con 110-25.

b) Apagado del primo motor. Los generadores tendrán disposiciones para apagar el primo motor. Los medios de apagado deberán cumplir con lo siguiente:

(1) Estar equipado con disposiciones para desactivar todos los circuitos de control de arranque del primo motor para hacer que el primo motor sea capaz de arrancar.

(2) Iniciar un mecanismo de apagado que requiere un restablecimiento mecánico

Se permitirá que las disposiciones para apagar el primo motor cumplan con los requisitos de 445-18 (a) cuando pueda ser bloqueada en la posición abierta de acuerdo con 110-25.

Los generadores con una potencia superior a 15 kW deberán disponer de un requisito adicional para apagar el primo motor. Estos medios de apagado adicionales deberán estar ubicados fuera de la sala de equipos o del recinto del generador y cumplir también con los requisitos de 445-18(b)(1) y (b)(2).

c) Generadores instalados en paralelo. Cuando un generador esté instalado en paralelo con otros generadores, las disposiciones del inciso (a) inmediato anterior deberán ser capaces de aislar las terminales de salida del generador del equipo paralelo. No se requerirá que los medios de desconexión estén situados en el generador.

445-20. Protección con interruptores de circuito por falla a tierra para contactos de generadores portátiles de 15 kW o menos. Todas las salidas de contactos que sean parte de un generador portátil de 15 kW o menos deben tener protección para el personal mediante un interruptor de circuito por falla a tierra (GFCI), integrada al generador o al contacto como se indica en cualquiera de los dos (a) y (b) siguientes:

a) Generadores no unidos (neutro flotante). Los generadores no unidos con salidas para contactos de 125 y 250 volts deben tener una protección GFCI para el personal integrado en el generador o en el contacto en todas las salidas para contactos de 125 volts, 15 y 20 amperes.

Excepción: No se requerirá protección GFCI cuando las salidas de contacto de 125 volts estén enclavadas de tal manera que no estén disponibles para su uso cuando se utilice un contacto de 125/250 volts.

b) Generadores con neutros unidos. Los generadores unidos deben estar provistos de protección GFCI en todas las salidas para contactos de 125 volts, 15 y 20 amperes.

NOTA: Refiérase a 590-6(a)(3) para requerimientos de GFCI para generadores portátiles de 15 kW o menos usados para energía eléctrica temporal e iluminación.

Excepción a (a) y (b): Se permitirán los juegos de cables o los dispositivos que incorporen la protección GFCI para el personal identificado para uso portátil.

ARTÍCULO 450
TRANSFORMADORES Y BÓVEDAS PARA TRANSFORMADORES
(INCLUIDOS LOS ENLACES DEL SECUNDARIO)

Parte A. Generalidades

450-1. Alcance. Este Artículo trata sobre la instalación de todos los transformadores.

Excepción 1: Los transformadores de corriente.

Excepción 2: Los transformadores de tipo seco que formen parte de otro aparato y cumplan los requisitos para tal aparato.

Excepción 3: Los transformadores que formen parte integral de aparatos de rayos X, de alta frecuencia o de galvanizado.

Excepción 4: Los transformadores utilizados con circuitos Clase 2 y Clase 3 que cumplan con el Artículo 725.

Excepción 5: Los transformadores de anuncios luminosos e iluminación de contorno que cumplan con el Artículo 600.

Excepción 6: Los transformadores de equipos de alumbrado por descarga eléctrica que cumplan con el Artículo 410.

Excepción 7: Los transformadores utilizados con circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada que cumplan con la Parte C del Artículo 760.

Excepción 8: Los transformadores utilizados en investigación, desarrollo o pruebas cuando se hayan tomado las medidas necesarias para proteger a las personas del contacto con sus partes energizadas.

Este Artículo comprende la instalación de transformadores dedicados al suministro de potencia a instalaciones de bombas contra incendios, según las modificaciones del Artículo 695.

Este Artículo trata también de la instalación de transformadores en lugares (clasificados) peligrosos, según las modificaciones de los Artículos 501 a 504.

450-2. Definiciones. Para el propósito de este Artículo, se debe aplicar la siguiente definición.

Transformador. Mientras no se indique otra cosa en este Artículo, transformador individual, monofásico o polifásico, identificado por una sola placa de datos.

450-3. Protección contra sobrecorriente. La protección contra sobrecorriente de los transformadores debe cumplir (a), (b) o (c) siguientes. Tal como se usa en esta sección, la palabra transformador significará un transformador o un banco polifásico de dos o más transformadores monofásicos que funcionan como una unidad.

NOTA 1: Para la protección contra sobrecorriente de los conductores véase 240-4, 240-21, 240-100 y 240-101.

NOTA 2: Las cargas no lineales pueden aumentar el calentamiento de un transformador sin que opere su dispositivo de protección contra sobrecorriente.

a) Transformadores de más de 1000 volts nominales. La protección contra sobrecorriente se debe suministrar de acuerdo con la Tabla 450-3(a).

b) Transformadores de 1000 volts nominales o menos. La protección contra sobrecorriente se debe suministrar de acuerdo con la Tabla 450-3(b).

Excepción: Cuando el transformador esté instalado como un transformador del circuito de control de motores, de acuerdo con 430-72(c)(1) hasta (c)(5).

c) Transformadores de potencial. Los transformadores de potencial instalados en interiores o en envolventes, deben estar protegidos con fusibles en el primario.

NOTA: Para la protección de circuitos de instrumentos que incluyen transformadores de potencial, véase 408-52.

450-4. Autotransformadores de 1000 volts nominales o menos.

a) Protección contra sobrecorriente. Todos los autotransformadores de 1000 volts nominales o menos deben estar protegidos por dispositivos separados de protección contra sobrecorriente instalados en serie con cada conductor de entrada no puesto a tierra. Este dispositivo de protección debe tener un valor nominal o ajuste no mayor al 125 por ciento de la corriente de entrada nominal de plena carga del autotransformador.

Cuando este cálculo no corresponda al valor nominal estándar de un fusible o interruptor automático no ajustable, y la corriente nominal de entrada sea de 9 amperes o más, se permitirá elegir el valor nominal estándar inmediatamente superior descrito en 240-6. No se debe instalar un dispositivo de protección contra sobrecorriente en serie con el devanado en derivación (el devanado común a los circuitos de entrada y de salida) del autotransformador, es decir, entre los puntos A y B como se ilustra en la Figura 450-4.

Excepción: Cuando la corriente nominal de entrada del autotransformador sea menor a 9 amperes, se permitirá instalar un dispositivo de protección contra sobrecorriente de corriente nominal o ajuste no mayor al 167 por ciento de la corriente de entrada.

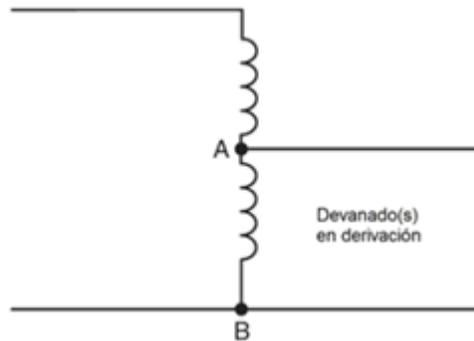


Figura 450-4.- Autotransformador

Tabla 450-3(a).- Valor nominal o ajuste máximo de la protección contra sobrecorriente para transformadores de más de 1000 volts (como porcentaje de la corriente nominal del transformador).

Limitaciones sobre el lugar	Impedancia nominal del transformador	Protección del primario, más de 1000 volts		Protección del secundario (ver la Nota 2)		
		Interruptor automático (ver Nota 4)	Valor nominal del fusible (ver Nota 1)	Más de 1000 volts	1000 volts o menos	Valor nominal del interruptor automático o fusible
Cualquier lugar	No más del 6%	600% (ver Nota 1)	300% (ver Nota 1)	300% (ver Nota 1)	250% (ver Nota 1)	125% (ver Nota 1)
	Más del 6%, pero máximo el 10%	400% (ver Nota 1)	300% (ver Nota 1)	250% (ver Nota 1)	225% (ver Nota 1)	125% (ver Nota 1)
Solo lugares supervisados (ver Nota 3).	Cualquiera	300% (ver Nota 1)	250% (ver Nota 1)	No se exige	No se exige	No se exige
	No más del 6%	600%	300%	300% (ver Nota 5)	250% (ver Nota 5)	250% (ver Nota 5)
	Más del 6% pero máximo el 10%	400%	300%	250% (ver Nota 5)	225% (ver Nota 5)	250% (ver Nota 5)

NOTAS:

1. Cuando el valor nominal del fusible o el ajuste del interruptor automático exigido no correspondan a un valor nominal o ajuste normalizado, se permitirá tomar el valor nominal o ajuste más alto que no exceda de:

- El siguiente valor nominal o ajuste normalizado más alto para fusibles e interruptor automático de 1000 volts y menos, o
- El siguiente valor nominal o ajuste más alto comercialmente disponible para fusibles e interruptores de circuitos de más de 1000 volts.

2. Cuando se exija protección contra sobrecorriente del secundario, se permitirá que el dispositivo de protección contra sobrecorriente del secundario esté compuesto por un máximo de seis interruptores automáticos o seis grupos de fusibles agrupados en un lugar. Cuando se utilicen dispositivos múltiples de protección contra sobrecorriente, el total de los valores nominales de los dispositivos no debe exceder el valor permitido para un solo dispositivo de protección contra sobrecorriente. Si como dispositivo de protección contra sobrecorriente se utilizan tanto interruptores como fusibles, el total de los valores nominales del dispositivo no debe exceder el permitido para los fusibles.

3. Un lugar supervisado es aquel en que las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que solamente personal calificado supervisará y prestará servicio a la instalación de transformadores.

4. Los fusibles accionados electrónicamente que se puedan ajustar para abrir a una corriente específica se deben ajustar de acuerdo con los ajustes para interruptores automáticos.

5. Se permitirá que un transformador equipado por el fabricante con protección térmica coordinada contra sobrecarga no tenga protección independiente del secundario.

b) Transformador conectado en campo como autotransformador. Un transformador conectado en campo como un autotransformador, debe estar identificado para su uso a una tensión elevada.

NOTA: Para más información sobre los usos permitidos de los autotransformadores, véase 210-9 y 215-11.

450-5. Autotransformadores para puesta a tierra. Los autotransformadores de puesta a tierra de los que trata esta sección son transformadores conectados en zigzag o en T y conectados a sistemas trifásicos, 3 conductores de fase, con el fin de crear un sistema de distribución trifásico, 4 hilos, o para proporcionar un punto neutro para fines de puesta a tierra. Estos transformadores deben tener un valor de corriente nominal permanente por cada fase y un valor de corriente nominal permanente del neutro. Los transformadores conectados en zigzag no se deben instalar en el lado carga de cualquier conexión de puesta a tierra del sistema, incluso aquellos elaborados de acuerdo con 250-24(b), 250-30(a)(1) o 250-32(b), Excepción 1.

NOTA: La corriente de fase en un autotransformador de puesta a tierra es un tercio de la corriente del neutro.

a) Sistemas trifásicos de 4 hilos. Un autotransformador de puesta a tierra usado para crear un sistema de distribución trifásico 4 hilos a partir de un sistema trifásico y de 3 conductores de fase, debe cumplir con (1) hasta (4) siguientes:

1) Conexiones. El transformador se debe conectar directamente a los conductores de fase y no se debe conectar o equipar con un interruptor o un sistema de protección contra sobrecorriente que sea independiente del interruptor principal y del dispositivo de protección contra sobrecorriente de disparo común del sistema de 3 fases, 4 hilos.

2) Protección contra sobrecorriente. Se debe instalar un dispositivo de detección de sobrecorriente, que cause la apertura del interruptor principal o del dispositivo de protección contra sobrecorriente de disparo común especificado en 450-5(a)(1), cuando la carga del autotransformador alcance o exceda el 125 por ciento de su corriente nominal permanente por fase o su valor nominal del neutro. Se permitirá el disparo retardado cuando se detecten sobrecorrientes transitorias en el dispositivo de protección contra sobrecorriente del autotransformador, con el propósito de permitir la operación adecuada de los dispositivos de protección del alimentador o del derivado en los sistemas de 4 hilos.

Tabla 450-3(b).- Valor nominal o ajuste máximo de la protección contra sobrecorriente para los transformadores de 1000 volts y menos (como un porcentaje de la corriente nominal del transformador)

Método de protección	Protección del primario			Protección del secundario (ver Nota 2)	
	Corrientes de 9 amperes o más	Corrientes de menos de 9 amperes	Corrientes de menos de 2 amperes	Corrientes de 9 amperes o más	Corrientes de menos de 9 amperes
Protección del primario solamente	125 % (Ver NOTA 1)	167%	300%	No se requiere	No se requiere
Protección del primario y secundario	250 % (Ver NOTA 3)	250 % (Ver NOTA 3)	250 % (Ver NOTA 3)	125 % (Ver NOTA 1)	167 %

NOTAS:

1. Cuando el 125 por ciento de la corriente no corresponde a un valor estándar de un fusible o interruptor automático no ajustable, se permitirá elegir el valor nominal estándar inmediatamente superior.

2. Cuando se exija protección contra sobrecorriente en el secundario, se permitirá que el dispositivo de sobrecorriente del secundario esté compuesto por máximo seis interruptores automáticos o seis grupos de fusibles agrupados en un lugar. Cuando se utilicen dispositivos múltiples de protección contra sobrecorriente, el total de todos los valores nominales de los dispositivos no deben exceder el valor permitido para un solo dispositivo de protección contra sobrecorriente.

3. Se permitirá que un transformador equipado por el fabricante con protección térmica coordinada contra sobrecarga y dispuesta para interrumpir la corriente del primario, tenga protección contra sobrecorriente en el primario con valor nominal o ajuste a un valor de corriente que no sea más de seis veces la corriente nominal del transformador, para transformadores que no tienen una impedancia de más del 6 por

ciento y no más de cuatro veces la corriente nominal del transformador, para transformadores que tienen una impedancia de más del 6 por ciento pero no más del 10 por ciento.

3) Detección de fallas del transformador. En los sistemas trifásicos de 4 hilos se debe instalar un sistema de detección de fallas que ocasione la apertura del interruptor principal o del dispositivo de protección contra sobrecorriente de disparo común para proteger la instalación contra fallas monofásicas o internas.

NOTA: Esta protección se puede conseguir mediante el uso de dos transformadores de corriente, tipo toroidal (dona), conectados sustractivamente e instalados de modo que detecten e indiquen si se produce un desequilibrio en la corriente de línea al autotransformador de 50 por ciento o más de la corriente nominal.

4) Capacidad nominal. El autotransformador debe tener un valor nominal de corriente permanente del neutro no menor que la corriente máxima posible de carga de desbalanceo del neutro en los sistemas de 4 hilos.

b) Referencia de puesta a tierra para los dispositivos de protección contra fallas. Un autotransformador de puesta a tierra que se utilice para suministrar una magnitud especificada de corriente de falla a tierra para la operación de un dispositivo de protección sensible a fallas a tierra en sistemas trifásicos 3 hilos no puestos a tierra, debe cumplir los requisitos de (b)(1) y (b)(2) siguientes.

1) Capacidad nominal. El autotransformador debe tener un valor nominal permanente de corriente del neutro no menor que la corriente de falla a tierra especificada.

2) Protección contra sobrecorriente. La protección contra sobrecorriente debe cumplir lo indicado en los literales (a) y (b) siguientes:

a. Capacidad nominal de operación e interrupción. En el circuito derivado de un autotransformador de puesta a tierra se debe aplicar un dispositivo de protección contra corriente, que tenga una capacidad nominal de interrupción conforme con 110-9 y que cuando opere abra simultáneamente todos los conductores de fase.

b. Capacidad nominal en amperes. La protección contra sobrecorriente debe tener un valor nominal o ajuste de un valor de corriente que no exceda el 125 por ciento de la capacidad de corriente nominal permanente por fase del autotransformador, o del 42 por ciento del valor de corriente nominal permanente de cualquier dispositivo conectado en serie con el neutro del autotransformador. Se permitirá el disparo retardado para corrientes temporales, con el fin de permitir la correcta operación de los dispositivos de disparo sensibles a fallas a tierra del sistema principal, pero no debe exceder los valores que serían mayores que un valor nominal de corriente de corta duración del autotransformador de puesta a tierra, o de cualquier dispositivo conectado en serie con el neutro del mismo.

Excepción: Para los sistemas puestos a tierra con alta impedancia tratados en 250-36, en donde se diseña la corriente máxima de falla a tierra para que sea como máximo de 10 amperes, y cuando el autotransformador de puesta a tierra y la impedancia de puesta a tierra están clasificadas para servicio continuo, se permitirá instalar un dispositivo de protección contra sobrecorriente, con valor nominal máximo de 20 amperes y que abra simultáneamente todos los conductores de fase, en el lado de alimentación del autotransformador de puesta a tierra.

c) Referencia de puesta a tierra para la amortiguación de sobretensiones transitorias. Un autotransformador de puesta a tierra utilizado para limitar sobretensiones transitorias debe tener un valor nominal adecuado y debe estar conectado de acuerdo con 450-5(a)(1).

450-6. Enlaces del secundario. Tal como se usa en este Artículo, un enlace del secundario es un circuito que funciona a 1000 volts nominales o menos entre fases, que conecta dos fuentes de alimentación o puntos de alimentación de potencia, tales como los secundarios de dos transformadores. Se permitirá que el enlace conste de uno o más conductores por fase o neutro. Los conductores que conectan los secundarios de los transformadores de acuerdo con 450-7 no se deben considerar enlaces del secundario. Como se usa en esta sección, la palabra "transformador" hace referencia a un transformador o a un banco de transformadores que funcionan como una unidad.

a) Circuitos de enlace. Los circuitos de enlace deben estar equipados con protección contra sobrecorriente en cada extremo, tal como se exige en las partes A, B y H del Artículo 240. En las condiciones descritas en 450-6(a)(1) y 450-6(a)(2) se permitirá que la protección contra sobrecorriente esté de acuerdo con lo que se establece en 450-6(a)(3).

1) Cargas conectadas sólo en los puntos de alimentación del transformador. Cuando todas las cargas estén conectadas en los puntos de alimentación del transformador en cada extremo del enlace y no se

proporcione protección contra sobrecorriente según las Partes A, B y H del Artículo 240, la ampacidad del enlace no debe ser menor al 67 por ciento de la corriente nominal del secundario del transformador con un valor nominal más grande que alimente al sistema de enlace del secundario.

2) Cargas conectadas entre los puntos de alimentación del transformador. Cuando haya una carga conectada al enlace en cualquier punto entre los puntos de alimentación del transformador y no se proporcione protección contra sobrecorriente según las Parte A, B y H del Artículo 240, la ampacidad nominal del enlace no debe ser menor al 100 por ciento de la corriente nominal del secundario del transformador con el valor nominal más grande que alimente al sistema de enlace del secundario.

Excepción: Se permitirá que los circuitos de enlace que constan de múltiples conductores por fase estén dimensionados y protegidos de acuerdo con 450-6(a)(4).

3) Protección del circuito de enlace. Bajo las condiciones descritas en 450-6(a)(1) y (a)(2), los dos extremos de alimentación de cada conductor no puesto a tierra del enlace deben estar equipados con un dispositivo de protección que se abra a una temperatura predeterminada del conductor del enlace bajo condiciones de cortocircuito. Esta protección debe consistir en uno de los siguientes:

(1) Un conector de cable, terminal o lengüeta con un enlace fusible, conocido como un limitador, de un tamaño correspondiente al del conductor y de construcción y características de acuerdo con la tensión de funcionamiento y el tipo de aislamiento de los conductores del enlace, o

(2) Interruptores automáticos accionados por dispositivos con características comparables de corriente - tiempo.

4) Interconexión de los conductores de fase entre los puntos de alimentación del transformador. Cuando el enlace consta de más de un conductor por fase o neutro, los conductores de cada fase o del neutro deben cumplir con una de las siguientes disposiciones:

a. Interconectados. Los conductores se deben interconectar para establecer un punto de alimentación de la carga y se debe proporcionar el dispositivo protector especificado en 450-6(a)(3) en cada conductor no puesto a tierra del enlace en ese punto en ambos lados de la interconexión. Los medios de interconexión deben tener una ampacidad no menor a la carga que se va a alimentar.

b. No interconectados. Las cargas se deben conectar a uno o más conductores individuales de un enlace con conductores en paralelo, sin interconectar los conductores de cada fase o neutro y sin la protección especificada en 450-6(a)(3) en los puntos de conexión de la carga. Cuando se hace esto, los conductores de enlace de cada fase o neutro deben tener una ampacidad de capacidad combinada no menor al 133 por ciento de la corriente nominal del secundario del transformador con el valor nominal más grande que alimenta al sistema de enlace del secundario; la carga total de estas derivaciones no debe exceder la corriente nominal del secundario del transformador con el valor nominal más grande y las cargas deben estar divididas equitativamente entre cada fase y entre los conductores individuales de cada fase, en la medida de lo posible.

5) Control del circuito de enlace. Cuando la tensión de operación exceda los 150 volts a tierra, los enlaces del secundario equipados con limitadores deben tener un interruptor en cada extremo que, cuando se abran, desenergicen los conductores de enlace y los limitadores asociados. La ampacidad del interruptor no debe ser menor a la ampacidad de la corriente nominal de los conductores conectados al mismo. El interruptor debe ser capaz de interrumpir su corriente nominal y debe estar construido de modo que no se abra por las fuerzas magnéticas resultantes de la corriente de cortocircuito.

b) Protección contra sobrecorriente para las conexiones del secundario. Cuando se utilicen enlaces del secundario, en las conexiones del secundario de cada transformador que alimenta al sistema de enlace, se debe instalar un dispositivo de protección contra sobrecorriente con valor nominal o ajuste no mayor al 250 por ciento de la corriente nominal del secundario de los transformadores. Además, en la conexión del secundario de cada transformador se debe instalar un interruptor automático accionado por un relevador de corriente inversa ajustado para que abra el circuito a una corriente no mayor a la corriente nominal del secundario del transformador.

c) Puesta a tierra. Cuando el sistema de enlace del secundario esté puesto a tierra, el secundario de cada transformador que alimenta al sistema de enlace debe estar puesto a tierra de acuerdo con los requisitos de 250-30 para sistemas derivados separados.

450-7. Funcionamiento en paralelo. Se permitirá que los transformadores funcionen en paralelo y desconectados como una unidad, siempre que el dispositivo de protección contra sobrecorriente para cada transformador cumpla los requisitos de 450-3(a) para dispositivos de protección del primario y del secundario de más de 1000 volts, o con 450-3(b) para dispositivos de protección del primario y del secundario de 1000 volts o menos.

450-8. Resguardo. Los transformadores se deben resguardar según se especifica en (a) hasta (d).

a) Protección mecánica. Cuando los transformadores estén expuestos a daños físicos, se deben adoptar las medidas adecuadas para reducir al mínimo la posibilidad de daños a los transformadores por causas externas.

b) Caja o envoltente. Los transformadores tipo seco deben estar instalados en un tanque o en un envoltente no combustible y resistente a la humedad que ofrezca protección contra la inserción accidental de objetos extraños.

c) Partes energizadas expuestas. Se permitirá que los interruptores u otros equipos que funcionen a 1000 volts nominales o menos y que estén conectados únicamente a equipos dentro del tanque del transformador, estén instalados dentro de este tanque si sólo son accesibles a personas calificadas.

Todas las partes energizadas se deben resguardar según lo establecido en 110-27 y 110-34.

d) Advertencia de tensión. La tensión de funcionamiento de las partes vivas expuestas en las instalaciones de transformadores se debe indicar por anuncios o marcas visibles colocadas en los equipos o estructuras.

450-9. Ventilación. La ventilación debe eliminar las pérdidas del transformador a plena carga sin provocar aumentos de temperatura que excedan sus valores nominales.

450-10. Puesta a tierra.

a) Envoltentes de transformadores de tipo seco. Donde se instalen conductores de puesta a tierra de equipos y puentes de unión del lado de la alimentación separados, debe ser fijada una barra de terminal, para todas las conexiones de conductores de puesta a tierra y de unión, de manera segura en el interior del envoltente del transformador. La barra del terminal se debe unir al envoltente de acuerdo con lo establecido en la sección 250-12 y no debe ser instalada ni en ni sobre ningún sector ventilado del envoltente.

Excepción: Donde un transformador de tipo seco esté equipado con conexiones de tipo cable, debe permitirse que las conexiones de puesta a tierra y de unión se conecten mediante la aplicación de cualquiera de los métodos descritos en 250-8 y deben estar unidas al envoltente, si es de metal.

b) Otras piezas metálicas. Cuando estén puestas a tierra, las partes metálicas expuestas no portadoras de corriente de las instalaciones de transformadores, incluidas las cercas, barreras, protecciones, etc., se deben poner a tierra y unirse en las condiciones y con los métodos especificados en las Partes E, F y G del Artículo 250 para los equipos eléctricos y otras partes metálicas expuestas. Para puesta a tierra de cercas metálicas ver además la sección 921-26.

450-11. Marcado.

a) General. Todos los transformadores deben tener una placa de datos en la que conste la siguiente información:

- (1) Nombre del fabricante,
- (2) Valor nominal en kilovoltamperes,
- (3) Frecuencia,
- (4) Tensión del primario y del secundario,
- (5) Impedancia de los transformadores de 25 kilovoltamperes y mayores,
- (6) Distancias necesarias para los transformadores con aberturas de ventilación,
- (7) Cantidad y el tipo del líquido de aislamiento, cuando se use y
- (8) Para transformadores de tipo seco se debe incluir la clase de temperatura del sistema de aislamiento.

b) Marcado de origen. Se permitirá que un transformador sea alimentado a la tensión secundaria marcada, siempre que la instalación cumpla con lo establecido en las instrucciones del fabricante.

450-12. Espacio para el alambrado de las terminales. El espacio mínimo para el doblado y alambrado en las terminales fijas de conexión de la alimentación y de la carga de los transformadores de 1000 volts nominales y menos debe ser como se requiere en 312-6. El espacio de alambrado para conexiones flexibles debe cumplir lo establecido en la Tabla 314-16(b).

450-13. Accesibilidad. Todos los transformadores y las bóvedas para transformadores deben ser fácilmente accesibles al personal calificado para su inspección y mantenimiento, o deben cumplir los requisitos de (a) o (b):

a) Instalaciones abiertas. No se exigirá que los transformadores tipo seco de 1000 volts nominales o menos, instalados en lugares abiertos sobre paredes, columnas o estructuras, sean fácilmente accesibles.

b) Instalaciones en espacios huecos. Se permitirá instalar transformadores tipo seco de 1000 volts nominales o menos y que no excedan los 50 kilovoltamperes, en espacios huecos de edificios no cerrados permanentemente por la estructura, siempre que cumplan los requisitos de ventilación de 450-9 y los requisitos sobre separación de materiales combustibles de 450-21(a). No se exigirá que los transformadores así instalados sean fácilmente accesibles.

450-14. Medios de desconexión. Los transformadores, diferentes a los transformadores Clase 2 o Clase 3, deben tener un medio de desconexión localizado ya sea a la vista del transformador o en un lugar remoto. Cuando esté localizado en un lugar remoto, el medio de desconexión debe poder bloquearse de acuerdo con la sección 110-25, y la ubicación debe ser marcada en campo en el transformador.

Parte B. Disposiciones específicas aplicables a diferentes tipos de transformadores

450-21. Transformadores tipo seco instalados en interiores.

a) No más de 112.5 kilovoltamperes. Los transformadores de tipo seco instalados en interiores y de 112.5 kilovoltamperes nominales o menos, deben instalarse con una separación mínima de 30 centímetros de materiales combustibles, a menos que estén separados de ellos por una barrera resistente al fuego y aislante del calor.

Excepción: Esta regla no se debe aplicar a transformadores para 1000 volts nominales o menos que están completamente encerrados, excepto por las aberturas de ventilación.

b) De más de 112.5 kilovoltamperes. Los transformadores individuales de tipo seco de más de 112.5 kilovoltamperes nominales se deben instalar en un cuarto de transformadores de construcción resistente al fuego. A menos que se especifique algo diferente en este Artículo, el término resistente al fuego significa una construcción con un valor nominal mínimo de 1 hora de resistencia al fuego.

Excepción 1: Los transformadores con sistemas de aislamiento Clase 155 o mayor, y separados de materiales combustibles por una barrera resistente al fuego y aislante del calor, o por no menos de 1.83 metros horizontalmente y 3.70 metros verticalmente.

Excepción 2: Los transformadores con sistemas de aislamiento Clase 155 o mayor y encerrados completamente, excepto por las aberturas de ventilación.

c) Para más de 35 000 volts. Los transformadores de tipo seco de más de 35 000 volts nominales se deben instalar en una bóveda que cumpla lo establecido en la Parte C de este Artículo.

450-22. Transformadores de tipo seco instalados en exteriores. Los transformadores de tipo seco instalados en exteriores deben tener un envolvente a prueba de la intemperie. Los transformadores de más de 112.5 kilovoltamperes no se deben ubicar a una distancia menor de 30 centímetros de los materiales combustibles de los edificios, a menos que el transformador tenga sistemas de aislamiento Clase 155 o mayores y esté encerrado completamente, excepto por las aberturas de ventilación.

450-23. Transformadores aislados con líquidos de baja inflamabilidad. Se permitirá instalar transformadores aislados con líquidos aprobados cuyo punto de inflamación no sea menor a 300 °C, de acuerdo con (a) o (b) siguientes:

a) Instalaciones en interiores. Las instalaciones en interiores se permitirán de acuerdo con una de las siguientes:

(1) En edificios Tipo I o Tipo II, en áreas donde se cumplan todos los requisitos siguientes:

a. El transformador sea para 35 000 volts nominales o menos.

- b. No se almacenen materiales combustibles.
- c. Se proporcione un área de confinamiento de líquidos.
- d. La instalación cumpla todas las restricciones previstas en el aprobado del líquido.

NOTA: Estas restricciones pueden incluir, pero no están limitadas a: presión máxima del tanque, uso de una válvula de alivio de presión, tipos de fusibles apropiados y dimensionamiento adecuado de protección contra sobrecorriente.

(2) Con un sistema automático de extinción de incendios y un área de confinamiento de líquidos, siempre que el transformador sea para 35 000 volts nominales o menos.

(3) De acuerdo con 450-26.

b) Instalaciones en exteriores. Se permitirá instalar transformadores aislados con líquidos de baja inflamabilidad en exteriores, sujetos a, adyacentes a, o sobre el techo de edificios, siempre que estén instalados de acuerdo con (1) ó (2):

(1) En edificios Tipo I y Tipo II, la instalación debe cumplir todas las restricciones previstas en el aprobado del líquido.

NOTA 1: Las instalaciones adyacentes a materiales combustibles, salidas de incendios o a las aberturas de puertas y ventanas, pueden requerir protección adicional tal como se indica en 450-27.

Nota 2: Estas restricciones pueden incluir, pero no están limitadas a: presión máxima del tanque, uso de una válvula de alivio de presión, tipos de fusibles apropiados y dimensionamiento adecuado de protección contra sobrecorriente.

(2) De acuerdo con 450-27.

NOTA: Véase la definición de aprobado en el Artículo 100.

450-24. Transformadores aislados en líquidos no inflamables. Se permitirá instalar transformadores aislados con fluidos dieléctricos, identificados como no inflamables, tanto en interiores como en exteriores. Tales transformadores instalados en interiores y de más de 35 000 volts nominales deben estar instalados en una bóveda. Cuando tales transformadores estén instalados en interiores, deben estar provistos con un área para confinamiento de líquidos y una válvula de alivio de presión. Los transformadores deben estar equipados con un medio para absorber los gases generados por cualquier arco eléctrico que se produzca dentro del tanque, o la válvula de alivio de presión debe estar conectada a una chimenea o salida de humos que dirija estos gases a un área ambientalmente segura.

NOTA: La seguridad se puede aumentar si se hacen análisis de riesgo de incendio para dichas instalaciones de transformadores. Para los propósitos de esta sección, un fluido dieléctrico no inflamable es el que no tiene punto de inflamación o punto de chispa y no es inflamable en el aire.

450-25. Transformadores aislados con Askarel. No se permite el uso de bifenilos policlorados (Askarel) como medio aislante en transformadores.

450-26. Transformadores aislados con aceite instalados en interiores. Los transformadores aislados con aceite e instalados en interiores, se deben instalar en una bóveda construida como se indica en la Parte C de este Artículo.

Excepción 1: Cuando la capacidad total no exceda los 112.5 kilovoltamperes, se permitirá que la bóveda especificada en la Parte C de este Artículo esté hecha en concreto reforzado de no menos de 10 centímetros de espesor.

Excepción 2: Cuando la tensión nominal no exceda los 1000 volts, no se exigirá una bóveda si se toman las medidas adecuadas para evitar que el fuego del aceite del transformador encienda otros materiales y si la capacidad total de una instalación no excede los 10 kilovoltamperes en una sección del edificio clasificada como combustible, o 75 kilovoltamperes si la estructura que rodea al transformador está clasificada como construcción resistente al fuego.

Excepción 3: Se permitirá que los transformadores de hornos eléctricos con un valor nominal total que no exceda los 75 kilovoltamperes, se instalen sin bóveda en un edificio o cuarto de construcción resistente al fuego, siempre que se tomen las medidas necesarias para evitar que el fuego del aceite del transformador se propague a otros materiales combustibles.

Excepción 4: Se permitirá instalar sin bóveda un transformador con un valor nominal total que no exceda los 75 kilovoltamperes y una tensión de alimentación de 1000 volts o menos que sea parte integral de un equipo de aceleración de partículas cargadas, en un edificio o cuarto de construcción no combustible o resistente al fuego, siempre y cuando se tomen las medidas necesarias para evitar que el fuego del aceite del transformador se propague a otros materiales combustibles.

Excepción 5: Se permitirá instalar transformadores en un edificio separado que no cumpla con la Parte C de este Artículo si tanto el edificio como su contenido no presentan riesgo de incendio para otros edificios o propiedades, y si el edificio se utiliza únicamente para suministrar el servicio de electricidad y su interior es accesible sólo a personas calificadas.

Excepción 6: Se permitirá utilizar transformadores con aislamiento de aceite sin bóveda, en equipos portátiles y móviles de minería de superficie (tales como excavadoras eléctricas) si se cumplen todas las condiciones siguientes:

- a. Existen medidas para drenar las fugas de líquido al suelo.
- b. Existe un medio de salida seguro para el personal.
- c. Se dispone de una barrera de acero de 6 milímetros de espesor, como mínimo, para la protección de las personas.

450-27. Transformadores con aislamiento de aceite instalado en exteriores. Los materiales combustibles, edificios combustibles y partes de edificios, las salidas de incendios y las aperturas de las puertas y ventanas, se deben resguardar contra los incendios originados en transformadores con aislamiento de aceite, instalado en techos y asegurados o próximos a edificios o materiales combustibles. En los casos en que la instalación del transformador presente peligro de incendio, se debe utilizar una o más de las siguientes protecciones, de acuerdo con el grado de peligro involucrado:

- (1) Espacios de separación
- (2) Barreras resistentes al fuego
- (3) Sistemas automáticos de supresión de incendios
- (4) Envolventes que confinen el aceite de un tanque roto de un transformador.

Se permitirá que los envolventes para el de aceite sean diques, áreas con reborde o estanques resistentes al fuego, o zanjas rellenas de piedra gruesa triturada. Cuando la cantidad de aceite y la exposición sean tales que su eliminación sea importante, los recipientes de aceite deben estar dotados con medios para drenaje.

450-28. Modificaciones a los transformadores. Cuando se hagan modificaciones en un transformador de una instalación ya existente, que cambien el tipo de transformador respecto a lo establecido en la Parte B de este Artículo, dicho transformador debe ser marcado para indicar el tipo de líquido aislante utilizado, y la instalación del transformador modificado debe cumplir con los requisitos aplicables a ese tipo de transformador.

Parte C. Bóvedas para transformadores

450-41. Ubicación. Siempre que sea posible, las bóvedas para transformadores deben estar ventiladas al aire exterior sin necesidad de utilizar ductos o canales.

450-42. Paredes, techos y pisos. Las paredes y techos de las bóvedas se deben construir con materiales que tengan una resistencia estructural adecuada para las condiciones, y con una resistencia mínima al fuego de tres horas. Los pisos de las bóvedas que estén en contacto con la tierra deben ser de concreto con un espesor mínimo de 10 centímetros, pero si la bóveda está construida con un espacio vacío u otras plantas del edificio por debajo de ella, el piso debe tener una resistencia estructural adecuada para soportar la carga impuesta sobre él y debe tener una resistencia mínima al fuego de tres horas. Para los propósitos de esta sección, no son aceptables construcciones atornilladas ni paredes de paneles.

Excepción: Cuando los transformadores estén protegidos con rociadores automáticos, agua en gotas finas, dióxido de carbono o halón, se permitirá que la construcción tenga valor nominal de 1 hora de resistencia al fuego.

NOTA: Una construcción típica con tres horas de resistencia al fuego es una de concreto reforzado de 15 centímetros de espesor.

450-43. Entradas. Las entradas a las bóvedas para transformadores se deben proteger según (a), (b) y (c):

a) Tipo de puerta. Todas las entradas que conducen desde el interior de un edificio hasta la bóveda de transformadores deben estar equipadas con una puerta de cierre hermético que tenga una resistencia mínima al fuego de 3 horas.

Excepción: Cuando los transformadores estén protegidos por rociadores automáticos, agua en gotas finas, dióxido de carbono o halón, se permitirá una construcción con valor nominal de resistencia al fuego de 1 hora.

b) Sardinel. Las puertas deben tener un sardinel de altura suficiente para confinar el aceite del transformador más grande dentro de la bóveda. En ningún caso la altura debe ser menor a 10 centímetros.

c) Cerraduras. Las puertas deben estar equipadas con cerraduras, se deben mantener cerradas y se permitirá el acceso sólo a personas calificadas. Las puertas para el personal deben abrirse hacia fuera y deben estar equipadas de barras de pánico.

450-45. Aberturas de ventilación. Cuando lo exija 450-9, deben existir aberturas para ventilación de acuerdo con (a) hasta (f) siguientes:

a) Ubicación. Las aberturas de ventilación deben estar ubicadas lo más lejos posible de las puertas, ventanas, salidas de incendios y materiales combustibles.

b) Disposición. Se permitirá que una bóveda ventilada por circulación natural de aire tenga aproximadamente la mitad del área total de las aberturas necesarias para ventilación en una o más aberturas cerca del piso y la restante en una o más aberturas en el techo o en la parte superior de las paredes, cerca del techo, o que toda el área requerida para ventilación esté en una o más aberturas en el techo o cerca de él.

c) Tamaño. Para una bóveda ventilada por circulación natural del aire hacia un área exterior, el área neta total combinada de todas las aberturas de ventilación, restando el área ocupada por persianas, rejillas o pantallas, no debe ser menor a 20 cm² por kilovoltamperes de capacidad de los transformadores en servicio. Si los transformadores tienen una capacidad menor a 50 kilovoltamperes, en ningún caso el área neta debe ser menor a 0.10 m².

d) Cubiertas. Las aberturas de ventilación deben estar cubiertas por rejillas, persianas o pantallas durables, de acuerdo con las condiciones necesarias para evitar que se produzcan situaciones inseguras.

e) Compuertas. Todas las aberturas de ventilación que den al interior deben estar dotadas de compuertas contra incendios de cierre automático que funcionen en respuesta a cualquier incendio en la bóveda. Dichas compuertas deben tener un valor nominal de resistencia al fuego no menor a 1.5 horas.

f) Ductos. Los ductos de ventilación deben ser construidos con material resistente al fuego.

450-46. Drenaje. Cuando sea posible, las bóvedas que contengan transformadores de más de 100 kilovoltamperes de capacidad deben estar dotadas de un drenaje o de otro medio que permita eliminar cualquier acumulación de aceite o agua en la bóveda, a menos que por las condiciones locales esto resulte impráctico. Cuando exista drenaje, el piso debe estar inclinado hacia éste.

450-47. Tuberías de agua y accesorios. Sistemas de ductos o tuberías ajenos a la instalación eléctrica no deben entrar ni atravesar las bóvedas para transformadores. No se deben considerar ajenas a la instalación eléctrica las tuberías u otros elementos para la protección contra incendios de las bóvedas o para el enfriamiento de los transformadores.

450-48. Almacenamiento dentro de las bóvedas. Las bóvedas para transformadores no se deben utilizar para el almacenamiento de materiales.

ARTÍCULO 455

CONVERTIDORES DE FASE

Parte A. Generalidades

455-1. Alcance. Este Artículo trata sobre la instalación y uso de los convertidores de fase.

455-2. Definiciones.

Convertidor de fase. Dispositivo eléctrico que convierte un sistema eléctrico de potencia monofásico en uno trifásico. Los convertidores de fase pueden ser de dos tipos: estáticos y rotatorios.

NOTA: Los convertidores de fase tienen características que modifican el par de arranque y la corriente a rotor bloqueado de los motores alimentados, por lo que es necesario tener esto en cuenta al elegir un convertidor de fase para una carga específica.

Convertidor estático de fase. Dispositivo sin piezas rotatorias, dimensionado para una determinada carga trifásica, que permite la operación desde una fuente de alimentación monofásica.

Convertidor rotatorio de fase. Dispositivo que consiste en un transformador rotatorio y panel de capacitores, que permite la operación de cargas trifásicas a partir de una fuente de alimentación monofásica.

Fase fabricada. La fase fabricada o derivada es la que se origina en el convertidor de fase y no está conectada sólidamente a ninguno de los conductores monofásicos de entrada.

455-3. Otros Artículos. Los convertidores de fase deben cumplir con este Artículo y con las disposiciones aplicables de otros Artículos de esta NOM.

455-4. Marcado. Todos los convertidores de fase deben tener una placa de datos permanente que indique la siguiente información:

- (1) El nombre del fabricante.
- (2) La tensión nominal de entrada y salida.
- (3) La frecuencia.
- (4) La corriente monofásica nominal de entrada de plena carga.
- (5) La carga nominal mínima y máxima monofásica en kilovoltamperes o caballos de fuerza.
- (6) La carga máxima total en kilovoltamperes o caballos de fuerza.
- (7) En el caso de un convertidor rotativo de fase, su corriente trifásica a plena carga.

455-5. Conexión de puesta a tierra de equipos. Se debe proporcionar un medio de conexión para la terminal del conductor de puesta a tierra de equipos de acuerdo con 250-8.

455-6. Conductores.

a) Ampacidad. La ampacidad de los conductores monofásicos de alimentación se debe determinar según 455-6(a) (1) o (a) (2).

NOTA: Los conductores monofásicos dimensionados para prevenir una caída de tensión no mayor al 3 por ciento desde la fuente de alimentación hasta el convertidor de fase, pueden contribuir al mejor arranque y funcionamiento de las cargas del motor.

1) Cargas variables. Cuando las cargas que se van a alimentar son variables, la ampacidad del conductor no debe ser menor al 125 por ciento de la corriente nominal de plena carga en amperes de la entrada monofásica del convertidor, marcada en la placa de datos.

2) Cargas fijas. Cuando el convertidor de fase alimente cargas fijas específicas, y la ampacidad del conductor sea menor al 125 por ciento de la corriente nominal de plena carga en amperes de la entrada monofásica del convertidor marcada en la placa de datos, los conductores deben tener una ampacidad no menor al 250 por ciento de la suma de las corrientes nominales trifásicas de plena carga de los motores y otras cargas alimentadas, cuando las tensiones de entrada y de salida del convertidor de fase sean idénticas. Cuando las tensiones de entrada y salida del convertidor sean distintas, la corriente determinada según esta sección se debe multiplicar por la relación entre la tensión de salida a la de entrada.

b) Marcado de la fase fabricada. Los conductores de la fase fabricada se deben identificar en todos los lugares accesibles mediante una marca distintiva. Las marcas deben ser consistentes en todo el sistema y el inmueble.

455-7. Protección contra sobrecorriente. Los conductores de la alimentación monofásica y el convertidor de fase se deben proteger contra sobrecorriente según (a) o (b). Cuando el valor nominal del fusible o del interruptor automático no ajustable o el ajuste de un interruptor automático ajustable que se exijan no correspondan a un valor nominal o ajuste estándar, se permitirá elegir el valor nominal o el ajuste inmediatamente superior.

a) Cargas variables. Cuando las cargas que se van a alimentar son variables, la protección contra sobrecorriente se debe ajustar a no más del 125 por ciento de la corriente nominal monofásica en amperes de entrada de plena carga del convertidor, marcada en la placa de datos.

b) Cargas fijas. Cuando el convertidor de fase alimenta cargas fijas específicas, y los conductores están dimensionados de acuerdo con 455-6(a) (2), los conductores se deben proteger de acuerdo con su ampacidad. La protección contra sobrecorriente determinada a partir de esta sección no debe exceder el 125 por ciento de la corriente nominal monofásica en amperes de entrada del convertidor, marcada en la placa de datos.

455-8. Medios de desconexión. Se deben instalar medios de desconexión que desconecten simultáneamente todos los conductores de alimentación monofásicos no puestos a tierra al convertidor de fase.

a) Ubicación. El medio de desconexión debe ser fácilmente accesible y estar ubicado al alcance de la vista desde el convertidor de fase.

b) Tipo. El medio de desconexión debe ser un interruptor con valor nominal en caballos de fuerza, un interruptor automático o un interruptor de caja moldeada. Cuando sólo se alimentan cargas diferentes de las de motores, se permitirá un interruptor con valor nominal en amperes.

c) Valor nominal. El valor nominal de corriente del medio de desconexión no debe ser menor al 115 por ciento de la corriente nominal máxima monofásica de entrada de plena carga del convertidor, o para cargas fijas específicas, se permitirá seleccionarla de (c)(1) o (c)(2) siguientes.

1) Corriente nominal del desconectador. El medio de desconexión debe ser un interruptor automático o un interruptor de caja moldeada con un valor nominal en amperes no menor al 250 por ciento de la suma de:

- (1) Valores nominales de corriente trifásica de plena carga, de los motores.
- (2) Otras cargas alimentadas.

2) Desconectador con valor nominal en caballos de fuerza. El medio de desconexión debe ser un interruptor con valor nominal en caballos de fuerza. La corriente con rotor bloqueado equivalente del valor nominal en caballos de fuerza del interruptor no debe ser menor al 200 por ciento de la suma de:

- (1) Cargas diferentes de las de motores.
- (2) La corriente trifásica con rotor bloqueado, del motor más grande, como se determina de la Tabla 430-251(b), y
- (3) La corriente de plena carga de todos los otros motores trifásicos que operan al mismo tiempo.

d) Relaciones de tensión. Los cálculos de 455-8(c) se deben aplicar directamente cuando las tensiones de entrada y salida del convertidor de fase son idénticas. Cuando las tensiones de entrada y salida del convertidor de fase son diferentes, la corriente se debe multiplicar por la relación de la tensión de salida a la de entrada.

455-9. Conexión de cargas monofásicas. Cuando se conecten cargas monofásicas al lado de carga de un convertidor de fase, no se deben conectar a la fase fabricada.

455-10. Cajas de las terminales. Un convertidor de fase debe tener una caja para las terminales, que debe cumplir lo establecido en 430-12.

Parte B. Especificaciones aplicables a distintos tipos de convertidores de fase

455-20. Medios de desconexión. Se permitirá que los medios de desconexión monofásicos para la entrada de un convertidor estático de fase sirvan como el medio de desconexión del convertidor y de una sola carga, si esa carga está a la vista del medio de desconexión.

455-21. Arranque. No se debe suministrar corriente al equipo de utilización hasta que se haya puesto en marcha el convertidor rotativo de fase.

455-22. Interrupción de la alimentación. El equipo de utilización alimentado por un convertidor rotativo de fase debe estar controlado de manera que, en el caso de una interrupción de energía, se desconecte también la alimentación al equipo.

NOTA: Los arrancadores magnéticos de motores, los contactores magnéticos y dispositivos similares con re arranque manual o temporizado para la carga, proporcionarán el re arranque después de la interrupción de la alimentación.

455-23. Capacitores. Los capacitores que no formen parte integral de un sistema de conversión rotativo de fase pero que estén instalados para la carga de un motor, se deben conectar del lado de la alimentación del dispositivo de protección contra sobrecarga de ese motor.

ARTÍCULO 460

CAPACITORES

460-1. Alcance. Este Artículo trata sobre la instalación de capacitores en los circuitos eléctricos.

Se excluyen de estos requisitos los capacitores limitadores de tensiones transitorias o los capacitores incluidos como partes componentes de otros aparatos y que cumplan los requisitos de dichos aparatos.

Este Artículo también trata de las instalaciones de capacitores en lugares peligrosos (clasificados), con las modificaciones previstas en los Artículos 501 a 503.

460-2. Gabinetes y resguardo.

a) Capacitores que contienen más de 11 litros de líquido inflamable. Los capacitores que contengan más de 11 litros de líquido inflamable deben estar encerrados en bóvedas, o en envoltentes con cercas en el exterior que cumplan lo establecido en el Artículo 110, Parte C. Este límite se debe aplicar a cualquier unidad simple en una instalación de capacitores.

b) Contacto accidental. Cuando los capacitores sean accesibles a personas no autorizadas o no calificadas, deben estar encerrados, ubicados o resguardados de manera que las personas no puedan entrar en contacto accidental ni puedan poner materiales conductores en contacto accidental con las partes energizadas expuestas, terminales o barras conductoras asociadas a las mismas. Sin embargo, no se requiere protección adicional para envoltentes accesibles solamente a personas autorizadas y calificadas.

Parte A. De 1000 volts nominales y menos

460-6. Descarga de la energía almacenada. Los capacitores deben tener un medio para descargar la energía almacenada.

a) Tiempo de descarga. La tensión residual de un capacitor se debe reducir a 50 volts o menos, en un lapso máximo de un minuto a partir de la desconexión del capacitor de la fuente de alimentación.

b) Medio de descarga. El circuito de descarga debe estar permanentemente conectado a las terminales del capacitor o banco de capacitores o debe estar equipado con un medio automático de conexión de dicho circuito a las terminales del banco de capacitores cuando la línea quede sin tensión. No se debe utilizar un medio manual de interrupción o de conexión del circuito de descarga.

460-8. Conductores.

a) Ampacidad. La ampacidad de los conductores de un circuito de capacitores no debe ser menor al 135 por ciento de la corriente nominal del capacitor. La ampacidad de los conductores que conectan un capacitor con las terminales de un motor o con los conductores de un circuito de motores no debe ser menor a 1/3 de la ampacidad de los conductores del circuito del motor y en ningún caso menor al 135 por ciento de la corriente nominal del capacitor.

b) Protección contra sobrecorriente. En cada conductor de fase de cada banco de capacitores se debe instalar un dispositivo de protección contra sobrecorriente. La corriente nominal o ajuste del dispositivo de protección contra sobrecorriente debe ser lo más baja que sea posible.

Excepción: No se exigirá un dispositivo de protección contra sobrecorriente separado para un capacitor conectado en el lado de carga del dispositivo de protección contra sobrecarga del motor.

c) Medios de desconexión. En cada conductor de fase de cada banco de capacitores se debe instalar un medio de desconexión que debe cumplir los siguientes requisitos:

- (1) El medio de desconexión debe abrir simultáneamente todos los conductores de fase.
- (2) Se permitirá que el medio de desconexión desconecte el capacitor de la línea como un procedimiento habitual de funcionamiento.
- (3) La corriente nominal del medio de desconexión no debe ser menor al 135 por ciento de la corriente nominal del capacitor.

Excepción: No se exigirá un medio de desconexión separado para un capacitor conectado en el lado de carga de un controlador de motor.

460-9. Valor nominal o ajuste del dispositivo de protección contra sobrecarga del motor. Cuando una instalación de motores incluya un capacitor conectado en el lado de la carga del dispositivo de protección contra sobrecarga del motor, el valor nominal o ajuste de dicho dispositivo se debe basar en el factor de potencia mejorado del circuito del motor.

Para determinar el valor nominal del conductor del circuito del motor, de acuerdo con 430-22, se debe despreciar el efecto del capacitor.

460-10. Puesta a tierra. Las cajas o envoltentes de los capacitores se deben conectar al conductor de puesta a tierra de equipos.

Excepción: Las cajas o envoltentes de los capacitores no se deben conectar al conductor de puesta a tierra de equipos cuando las unidades de capacitores estén sostenidas en una estructura diseñada para operar a un potencial distinto al de tierra.

460-12. Marcado. Todos los capacitores deben tener una placa de datos en la que conste el nombre del fabricante, tensión nominal, frecuencia, kilovars o amperes, número de fases y, si está lleno de líquido combustible, el volumen de líquido. Cuando están llenos de líquido no inflamable, también se debe indicar esto en la placa de datos. La placa debe indicar también, si el capacitor tiene instalado un dispositivo de descarga dentro de la caja o envoltente.

Parte B. De más de 1000 volts nominales

460-24. Desconexión

a) Corriente de carga. Para la desconexión de los capacitores se deben utilizar interruptores operados en grupo que sean capaces para:

(1) Conducir continuamente no menos del 135 por ciento de la corriente nominal de la instalación del capacitor.

(2) Interrumpir la corriente de carga máxima permanente de cada capacitor, banco de capacitores o instalación de capacitores que se desconectarán como una unidad.

(3) Soportar la máxima corriente de irrupción incluidas las contribuciones de las instalaciones adyacentes de capacitores.

(4) Conducir las corrientes debidas a fallas en el capacitor desde el lado del interruptor.

b) Aislamiento.

1) Generalidades. Se debe instalar un medio que permita aislar de todas las fuentes de tensión cada capacitor, banco de capacitores o instalación de capacitores que se puedan sacar del servicio como una unidad. El medio de aislamiento debe proporcionar un espacio visible en el circuito eléctrico adecuado para la tensión de funcionamiento.

2) Interruptores de aislamiento o desconexión sin valor nominal de interrupción. Los interruptores de aislamiento o desconexión (sin valor nominal de interrupción) deben estar enclavados con el dispositivo de interrupción de carga o deben estar dotados de anuncios de advertencia bien visibles, de acuerdo con 490-22, para evitar la interrupción de la corriente de carga.

c) Requisitos adicionales para capacitores en serie. Se debe asegurar la secuencia de desconexión apropiada, mediante el uso de uno de los siguientes:

(1) Desconectores de aislamiento y de secuencia mecánica y derivación.

(2) Bloqueo.

(3) Un procedimiento de desconexión que esté claramente explicado en el lugar de los interruptores.

460-25. Protección contra sobrecorriente.

a) Provista para detectar e interrumpir la corriente de falla. Se debe instalar un medio para detectar e interrumpir cualquier corriente de falla que pudiera causar presiones peligrosas dentro de un capacitor individual.

b) Dispositivos monofásicos o polifásicos. Para este propósito se permitirá utilizar dispositivos monofásicos o polifásicos.

c) Protección individual o en grupos. Se permitirá proteger los capacitores individualmente o en grupos.

d) Dispositivos de protección ajustados o calibrados. Los dispositivos de protección de los capacitores o el equipo de capacitores deben calibrarse o ser ajustados para operar dentro de los límites de la zona segura para los capacitores individuales. Si los dispositivos de protección están clasificados o ajustados para operar dentro de los límites de la Zona 1 o Zona 2, de las áreas clasificadas los capacitores deben estar encerrados o separados.

En ningún caso el valor nominal o ajuste de los dispositivos de protección debe exceder los límites máximos de la Zona 2 de las áreas clasificadas.

460-26. Identificación. Todos los capacitores deben tener una placa de datos permanente en la que conste el nombre del fabricante, tensión nominal, frecuencia, kilovars o amperes, número de fases y volumen de líquido identificado como inflamable, si es el caso.

460-27. Puesta a tierra. Las cajas de los capacitores se deben conectar al conductor de puesta a tierra de equipos. Si el punto neutro del capacitor está conectado al conductor del electrodo de puesta a tierra, la conexión se debe hacer de acuerdo con la Parte C del Artículo 250.

Excepción: Las cajas de los capacitores no se deben conectar al conductor de puesta a tierra de equipos cuando los capacitores unitarios estén soportados en una estructura diseñada para funcionar a un potencial distinto del de tierra.

460-28. Medios de descarga.

a) Medios para reducir la tensión residual. Se debe instalar un medio para reducir la tensión residual de un capacitor a 50 volts o menos en un lapso de 5 minutos después de desconectar el capacitor de la fuente de alimentación.

b) Conexión a las terminales. Un circuito de descarga debe estar conectado permanentemente a las terminales del capacitor o estar equipado con un medio automático de conexión del circuito a las terminales del banco de capacitores después de la desconexión del capacitor de la fuente de alimentación. Los devanados de los motores, transformadores u otros equipos conectados directamente a los capacitores sin interruptores ni dispositivos de protección contra sobrecorriente interpuestos, deben cumplir los requisitos de 460-28(a).

ARTÍCULO 470

RESISTENCIAS Y REACTORES

Parte A. De 1000 volts nominales y menos

470-1. Alcance. Este Artículo trata sobre la instalación de resistencias y reactores por separado en circuitos eléctricos.

Excepción: Las resistencias y reactores que sean partes componentes de otros aparatos.

Este Artículo también trata sobre la instalación de resistencias y reactores en lugares peligrosos (clasificados), con las modificaciones de los Artículos 501 a 504.

470-2. Ubicación. Las resistencias y reactores no se deben instalar donde estén expuestas a daños físicos.

470-3. Espacio de separación. Si el espacio entre las resistencias y reactores y cualquier material combustible es menor a 30 centímetros, se debe instalar una barrera térmica.

470-4. Aislamiento de los conductores. Los conductores aislados que se utilicen para conexiones entre elementos resistivos y controladores deben ser adecuados para funcionar a una temperatura no menor a 90 °C.

Excepción: Se permitirán otros aislamientos de conductores para servicio de arranque de los motores.

Parte B. De más de 1000 volts nominales

470-18. Generalidades.

a) Protegidos contra daños físicos. Las resistencias y reactores deben estar protegidas contra daños físicos.

b) Separados por envolventes o por elevación. Las resistencias y reactores deben estar separadas por envolventes o por elevación para proteger a las personas del contacto accidental con las partes energizadas.

c) Materiales combustibles. No se deben instalar resistencias ni reactores en lugares muy próximos a materiales combustibles que puedan producir riesgo de incendio, y se debe dejar un espacio no menor a 30 centímetros hasta dichos materiales.

d) Distancias. Las distancias desde las resistencias y reactores hasta las superficies puestas a tierra deben ser adecuadas para la tensión existente.

e) Elevación de temperatura debido a corrientes circulantes inducidas. Los envolventes metálicos de los reactores y las partes metálicas adyacentes se deben instalar de modo que su aumento de temperatura debido a las corrientes inducidas circulantes no constituya un peligro para las personas ni un riesgo de incendio.

470-19. Puesta a tierra. Las cajas o envolventes de las resistencias y reactores se deben conectar al conductor de puesta a tierra de equipos.

Excepción: Las cajas o envolventes de resistencias o reactores apoyadas en una estructura diseñada para operar a un potencial diferente del de tierra, no se deben conectar al conductor de puesta a tierra de equipos.

470-20. Reactores en aceite. La instalación de reactores en aceite debe cumplir, además de los anteriores requisitos, los requisitos aplicables del Artículo 450.

ARTÍCULO 480

BATERÍAS DE ACUMULADORES

480-1. Alcance. Las disposiciones de este Artículo se deben aplicar a todas las instalaciones estacionarias de baterías de acumuladores.

480-2. Definiciones.

Batería de acumuladores. Batería formada por una o más celdas recargables de tipo plomo-ácido, níquel-cadmio o de otro tipo electroquímico recargable.

Tensión nominal (Batería o Celda). El valor asignado a una celda o batería de una clase de tensión dada con el propósito de designación conveniente. La tensión de funcionamiento de la celda o de la batería puede variar por encima o por debajo de este valor.

NOTA: Las tensiones nominales más comunes de celdas son de 2 volts por celda para los sistemas de plomo-ácido, de 1.20 volts por celda para los sistemas de tipo alcalino y de 3.6 a 3.8 volts por celda para los sistemas Li-ion. Las tensiones nominales pueden variar con diferentes sustancias químicas.

Celda. La unidad electroquímica básica, caracterizada por un ánodo y un cátodo, utilizada para recibir, almacenar y suministrar energía eléctrica.

Celda o batería sellada. Una celda o batería que no tiene medios para la adición rutinaria de agua o electrolito, ni un medio externo para medir la gravedad específica del electrolito y puede contener ventilación de alivio de presión.

Conector entre celdas. Cable o barra eléctricamente conductores que se utiliza para conectar celdas adyacentes.

Conector entre niveles. Conductor eléctrico que se utiliza para conectar dos celdas de diferentes niveles del mismo bastidor o de diferentes estantes del mismo bastidor.

Contenedor. Recipiente que contiene las placas, el electrolito y otros elementos de una sola unidad en una batería.

NOTA: Un contenedor puede ser de una sola celda o de celdas múltiples y es, a veces, denominado en la industria como "vaso".

Electrolito. Medio que proporciona el mecanismo de transporte de iones entre los electrodos positivo y negativo de una celda.

Terminal. Aquella parte de una celda, contenedor o batería con la que se hace una conexión externa (comúnmente identificado como poste, pilar, puntal o poste de terminal).

480-3. Equipo. Las baterías de acumuladores y el cargador de baterías deben estar aprobados. Este requisito no se aplicará a las baterías de plomo-ácido.

480-4. Terminaciones de baterías y celdas.

a) Prevención de la corrosión. Donde se combinen metales diferentes, debe usarse un material antioxidante adecuado para la conexión de la batería cuando lo recomiende el fabricante de la batería.

NOTA: Puede usarse el manual de instalación e instrucciones del fabricante de la batería para obtener los lineamientos sobre materiales aceptables.

b) Conexiones y conductores entre celdas y entre niveles. La ampacidad de los conductores y conectores entre celdas y entre niveles ensamblados en campo debe tener un área transversal tal que el aumento de temperatura en condiciones de carga máxima y a la temperatura ambiente máxima no debe exceder la temperatura de funcionamiento segura del aislamiento del conductor o del material de los soportes del conductor.

c) Terminales de baterías. Las conexiones eléctricas con la batería y los cables entre celdas de niveles o bastidores separados no deben imponer una tensión mecánica en los terminales de la batería. Deben usarse placas de terminales donde sea factible.

NOTA: Los conductores son comúnmente preformados para eliminar la presión en las terminaciones de la batería. Los cables trenzados finos también pueden eliminar la presión en las terminaciones de la batería. Consulte las instrucciones del fabricante para obtener información.

480-5. Alambrado y equipos alimentados por baterías. El alambrado y los equipos alimentados por baterías de acumuladores deben someterse a las disposiciones aplicables de esta NOM relativos al alambrado y el equipo que operen a la misma tensión, a menos que la sección 480-5 permita algo diferente.

480-6. Protección contra sobrecorriente para primo motores. No se exigirá protección contra sobre corriente para los conductores provenientes de una batería con valor nominal de 60 volts de corriente continua o menos, si la batería suministra fuerza de arranque, ignición o control de los primo motores. La sección 300-3 no se debe aplicar a estos conductores.

480-7. Medios de desconexión de la corriente continua.

a) Medios de desconexión. Se debe suministrar un medio de desconexión para todos los conductores de fase derivados del sistema estacionario de baterías de más de 60 volts de corriente continua. El medio de desconexión debe ser fácilmente accesible y estar ubicado a la vista del sistema de baterías.

NOTA: Véase 240-21(h) para información sobre la ubicación del dispositivo contra sobrecorriente de los conductores de batería.

b) Activación remota. Cuando los medios de desconexión, ubicados de acuerdo con el inciso (a) inmediato anterior, estén provistos con controles remotos para activar el medio de desconexión de una batería y los controles no estén ubicados a la vista del sistema de baterías estacionarias, el medio de desconexión debe poder ser bloqueado en la posición de abierto, de acuerdo con lo establecido en la sección 110-25, y la ubicación de los controles debe estar marcada en campo sobre el medio de desconexión.

c) Electroductos. Donde se instale un sistema de electroductos de corriente continua, debe permitirse que el medio de desconexión esté incorporado dentro del electroducto.

d) Notificación. El medio de desconexión debe ser marcado en campo, de manera legible. Debe colocarse una etiqueta con la marca en un lugar claramente visible, cercano a la batería, si no se proporciona un medio de desconexión. El marcado debe ser suficientemente durable para resistir las condiciones ambientales involucradas y debe incluir la siguiente información:

- (1) Tensión nominal de la batería
- (2) Corriente máxima de cortocircuito disponible, derivada desde el sistema de baterías estacionarias
- (3) Fecha en que se efectuaron los cálculos de corto circuito
- (4) Los medios de desconexión se deben marcar de acuerdo con la sección 110-16

NOTA: Los proveedores de equipos de baterías pueden suministrar información sobre la corriente de cortocircuito sobre cualquier modelo de baterías en particular.

480-8. Aislamiento de las baterías. Las baterías construidas con un recipiente eléctricamente conductor tendrán un soporte aislante si hay una tensión entre el recipiente y tierra.

480-9. Sistemas de soporte de baterías. Para las baterías químicas con electrolito corrosivo, la estructura que soporta la batería debe ser resistente a la acción de deterioro por el electrolito. Las estructuras metálicas deberán estar provistas de elementos de soporte no conductores para las celdas, o estarán construidas con un material aislante continuo. La pintura sola no se considerará material aislante.

Los terminales de todas las celdas o las unidades de múltiples celdas deben ser fácilmente accesibles para su lectura, inspección y limpieza, donde sea requerido en el diseño del equipo. Uno de los laterales de

los contenedores transparentes para baterías debe ser fácilmente accesible para la inspección de los componentes internos.

480-10. Ubicación de las baterías. La ubicación de las baterías debe cumplir con lo establecido en 480-10(a), (b) y (c) siguientes.

a) Ventilación. Se deben tomar medidas apropiadas de acuerdo con la tecnología de las baterías, para que haya suficiente ventilación y difusión de los gases provenientes de las baterías, si los hubiera, para prevenir la acumulación de una mezcla explosiva.

NOTA: Algunas tecnologías de baterías no requieren ventilación.

b) Partes vivas. La protección de las partes vivas debe cumplir con 110-27.

c) Espacios alrededor de sistemas de baterías. Los espacios alrededor de los sistemas de baterías debe cumplir con 110-26. El espacio libre de trabajo se debe medir desde el borde del gabinete, bastidor o charola de la batería.

Para bastidores de baterías, debe haber un espacio libre mínimo de 2.5 cm entre un contenedor de celda y cualquier muro o estructura que esté del lado que no requiera acceso para mantenimiento. Debe permitirse que los soportes de baterías estén en contacto con muros o estructuras adyacentes, siempre que el estante de la batería tenga un espacio de aire libre para no menos del 90 por ciento de su longitud.

NOTA: Generalmente se necesita un espacio adicional para acomodar los equipos de elevación de baterías, retiro de bandejas o contención de derrames.

d) Terminales de las baterías superiores. Cuando las terminales de las baterías superiores estén instaladas en bastidores en fila o en estantes de clósets de baterías, se proporcionará espacio de trabajo de acuerdo con las instrucciones del fabricante de la batería entre el punto más alto de una celda y la fila, estantería o techo por encima de ese punto.

NOTA: Las instrucciones de instalación del fabricante de la batería generalmente definen de cuánto es el espacio de trabajo de arriba necesario para un modelo de batería en particular.

e) Salida. Las puertas de personal destinadas a la entrada y salida de los cuartos designadas como cuartos de baterías se abrirán en la dirección de salida y estarán equipadas con barras de pánico.

f) Tuberías en cuartos de baterías. No deben permitirse tuberías para gas en cuartos dedicados para baterías.

g) Iluminación. Debe proveerse iluminación en los espacios de trabajo que contengan sistemas de baterías. Las salidas para iluminación no deben estar controladas por medios automáticos únicamente. No deben requerirse salidas para iluminación adicionales donde el espacio de trabajo esté iluminado por una fuente de luz adyacente. La ubicación de las luminarias no debe:

(1) Exponer al personal a componentes de la batería energizados mientras se efectúan tareas de mantenimiento en las luminarias del espacio para baterías; o

(2) Crear un riesgo para la batería ante la falla de la luminaria.

480-11. Ventilaciones.

a) Celdas ventiladas. Cada celda ventilada debe estar equipada con un supresor de flama.

NOTA. Un supresor de flama previene la destrucción de la celda debido a la ignición de gases dentro de la celda por una chispa o llama externa.

b) Celdas selladas. Cuando la batería esté construida de manera que pueda ocurrir una acumulación excesiva de presión dentro de la celda durante el funcionamiento, se proporcionará una ventilación de liberación de presión.

ARTÍCULO 490

EQUIPOS DE MÁS DE 1000 VOLTS NOMINALES

Parte A. Generalidades

490-1. Alcance. Este Artículo trata de los requisitos generales para equipos que operan a más de 1000 volts nominales.

490-2. Definición.

Alta tensión. Para los propósitos de este Artículo, aquella mayor que 1000 volts nominales.

490-3. Otros artículos.

a) Equipo lleno de aceite. La instalación de equipos eléctricos diferentes de los transformadores tratados en el Artículo 450, que contienen más de 38 litros de aceite inflamable por unidad, debe cumplir los requisitos de las Partes B y C del Artículo 450.

b) Cajas en lugares húmedos o mojados. Los envoltentes en lugares húmedos o mojados deberán cumplir los requisitos de 312-2.

Parte B. Equipo-Disposiciones específicas.

490-21. Dispositivos para interrupción de circuitos.

a) Interruptores automáticos.

1) Ubicación.

a. Los interruptores automáticos instalados en interiores se deben montar ya sea en unidades con envoltente metálico o en unidades montadas en celdas resistentes al fuego, o se permitirá su montaje abierto en lugares accesibles solamente a personal calificado.

b. Los interruptores automáticos usados para controlar los transformadores en aceite en una bóveda se deben localizar ya sea en la parte exterior de la bóveda del transformador o ser capaces de operar desde la parte exterior de la bóveda.

c. Los interruptores automáticos en aceite se deben disponer o ubicar de manera que las estructuras o materiales combustibles adyacentes queden resguardados de una manera aprobada.

2) Características de operación. Los interruptores automáticos deben tener el siguiente equipo o características de operación:

(1) Un medio mecánico accesible u otro medio identificado para disparo manual, independiente de la potencia de control.

(2) Deben ser de desenganche libre (de disparo libre).

(3) Si son capaces de abrir o cerrar manualmente mientras están energizados, los contactos principales deben operar independientemente de la velocidad de la operación manual.

(4) Un indicador mecánico de posición en el interruptor automático para mostrar la posición abierta o cerrada de los contactos principales.

(5) Un medio para indicar la posición abierta y cerrada del interruptor en el (los) punto(s) desde el(los) cual(es) se puede(n) operar.

3) Placa de datos. Un interruptor automático debe tener una placa de datos permanente y legible que incluya el nombre del fabricante o marca registrada, tipo o número de identificación del fabricante, valor nominal de corriente permanente, valor nominal de interrupción en megavoltamperes o amperes y el valor nominal máximo de tensión. La modificación de un interruptor automático, que afecte su valor nominal, debe ir acompañada por un cambio adecuado en la información de la placa de datos.

4) Valor nominal. Los interruptores automáticos deben tener los siguientes valores nominales:

(1) El valor nominal de corriente permanente de un interruptor automático no debe ser menor a el valor corriente permanente máxima a través del interruptor automático.

(2) El valor nominal de interrupción de un interruptor automático no debe ser menor a la corriente de falla máxima que se le exigirá interrumpir a dicho dispositivo, incluidas las contribuciones de todas las fuentes de energía conectadas.

(3) El valor nominal de cierre de un interruptor automático no debe ser menor a la corriente de falla asimétrica máxima en la cual dicho interruptor puede ser cerrado.

(4) El valor nominal momentáneo de un interruptor automático no debe ser menor a la corriente de falla asimétrica máxima en el punto de instalación.

(5) La tensión nominal máxima de un interruptor automático no debe ser menor a la tensión máxima del circuito.

b) Fusibles y portafusibles de potencia.

1) Uso. Cuando se usan fusibles para proteger los conductores y el equipo, se debe instalar un fusible en cada conductor no puesto a tierra. Se permitirá usar dos fusibles de potencia en paralelo para proteger la misma carga, si ambos fusibles tienen idénticos valores nominales y están instalados en un montaje común identificado que posee conexiones eléctricas para dividir la corriente equitativamente. Los fusibles de potencia de tipo ventilado no se deben usar en interiores, en subterráneos ni en envoltentes metálicos a menos que estén identificados para este uso.

2) Valor nominal de interrupción. El valor nominal de interrupción de los fusibles de potencia no debe ser menor a la corriente máxima de falla que se requiere que el fusible interrumpa, incluidas las contribuciones de todas las fuentes de energía conectadas.

3) Valor nominal de tensión. El valor nominal de tensión máxima no debe ser menor a la tensión máxima del circuito. Los fusibles que tienen una tensión de operación mínima recomendada no se deben utilizar por debajo de este valor.

4) Identificación de montaje de fusibles y de unidades de fusibles. Los montajes y las unidades de fusibles deben tener placas de datos legibles y permanentes que indiquen el tipo o designación dado por el fabricante, el valor nominal de corriente permanente, el valor nominal de interrupción de corriente y el valor nominal de tensión máxima.

5) Fusibles. Los fusibles que expulsan flama al abrir el circuito deben estar diseñados o dispuestos de manera que funcionen apropiadamente sin peligro para las personas y la propiedad.

6) Portafusibles. Los portafusibles deben estar diseñados o instalados de manera que estén desenergizados mientras se reemplaza un fusible. Debe instalarse un anuncio permanente y legible, aplicado en campo, de acuerdo con lo establecido en la sección 110-21(b), en lugar inmediato a los portafusibles, el que debe tener el siguiente texto:

PELIGRO-DESCONECTAR EL CIRCUITO ANTES DE REEMPLAZAR LOS FUSIBLES.

Excepción: Se permitirá el uso de fusibles y portafusibles diseñados para permitir su reemplazo, por personal calificado equipado para este fin, sin desenergizar el portafusible.

7) Fusibles de alta tensión. Los tableros y las subestaciones con envoltente metálico que utilizan fusibles de alta tensión deben estar equipados con un seccionador accionado en grupo. La separación de los fusibles del circuito se brindará ya sea conectando un interruptor entre la fuente y los fusibles o mediante una construcción de tipo interruptor deslizable y fusible. El interruptor debe ser de tipo interruptor bajo carga a menos que esté enclavado mecánica o eléctricamente con un dispositivo interruptor bajo carga dispuesto para reducir la carga a la capacidad de interrupción del interruptor.

Excepción: Se permitirá más de un interruptor como el medio de desconexión de un juego de fusibles, cuando dichos interruptores están instalados para brindar conexión con más de un juego de conductores de alimentación. Los interruptores deben estar enclavados mecánica o eléctricamente para permitir el acceso a los fusibles solamente cuando todos los interruptores están abiertos. En los fusibles se debe colocar un aviso ostensible que indique la presencia de más de una fuente.

c) Cortacircuitos de distribución y eslabones fusibles de tipo expulsión.

1) Instalación. Los cortacircuitos deben estar localizados de manera que se puedan operar y cambiar los fusibles fácilmente y con seguridad, y de modo que los gases de escape de los fusibles no pongan en peligro a las personas. Los cortacircuitos de distribución no se deben usar en interiores, en subterráneos o en envoltentes metálicos.

2) Operación. Cuando los cortacircuitos con fusibles no son adecuados para interrumpir el circuito manualmente mientras conducen toda la carga, se debe instalar un medio aprobado para interrumpir la carga total. A menos que los cortacircuitos con fusible estén enclavados con el interruptor para impedir la apertura de los cortacircuitos bajo carga, se debe colocar un aviso ostensible en estos cortacircuitos que indique no se deben operar bajo carga.

3) Valor nominal de interrupción. El valor nominal de interrupción de los cortacircuitos de distribución no debe ser menor a la corriente máxima de falla que se requiere que interrumpa el cortacircuito, incluidas las contribuciones de todas las fuentes de energía conectadas.

4) Valor nominal de tensión. El valor de tensión nominal máximo de los cortacircuitos no debe ser menor a la tensión máxima del circuito.

5) Identificación. Los cortacircuitos de distribución deben tener en el cuerpo, puerta o tubo portafusible, una placa de datos legible y permanente o una identificación que incluya el tipo o designación dado por el fabricante, el valor nominal de corriente permanente, el valor nominal de tensión máxima y el valor nominal de interrupción.

6) Eslabones fusibles. Los eslabones fusibles deben tener una identificación legible y permanente que indique el valor nominal de corriente permanente y el tipo de fusible.

7) Estructura montada en exteriores. La altura de los cortacircuitos montados en estructuras en exteriores debe proporcionar la distancia de seguridad entre las partes energizadas más bajas (en posición

abierta o cerrada) y las superficies sobre las cuales pueda estar de pie una persona, de acuerdo con 110-34(e).

d) Cortacircuitos en aceite

1) Valor nominal de corriente permanente. El valor nominal de corriente permanente de los cortacircuitos en aceite no debe ser menor a la corriente permanente máxima a través del cortacircuito.

2) Valor nominal de interrupción. El valor nominal de interrupción de los cortacircuitos en aceite no debe ser menor a la corriente máxima de falla que se requiere que el cortacircuito en aceite interrumpa, incluidas las contribuciones de todas las fuentes de energía conectadas.

3) Valor nominal de tensión. El valor nominal de tensión máxima de los cortacircuitos en aceite no debe ser menor a la tensión máxima del circuito.

4) Valor nominal de cierre de fallas. Los cortacircuitos en aceite deben tener un valor nominal de cierre de fallas no menor a la corriente de falla asimétrica máxima que puede ocurrir en el sitio del cortacircuito, a menos que la existencia de enclavamientos o procedimientos de operación adecuados impidan la posibilidad de cierre en una falla.

5) Identificación. Los cortacircuitos en aceite deben tener una placa de datos legible y permanente que incluya la corriente nominal permanente, la tensión nominal máxima y la corriente nominal de interrupción.

6) Eslabones fusibles. Los eslabones fusibles deben tener una identificación permanente y legible que indique la corriente nominal permanente.

7) Ubicación. Los cortacircuitos se deben ubicar de manera que sean accesibles de manera fácil y segura para la reposición de los fusibles. La parte superior del cortacircuito no debe estar a más de 1.50 metros sobre el suelo o plataforma.

8) Envoltente. Se deben colocar barreras o envoltentes adecuadas para evitar el contacto con partes energizadas o cables no blindados de cortacircuitos en aceite.

e) Interruptores bajo carga. Se permitirán interruptores bajo carga cuando se usen fusibles o interruptores automáticos junto con estos dispositivos para interrumpir las corrientes de falla. Cuando estos dispositivos se usen en combinación, deben estar coordinados eléctricamente, de manera que soportar con seguridad los efectos del cierre, conducción o interrupción de todas las corrientes posibles hasta el valor nominal máximo de cortocircuito asignada.

Cuando se instale más de un interruptor con terminales de carga interconectados para proporcionar la conexión alterna a diferentes conductores de alimentación, cada interruptor debe llevar un aviso ostensible que identifique este peligro.

1) Valor nominal de corriente permanente. El valor nominal de corriente permanente de los interruptores debe ser igual o exceder la corriente permanente máxima en el punto de instalación.

2) Valor nominal de tensión. El valor nominal de tensión máxima de los interruptores debe ser igual o exceder la tensión máxima del circuito.

3) Identificación. Los interruptores desconectores deben tener una placa de datos permanente y legible que incluya la siguiente información: tipo o designación dada por el fabricante, valor nominal de corriente permanente, valor nominal de interrupción de corriente, valor nominal de cierre de falla y el valor nominal de tensión máxima.

4) Interrupción de los conductores. El mecanismo de interrupción debe estar dispuesto para ser operado desde un lugar en donde el operador no esté expuesto a las partes energizadas, y se debe disponer de manera que abra simultáneamente todos los conductores de fase del circuito, con una operación. Los interruptores deben estar preparados para ser bloqueados en la posición abierta. Los interruptores con envoltente metálico deben ser operables desde el exterior del envoltente.

5) Energía almacenada para la apertura. Se permitirá que el operador de energía almacenada quede en la posición sin carga después de que el interruptor ha sido cerrado, si un solo movimiento de la manija de operación carga el operador y abre el interruptor.

6) Terminales de alimentación. Las terminales de alimentación de los interruptores desconectores con fusibles se deben instalar en la parte superior del envoltente del interruptor o, si las terminales están ubicadas en cualquier otra parte, el equipo debe tener instaladas barreras para impedir que las personas entren en

contacto accidentalmente con partes energizadas o que las herramientas o fusibles caigan sobre las partes energizadas.

490-22. Medios de seccionamiento. Se deben suministrar los medios de separar completamente un elemento de equipo de todos los conductores de fase. No se exigirá el uso de seccionadores cuando hay otras formas de desenergizar el equipo para su inspección y reparación, tales como unidades extraíbles en tableros en envolvente metálico y unidades de carritos de paneles removibles.

Los interruptores de seccionamiento no enclavados con un dispositivo aprobado de interrupción del circuito deben tener un anuncio que advierta contra la apertura de éstos bajo carga.

Se permitirá como interruptor de seccionamiento un portafusibles y un fusible diseñados para este propósito.

490-23. Reguladores de tensión. La secuencia de desconexión apropiada para los reguladores se debe asegurar mediante el uso de uno de los siguientes:

- (1) Interruptor de derivación para regulador con secuencia mecánica.
- (2) Enclavamientos mecánicos.
- (3) Un procedimiento de desconexión presentado en forma notoria en el lugar de la desconexión.

490-24. Espacio de separación mínima. En instalaciones montadas en campo, la separación mínima de aire entre conductores desnudos vivos y entre estos conductores y las superficies adyacentes puestas a tierra, no debe ser menor a los valores presentados en la Tabla 490-24. Estos valores no se deben aplicar a porciones interiores o a terminales exteriores de equipo diseñado, fabricado y probado de acuerdo con normas aceptadas.

Tabla 490-24.- Espacio mínimo de seguridad de las partes vivas

Valor nominal de tensión (kV)	Nivel Básico de impulso, BIL (kV)		Distancia mínima de seguridad de las partes vivas			
			Fase a fase		Fase a tierra	
			Interiores	Exteriores	Interiores	Exteriores
	Interiores	Exteriores	Centímetros			
2.40-4.16	60	95	11.5	18	8	15.5
7.2	75	95	14	18	10.5	15.5
13.8	95	110	19.5	30.5	13	18
14.4	110	110	23	30.5	17	18
23	125	150	27	38.5	19	25.5
34.5	150	150	32	38.5	24.5	25.5
46	200	200	46	46	33.5	33.5
46	—	200	—	46	—	33.5
69	—	250	—	53.5	—	43.5
69	—	250	—	53.5	—	43.5
69	—	350	—	79	—	63.5
115	—	550	—	135	—	107
138	—	550	—	135	—	107
138	—	650	—	160.5	—	127
161	—	650	—	160.5	—	127
161	—	750	—	183	—	147.5
230	—	750	—	183	—	147.5
230	—	900	—	226.5	—	180.5
230	—	1050	—	267	—	211

Los valores dados corresponden a las distancias mínimas de seguridad para partes rígidas y conductores desnudos en condiciones de servicio favorables. Estas distancias se deben aumentar para condiciones de movimiento de los conductores o bajo condiciones de servicio desfavorables, o cuando las limitaciones de espacio lo permitan. La selección de la tensión de impulso no disruptivo asociado para una tensión del sistema particular, se determina por las características del equipo de protección contra sobretensiones.

490-25. Retroalimentación. Las instalaciones donde exista la posibilidad de retroalimentación deben cumplir con lo establecido a continuación.

(a) Debe colocarse un anuncio permanente, de acuerdo con lo establecido en la sección 110-21(b) sobre el envolvente del medio de desconexión o en las adyacencias inmediatas a medios de desconexión a la vista, con el siguiente texto o su equivalente:

**PELIGRO-LOS CONTACTOS SITUADOS EN CUALQUIERA DE LOS LADOS DE ESTE DISPOSITIVO
PUEDEN ESTAR ENERGIZADOS POR RETROALIMENTACIÓN**

(b) Debe colocarse de forma permanente un diagrama unifilar, legible, de la configuración de la interrupción local, en el que claramente se identifique cada punto de conexión con la sección de alta tensión, al alcance de la vista de cada punto de conexión.

Parte C. Equipo – Tablero de potencia y ensambles de control industrial

490-30. Generalidades. Esta Parte comprende ensambles de equipos de tableros de potencia y de control industrial que incluyen, pero no limitados a interruptores, dispositivos de interrupción y su control, equipos de medición, equipos de protección y regulación, cuando son parte integral del ensamble con interconexiones asociadas y estructuras de soporte.

490-31. Disposición de los dispositivos en los ensambles. La disposición de los dispositivos en los ensambles debe ser tal, que los componentes individuales puedan llevar a cabo con seguridad su función prevista sin afectar desfavorablemente la operación segura de los otros componentes en el ensamble.

490-32. Resguardo de partes energizadas a alta tensión dentro de un envolvente. Cuando se requiere acceso para un propósito diferente al de inspección visual, a un compartimiento que contiene partes energizadas a alta tensión, se deben suministrar barreras para evitar el contacto accidental por parte de personas, herramientas u otros equipos con las partes energizadas. Las partes vivas expuestas sólo se deben permitir en compartimientos accesibles a personas calificadas. Los fusibles y portafusibles diseñados para permitir su reemplazo futuro sin desenergizar el portafusible, solamente se permitirán para uso por personas calificadas.

490-33. Resguardo de partes energizadas que operan a 1000 volts, nominales o menos dentro de un compartimiento. Las partes desnudas energizadas montadas en puertas se deben resguardar cuando la puerta se deba abrir para mantenimiento del equipo o para la remoción del equipo extraíble.

490-34. Espacio libre para conductores de cable que entran en envoltentes. El espacio no obstruido opuesto a las terminales u opuestos a las canalizaciones o cables que entran en un equipo de desconexión o ensamble de control deben ser adecuados para el tipo de conductor y el método de terminación.

490-35. Accesibilidad a las partes energizadas.

a) Equipo de alta tensión. Las puertas que brinden acceso a personal no calificado a partes energizadas a alta tensión deben estar cerradas con llave. Deben instalarse anuncios permanentes que cumplan con lo establecido en la sección 110-21(b) en paneles o puertas que brinden acceso a partes vivas de más de 1000 volts, los que deben tener el siguiente texto: PELIGRO-ALTA TENSIÓN-MANTÉNGASE ALEJADO.

b) Equipo de control. El equipo de control, los relevadores, los motores y similares que operan a 1000 volts o menos, no se deben instalar en compartimientos con partes expuestas energizadas a alta tensión, o alambrado a alta tensión, a menos que se cumpla una de las siguientes condiciones:

(1) El medio de acceso esté enclavado con el interruptor de alta tensión o el medio de desconexión para evitar la apertura o remoción del medio de acceso.

(2) El interruptor de alta tensión o el medio de desconexión estén en una posición de seccionamiento.

c) Instrumentos de alta tensión o transformadores de control y calentadores de ambiente. Se permitirá instalar instrumentos de alta tensión o transformadores de control y calentadores de ambiente en el compartimiento de alta tensión sin restricciones de acceso fuera de las que se aplican generalmente a compartimientos de alta tensión.

490-36. Puesta a tierra. Los bastidores de los equipos de tablero de distribución y ensambles de control se deben conectar a un conductor de puesta a tierra de equipos o, cuando así se permita, al conductor puesto a tierra.

490-37. Puesta a tierra de dispositivos. Los chasis metálicos, los bastidores metálicos o ambos, así como instrumentos, relevadores, medidores y transformadores para instrumentos y de control, localizados en el equipo de desconexión o ensambles de control sobre ellos, se deben conectar a un conductor de puesta a tierra de equipos o, cuando así se permita, al conductor puesto a tierra.

490-38. Bloqueo para puerta y placas de cubierta. Las puertas o cubiertas externas abisagradas deben tener bloqueos para mantenerlas abiertas. Las placas de cubierta proyectadas para ser retiradas para la inspección de las partes energizadas o el alambrado deben tener manijas elevadoras y no deben tener más de 1.10 m² de área, 27 kilogramos de peso, a menos que estén abisagradas y atornilladas o con cerradura.

490-39. Descarga de gas de los dispositivos de interrupción. El gas descargado durante la operación de los dispositivos de interrupción se debe dirigir de manera que no ponga en peligro al personal.

490-40. Ventanas de inspección visual. Las ventanas previstas para la inspección visual de interruptores desconectores u otros dispositivos deben ser de un material transparente adecuado.

490-41. Ubicación del equipo de control industrial. El equipo de control industrial operado de forma rutinaria debe cumplir con los requisitos de (a), a no ser que se opere con poca frecuencia, tal como se cubre en 490-41(b).

a) Pulsadores o manijas de los interruptores de transferencia para instrumentos y control. Las manijas o los botones pulsadores de los interruptores de transferencia para instrumentos y control deben estar en un lugar de fácil acceso, a una altura no mayor que 2.00 metros.

Excepción: Las manijas de operación que requieren una fuerza mayor que 23 kilogramos se deben ubicar a una altura máxima de 1.70 metros en posición abierta o cerrada.

b) Dispositivos operados con poca frecuencia. Se permitirá ubicar las manijas de operación para dichos dispositivos operados con poca frecuencia, como fusibles extraíbles, transformadores de control o de potencial con fusible, y sus desconectores primarios, y los interruptores de transferencia de barras conductoras y los interruptores de aislamiento, en donde se puedan operar en forma segura y se pueda realizar el servicio de mantenimiento desde una plataforma portátil.

490-42. Enclavamientos-Interruptores desconectores. Los interruptores desconectores equipados con mecanismos de almacenamiento de energía deben tener enclavamientos mecánicos para impedir el acceso al compartimiento del interruptor, a menos que el mecanismo de almacenamiento de energía esté en la posición sin carga o de bloqueo.

490-43. Energía almacenada para la apertura. Se permitirá que el operador de energía almacenada quede en posición sin carga después de que el interruptor ha sido cerrado, si con un solo movimiento de la manija de operación se carga el operador y se abre el interruptor.

490-44. Interruptores desconectores con fusible.

a) Terminales de alimentación. Las terminales de alimentación de los interruptores desconectores con fusible se deben instalar en la parte superior del envoltente del interruptor o, si las terminales están ubicados en otra parte, el equipo debe tener instaladas barreras para impedir que las personas entren en contacto accidentalmente con partes energizadas o que herramientas o fusibles caigan en las partes energizadas.

b) Retroalimentación. Cuando los fusibles puedan ser energizados por el lado carga (retroalimentación), se debe colocar un anuncio en la puerta de la envoltente que identifique este peligro.

c) Mecanismo de interrupción. El mecanismo de interrupción se debe disponer para ser operado desde un lugar externo al envoltente en donde el operador no esté expuesto a las partes energizadas, y se debe disponer de manera que con una operación abra simultáneamente todos los conductores de fase del circuito. Los interruptores se deben poder bloquear en la posición abierta. El medio para el bloqueo debe permanecer en su lugar con o sin el candado instalado.

490-45. Enclavamientos-Interruptores automáticos.

a) Interruptores automáticos. Los interruptores automáticos equipados con mecanismos de almacenamiento de energía deben estar diseñados para impedir la liberación de la energía almacenada, a menos que el mecanismo haya sido cargado completamente.

b) Enclavamientos mecánicos. Se deben proporcionar enclavamientos mecánicos en el chasis para evitar que el interruptor automático sea retirado completamente del chasis cuando el mecanismo de

almacenamiento de energía está en la posición completamente cargada, a menos que se suministre un dispositivo adecuado para bloquear la función de cierre del interruptor automático antes de que sea retirado completamente.

490-46. Bloqueo del interruptor automático. Los interruptores automáticos deben poder bloquearse en la posición abierta o, si se instalan en mecanismos de extracción, el mecanismo debe poder bloquearse en la posición en que no se pueda mover a la posición conectada. En cualquiera de los casos, el medio para el bloqueo debe poder actuar de acuerdo con lo establecido en la sección 110-25.

490-47. Equipo de acometida con envolvente metálico y tableros de potencia. Los equipos de tableros con envolvente metálico y tableros de potencia instalados en equipos de acometida de alta tensión deben incluir una barra conductora de puesta a tierra para la conexión de los blindajes del cable de acometida y para facilitar la conexión de puestas a tierra de seguridad para la protección del personal. Esta barra conductora se debe extender hacia el interior del compartimiento donde terminan los conductores de acometida. Donde el panel o la puerta del compartimiento brinden acceso a piezas que solamente pueden ser desenergizadas y visiblemente aisladas por la compañía de electricidad que presta el servicio, el anuncio de advertencia requerido en la sección 490-35(a) debe incluir una notificación en la que se indique que el acceso es limitado al personal de la compañía de electricidad o que está permitido sólo después de una autorización de la compañía de servicio.

490-48. Subestaciones.

a) Documentación. Las subestaciones deben ser diseñadas por un ingeniero profesional registrado y calificado. El diseño debe contemplar, aunque no de manera limitada, los siguientes aspectos y la documentación de este diseño debe estar disponible para la autoridad competente.

- (1) Espacios libres y salidas
- (2) Envolventes eléctricos
- (3) Aseguramiento y soporte de equipos eléctricos
- (4) Protección contra incendios
- (5) Disposiciones para la seguridad de las conexiones a tierra
- (6) Protección de partes vivas
- (7) Transformadores y equipos de regulación de tensión
- (8) Aislamiento de conductores, protección eléctrica y mecánica, separación y terminaciones
- (9) Aplicación, disposición y desconexión de interruptor automático, otros interruptores y fusibles
- (10) Disposiciones para equipos llenos con aceites
- (11) Equipo de tablero de distribución
- (12) Apartarrayos

b) Diagrama. Se debe colocar de forma permanente, un diagrama unifilar en un lugar claramente visible, dentro de la misma sala o área cubierta con el equipo del tablero de distribución y este diagrama debe identificar claramente enclavamientos, medios de aislamiento y todas las posibles fuentes de tensión para la instalación en condiciones normales o de emergencia, y las marcas en el tablero deben hacer una contrarreferencia al diagrama.

Excepción: No deben requerirse diagramas donde el equipo conste exclusivamente de una subestación unitaria con envolvente metálico o de un solo cubículo que contenga solamente un juego de dispositivos de interrupción de alta tensión.

Parte D. Equipo móvil y portátil

490-51. Generalidades

a) Cobertura. Las disposiciones de esta parte se deben aplicar a instalaciones y uso de distribución de potencia de alta tensión y al equipo de utilización portátil o móvil, o ambos, tales como subestaciones y gabinetes con interruptores montados en patines, remolques o plataformas de ferrocarril; palas móviles, cables de arrastre, grúas, montacargas, taladros, dragas, compresores, bombas, bandas transportadoras, excavadoras subterráneas y equipos similares.

b) Otros requisitos. Los requisitos de esta parte deben ser adicionales o modificar los establecidos en los Artículos 100 a 725 de esta NOM. Se debe prestar atención especial al Artículo 250.

c) Protección. Se deben suministrar envolventes o protección adecuada, o ambos, para proteger los equipos portátiles y móviles contra el daño físico.

d) Medios de desconexión. Se deben instalar medios de desconexión para equipo de alta tensión móvil y portátil, de acuerdo con los requisitos de la Parte H del Artículo 230 y deben desconectar todos los conductores de fase de fase.

490-52. Protección contra sobrecorriente. Los motores que accionan un solo o múltiples generadores de corriente continua que alimentan un sistema de operación sobre una base de carga cíclica no requieren protección contra sobrecarga, siempre y cuando el valor nominal térmico del motor de accionamiento de corriente alterna no se pueda exceder bajo ninguna condición de operación. Los dispositivos de protección del circuito derivado deben proporcionar la protección contra cortocircuito y rotor bloqueado, y se permitirá que sea externo al equipo.

490-53. Envolventes. Todas las partes de interrupción y de control energizadas se deben encerrar en gabinetes o envolventes metálicos puestos a tierra. Estos gabinetes o envolventes deben estar marcados por algo como: “**PELIGRO - ALTA TENSIÓN-MANTÉNGASE ALEJADO**” y deben estar cerrados con cerradura, de manera que sólo personas autorizadas y calificadas puedan entrar. Los medios de operación de los interruptores automáticos y del equipo de protección se deben proyectar a través del gabinete o el envoltente metálico, de manera que estas unidades se puedan reposicionar sin necesidad de abrir las puertas cerradas con cerradura. Se debe proporcionar un acceso razonablemente seguro para la operación normal de estas unidades con las puertas cerradas.

490-54. Anillos colectores. Los ensambles de anillos colectores en máquinas de tipo rotatorio (palas, dragas, etc.) se deben resguardar para impedir el contacto accidental con partes energizadas por el personal que esté arriba o debajo de la máquina.

490-55. Conexiones de cables de potencia a máquinas móviles. Se debe proporcionar un envoltente metálico en la máquina móvil, para encerrar las terminales del cable de potencia. El envoltente debe incluir terminales de conexión en el bastidor de la máquina para el conductor de puesta a tierra de equipos. Los conductores de fase se deben fijar a aisladores o deben terminar en conectores aprobados de cable de alta tensión (que incluyen conectores del conductor de puesta a tierra de equipos) del valor adecuado de tensión y corriente nominales. El método usado de terminación del cable debe impedir cualquier esfuerzo o tracción en el cable, proveniente de los esfuerzos de las conexiones eléctricas. El envoltente se debe poder bloquear, de manera que sólo pueda abrirlo personal autorizado y calificado, y deberá estar marcado por algo como:

PELIGRO-ALTA TENSIÓN-MANTÉNGASE ALEJADO

490-56. Cable portátil de alta tensión para el suministro principal de energía. El cable flexible de alta tensión, que suministra energía a equipo portátil o móvil, debe cumplir con el Artículo 250 y con el Artículo 400, Parte C.

Parte E. Calderas de tipo electrodos.

490-70. Generalidades. Las disposiciones de esta Parte se deben aplicar a calderas que operan a más de 600 volts, en las cuales el calor es generado por el paso de corriente entre electrodos, a través del líquido que está siendo calentado.

490-71. Sistema de alimentación eléctrica. Las calderas de tipo electrodo se deben alimentar solamente desde un sistema de 3 fases, 4 hilos en estrella, sólidamente puesto a tierra, o de transformadores de aislamiento dispuestos para proporcionar dicho sistema. Las tensiones del circuito de control no deben exceder de 150 volts, deben ser suministradas por un sistema puesto a tierra y deben tener los controles en el conductor de fase.

490-72. Requisitos de los circuitos derivados

a) Valor nominal. Cada caldera debe ser alimentada por un circuito derivado individual con un valor nominal no menor al 100 por ciento de la carga total.

b) Dispositivo de interrupción de fallas. El circuito se debe proteger mediante un dispositivo trifásico de disparo automático, se permitirá que dicho dispositivo cierre automáticamente el circuito al dejar de existir la sobrecarga, pero no debe cerrar el circuito después de una falla.

c) Protección contra fallas en la fase. En cada fase se debe suministrar protección contra fallas en la fase, que consiste en un relevador separado de protección contra sobrecorriente en la fase conectado a un transformador de corriente separado en la fase.

d) Detección de corriente de tierra. Se debe suministrar un medio para la detección de la suma de las corrientes del conductor del neutro y del conductor de puesta a tierra de equipos, el cual debe disparar el dispositivo de interrupción del circuito, si la suma de esas corrientes excede el mayor valor entre 5 amperes o 7.50 por ciento de la corriente de plena carga de la caldera, durante 10 segundos, o excede un valor instantáneo del 25 por ciento de la corriente de plena carga de la caldera.

e) Conductor del neutro puesto a tierra. El conductor del neutro puesto a tierra:

- (1) Debe estar conectado al recipiente de presión que contiene los electrodos.
- (2) Debe estar aislado para 1000 volts mínimo.
- (3) Debe tener como mínimo la ampacidad del mayor conductor de fase del circuito derivado.
- (4) Debe estar instalado con los conductores de fase en la misma canalización, cable o charola portacables o, cuando está instalado como conductor abierto, debe estar en proximidad estrecha con los conductores de fase.
- (5) No se debe usar para ningún otro circuito.

490-73. Control del límite de presión y de temperatura. Cada caldera debe estar equipada con un medio para limitar la temperatura o la presión máximas, o ambas, interrumpiendo directa o indirectamente el flujo de corriente a través de los electrodos. Estos medios deben ser adicionales a los sistemas de regulación de presión o de temperatura, o ambos, y a las válvulas de seguridad o de alivio de presión.

490-74. Unión. Todas las partes metálicas expuestas no portadoras de corriente de la caldera y las estructuras o equipos metálicos asociados y expuestos, se deben unir al recipiente de presión o al conductor del neutro al cual dicho recipiente está conectado de acuerdo con 250-102, excepto que la ampacidad del puente de unión no debe ser menor a la ampacidad del conductor del neutro.

CAPÍTULO 5 AMBIENTES ESPECIALES ARTÍCULO 500

ÁREAS PELIGROSAS (CLASIFICADAS), CLASES I, II y III, DIVISIONES 1 y 2.

500-1. Alcance - Artículos 500 a 504. Los Artículos 500 a 504 cubren los requisitos para equipo eléctrico, electrónico y alambrado, para todas las tensiones eléctricas, en áreas Clase 1, Divisiones 1 y 2; Clase II, Divisiones 1 y 2 y Clase III, Divisiones 1 y 2, en donde pueda existir peligro de incendio o explosión debido a gases o vapores inflamables, líquidos inflamables, polvos combustibles o fibras o partículas combustibles o de fácil ignición dispersas en el aire.

NOTA 1: Los peligros asociados con agentes explosivos, pirotécnicos y de demolición no se tratan en este Artículo.

NOTA 2: Véase el Artículo 505 para los requisitos de los equipos eléctricos y electrónicos y para el alambrado a todas las tensiones en áreas peligrosas (clasificadas) de Zona 0, Zona 1 y Zona 2 en donde pueden existir riesgos de incendio o explosión debidos a gases, vapores o líquidos inflamables.

NOTA 3: Ver el Artículo 506 con respecto a los requisitos de los equipos eléctricos y electrónicos y de alambrado, para todas las tensiones en lugares peligrosos (clasificados) de Zona 20, Zona 21 y Zona 22 en donde pueden existir riesgos de incendio o explosión debidos a polvos combustibles o fibras o partículas inflamables.

500-3. Otros Artículos. Excepto como se modifica en los artículos 500 hasta 504, todas las demás reglas aplicables contenidas en esta NOM deben aplicarse al equipo eléctrico y al alambrado instalado en áreas peligrosas (clasificadas).

500-4. Generalidades.

a) Documentación. Todas las áreas designadas como áreas peligrosas (clasificadas) deben estar debidamente documentadas. Esta documentación debe estar disponible para quienes están autorizados para diseñar, instalar, inspeccionar, mantener u operar el equipo eléctrico en el lugar.

b) Referencias. En otras publicaciones se puede encontrar información importante, relacionada con los temas cubiertos por el Capítulo 5.

NOTA 1: Para la evaluación de la conformidad de esta NOM las unidades de verificación deben estar familiarizadas con la experiencia de la industria y de la clasificación de las distintas áreas, la ventilación adecuada y la protección contra riesgos producidos por la electricidad estática y las descargas atmosféricas. Para la clasificación de áreas peligrosas debe realizarse un análisis de cada local, área o sección individualmente, atendiendo a la concentración de los gases, vapores y polvos y a sus características de explosividad. Este análisis debe realizarse bajo supervisión de ingeniería y de expertos en la materia, debidamente calificados. Es responsabilidad del usuario o propietario de las instalaciones que la clasificación de las áreas sea realizada con la mayor precisión.

NOTA 2: Para información adicional sobre la clasificación de áreas peligrosas; clasificación de materiales inflamables; requisitos de instalaciones que por su naturaleza son áreas peligrosas (clasificadas); protección

contra riesgos producidos por la electricidad estática y las descargas atmosféricas en áreas peligrosas (clasificadas); ventilación en áreas peligrosas (clasificadas); sistemas eléctricos para áreas peligrosas (clasificadas) en plataformas marinas petroleras y de gas; véase el apéndice B.

500-5. Clasificación de lugares.

a) Generalidades. Los lugares se deben clasificar dependiendo de las propiedades del gas inflamable, el vapor producido por líquido inflamable, los vapores producidos por líquidos combustibles, los polvos o fibras/partículas que puedan estar presentes, y con posibilidad de que estén en concentraciones o cantidades inflamables o combustibles. Cuando los únicos materiales utilizados o manipulados en estos lugares sean pirofóricos, estos lugares no deben ser clasificados. Para determinar su clasificación, cada cuarto o área se debe considerar individualmente.

NOTA: Aplicando el ingenio en el diseño de las instalaciones eléctricas para lugares peligrosos (clasificados), frecuentemente es posible ubicar la mayor parte de los equipos en un nivel más bajo de la clasificación o en un lugar no clasificado, y así reducir el número de equipos especiales necesarios.

Para cuartos y áreas que contienen sistemas de refrigeración con amoníaco, que están equipados con ventilación mecánica adecuada, que operen continuamente o arranquen con un sistema de detección de concentración que no exceda de 150 ppm, se pueden clasificar como lugares "no clasificados".

b) Lugares Clase I. Los lugares Clase I son aquellos en los que hay o puede haber en el aire gases inflamables, vapores producidos por líquidos inflamables o vapores producidos por líquidos combustibles, en cantidad suficiente para producir mezclas explosivas o inflamables. Los lugares Clase I deben incluir los especificados en (1) y (2) siguientes.

1) Clase I, División 1. Un lugar Clase I, División 1, es un lugar:

- (1) En el cual, en condiciones normales de funcionamiento, pueden existir concentraciones de gases inflamables, vapores producidos por líquidos inflamables o vapores producidos por líquidos combustibles.
- (2) En el cual, debido a operaciones de reparación, mantenimiento o a fugas, frecuentemente pueden existir concentraciones de gases inflamables, vapores producidos por líquidos inflamables o líquidos combustibles por encima de sus puntos de ignición.
- (3) En el cual la avería o funcionamiento defectuoso de equipos o procesos pueden liberar concentraciones de gases inflamables, vapores producidos por líquidos inflamables o vapores producidos por líquidos combustibles y simultáneamente pueden causar una falla en el equipo eléctrico, de manera que provoque que el equipo eléctrico se convierta en la fuente de ignición.

NOTA 1: Esta clasificación incluye usualmente los siguientes lugares:

- (1) Lugares en los que se trasiegan, de un recipiente a otro, líquidos volátiles inflamables o gases licuados inflamables.
- (2) El interior de cabinas de aplicación de pintura por rociado y las áreas en los alrededores de los lugares donde se realizan operaciones de pintura y rociado donde se usan solventes volátiles inflamables.
- (3) Lugares que contienen tanques o recipientes abiertos con líquidos volátiles inflamables.
- (4) Las cámaras o compartimentos de secado para la evaporación de solventes inflamables.
- (5) Lugares en los que se encuentran equipos de extracción de grasas y aceites, que utilizan solventes volátiles inflamables.
- (6) Secciones de plantas de limpieza y teñido en las que se utilizan líquidos inflamables.
- (7) Cuartos de generadores de gases y otras áreas de plantas de fabricación de gases en las que se puedan producir fugas de gases inflamables.
- (8) Cuartos de bombas para gases inflamables o para líquidos volátiles inflamables, que estén inadecuadamente ventilados.
- (9) El interior de refrigeradores y congeladores en los que se guardan materiales volátiles inflamables en recipientes abiertos, ligeramente tapados o que se puedan romper.
- (10) Todos los demás lugares donde exista la probabilidad de que se produzcan concentraciones inflamables de vapores o gases inflamables durante su funcionamiento normal.

NOTA 2: En algunos lugares de la División 1 se pueden presentar concentraciones de gases o vapores inflamables, continuamente o durante periodos prolongados de tiempo. Algunos ejemplos incluyen los siguientes:

- (1) El interior de envolturas mal ventiladas que contienen instrumentos que normalmente descargan gases o vapores inflamables hacia el interior de la envoltura.
- (2) El interior de tanques ventilados que contienen líquidos volátiles inflamables.
- (3) El área entre las partes externa e interna de secciones del techo de tanques con techo flotante que contienen fluidos volátiles inflamables.
- (4) Las áreas mal ventiladas dentro de los lugares donde se realizan operaciones de recubrimiento o rociado con fluidos volátiles inflamables.
- (5) El interior de un ducto de descarga que se utiliza para dar salida a las concentraciones combustibles de gases o vapores.

La experiencia ha demostrado que es prudente evitar totalmente la instalación de instrumentación u otros equipos eléctricos en todas estas áreas en particular. Sin embargo, cuando no se pueda evitar porque son esenciales para los procesos y no sea factible hacer la instalación en otros lugares (ver 500-5(a), NOTA), se deben utilizar equipos o instrumentos eléctricos aprobados para esa aplicación específica o que sean sistemas intrínsecamente seguros, como se describe en el Artículo 504.

2) Clase I, División 2. Un lugar Clase I, División 2, es un lugar:

- (1) En el cual se manipulan, procesan o utilizan gases volátiles inflamables, vapores producidos por líquidos inflamables o vapores producidos por líquidos combustibles, pero en el que los líquidos, vapores o gases estarán confinados normalmente en contenedores cerrados o sistemas cerrados, de los que pueden escapar sólo por rotura accidental o avería de dichos contenedores o sistemas, o si los equipos funcionan mal;
- (2) En el cual las concentraciones de gases inflamables, vapores producidos por líquidos inflamables o vapores producidos por líquidos combustibles se evitan normalmente mediante la ventilación mecánica positiva y el cual podría convertirse en peligroso por la falla u operación anormal del equipo de ventilación
- (3) Que está adyacente a un lugar de la Clase I División 1, y al cual ocasionalmente se pueden comunicar concentraciones de gases inflamables, vapores producidos por líquidos inflamables o vapores producidos por líquidos combustibles, por encima de sus puntos de ignición, a menos que dicha comunicación se evite mediante un sistema de ventilación de presión positiva desde una fuente de aire limpio y que se proporcionen medidas de seguridad eficaces contra las posibles fallas de la ventilación.

NOTA 1: Esta clasificación incluye usualmente los lugares en los que se utilizan líquidos volátiles inflamables o gases o vapores inflamables pero que, sólo resultarían peligrosos en caso de un accidente o de alguna condición de funcionamiento excepcional. Los factores que merecen consideración para establecer la clasificación y la extensión de cada lugar son la cantidad de materiales inflamables que podrían escapar en caso de accidente, la suficiencia del equipo de ventilación, el área total involucrada y el historial de incendios o explosiones de esa industria o negocio.

NOTA 2: Las tuberías sin válvulas, retenes, medidores y dispositivos similares generalmente no dan lugar a condiciones peligrosas, aunque se utilicen para líquidos o gases inflamables. Dependiendo de factores tales como la cantidad y tamaño de los recipientes y de la ventilación, los lugares usados para el almacenamiento de líquidos inflamables o gases licuados o comprimidos en recipientes sellados, se pueden considerar lugares peligrosos (clasificados) o lugares no clasificados.

c) Lugares Clase II. Un lugar de Clase II es el que resulta peligroso por la presencia de polvos combustibles. Los lugares Clase II deben incluir los especificados en (1) y (2) siguientes.

1) Clase II, División 1. Un lugar de Clase II, División 1 es un lugar:

- (1) En el cual, en condiciones normales de operación hay polvo combustible en el aire, en cantidad suficiente para producir mezclas explosivas o inflamables; o
- (2) En el que una falla mecánica o el funcionamiento anormal de la maquinaria o equipos pueden causar que se produzcan mezclas explosivas o inflamables y en el que, además, puede haber una fuente de ignición debido a la falla simultánea de los equipos eléctricos, la operación de los dispositivos de protección o por otras causas, o

- (3) En el que puede haber polvos combustibles del grupo E, en cantidades suficientes para ser peligrosos.

NOTA: Son particularmente peligrosos los polvos que contienen magnesio o aluminio, por lo que se deben tomar las máximas precauciones para evitar su ignición y explosión.

2) Clase II, División 2. Un lugar de Clase II, División 2 es un lugar:

- (1) En el que puede haber polvo combustible en el aire en cantidad suficiente para producir mezclas explosivas o inflamables, debido a operaciones anormales.
- (2) En donde hay acumulación de polvo combustible, pero es insuficiente para interferir con la operación normal del equipo eléctrico u otros aparatos, pero puede haber polvo combustible en suspensión en el aire como resultado de un mal funcionamiento de los equipos de manipulación o de proceso.
- (3) En el que la acumulación de polvo combustible sobre, dentro o en la cercanía de los equipos eléctricos puede ser suficiente para interferir con la disipación segura del calor de dichos equipos, o puede ser inflamable por la operación anormal o falla de los equipos eléctricos.

NOTA 1: Los factores que merecen tenerse en cuenta para establecer la clasificación de un lugar y que pueden dar como resultado un área no clasificada son, la cantidad de polvo combustible que pueda estar presente y la suficiencia de los sistemas de eliminación del polvo.

NOTA 2: Cuando algunos productos, como las semillas, son manipulados de modo que producen poca cantidad de polvo, la cantidad de polvo depositado puede no justificar la clasificación del lugar.

d) Lugares Clase III. Los lugares de Clase III son aquellos que resultan peligrosos por la presencia de fibras fácilmente inflamables o cuando se manipulan, fabrican o utilizan materiales que producen partículas combustibles, pero en el que no es probable que tales fibras/partículas estén en suspensión en el aire en cantidades suficientes para producir mezclas inflamables. Los lugares Clase III deben incluir los especificados en (1) a (2) siguientes:

1) Clase III, División 1. Un lugar de Clase III, División 1 es un lugar en el que se manipulan, fabrican o usan fibras/partículas fácilmente inflamables.

NOTA 1: Esta clasificación incluye normalmente algunas secciones de fábricas de rayón, algodón y otras fábricas de textiles; plantas de fabricación y procesamiento de fibras/partículas combustibles; desmotadoras y molinos de semillas de algodón; plantas de procesamiento de lino; fábricas de vestidos; plantas de procesamiento de madera y establecimientos e industrias que involucran procesos o circunstancias peligrosas similares.

NOTA 2: Las fibras/partículas fácilmente inflamables son, entre otras, las de rayón, algodón (incluidas las pelusas y la borra), sisal o henequén, pita, ixtle, yute, cáñamo, estopa, fibra de cacao, estopa, guata de ceiba, musgo español, viruta de madera y otros materiales de naturaleza similar.

2) Clase III, División 2. Un lugar de Clase III, División 2 es un lugar en el que se almacenan o manipulan fibras/partículas fácilmente inflamables, en procesos diferentes de los de manufactura.

500-6. Grupos de materiales. Para propósitos de prueba, aprobación y clasificación de áreas, las diferentes mezclas con aire (no enriquecidas con oxígeno) se deben agrupar de acuerdo con (a) y (b) siguientes.

Excepción: Los equipos identificados para un gas específico, vapor, polvo o fibras volando.

NOTA: Este agrupamiento se basa en las características de los materiales

a) Clasificación de grupos en la Clase I. Los grupos de Clase I deben estar de acuerdo con (1) a (4) siguientes:

NOTA 1: Las notas NOTA 2 y 3 se aplican al inciso (a).

NOTA 2: Las características explosivas de las mezclas de aire con gases o vapores varían según el material específico involucrado. Para los lugares de la Clase I, grupos A, B, C y D, la clasificación implica la determinación de la presión máxima de la explosión y de la separación máxima de seguridad entre las partes de una unión con abrazadera en una envolvente. Por lo tanto, es necesario que el equipo esté identificado no solamente para la clase sino también para el grupo específico del gas o vapor que estará presente.

NOTA 3: Algunas atmósferas químicas pueden tener características que exijan protección adicional a la exigida para cualquiera de los grupos de la Clase I. El bisulfuro de carbono es una de estas sustancias químicas, dada su baja temperatura de autoignición (90 °C) y la pequeña distancia en la junta permitida para detener la llama.

1) Grupo A. Acetileno.

2) Grupo B. Gas inflamable, vapor producido por un líquido inflamable, o vapor producido por un líquido combustible mezclado con aire que puede arder o explotar, que posee, o un valor máximo de abertura de seguridad experimental (MESG) menor o igual a 0.45 milímetros, o una relación de corriente mínima de ignición (relación MIC) menor o igual a 0.40.

NOTA: Un material típico de la Clase I, Grupo B, es el hidrógeno.

Excepción 1: Se permitirá usar equipos del Grupo D en atmósferas con butadieno si todos los tubos conduit que entran al equipo a prueba de explosión están equipados con sellos a prueba de explosión instalados a una distancia no mayor de 45 centímetros de la envolvente.

Excepción 2: Se permitirá usar equipos del Grupo C en atmósferas que contengan éter alil glicidílico, éter de n-butilo glicidílico, óxido de etileno, óxido de propileno y acroleína, si todos los tubos conduit que entran al equipo a prueba de explosión están equipados con sellos a prueba de explosión instalados a una distancia no mayor de 45 centímetros de la envolvente.

3) Grupo C. Gas inflamable, vapor producido por un líquido inflamable, o vapor producido por un líquido combustible mezclado con aire que puede arder o explotar, que posee, o un valor máximo de abertura de seguridad experimental (MESG) mayor a 0.45 milímetros y menor o igual a 0.75 milímetros, o una relación de corriente mínima de ignición (relación MIC), mayor de 0.40 y menor o igual a 0.80.

NOTA: Un material típico del grupo C, Clase I, es el etileno.

4) Grupo D. Gas inflamable, vapor producido por un líquido inflamable, o vapor producido por un líquido combustible mezclado con aire que puede arder o explotar, que posee, o un valor máximo de abertura de seguridad experimental (MESG) mayor a 0.75 milímetros, o una relación de corriente mínima de ignición (relación MIC) mayor a 0.80.

NOTA: Un material típico de la Clase I, grupo D, es el propano.

b) Clasificación de grupos en la Clase II. Los grupos de Clase II deben estar de acuerdo con los incisos (1) a (3) siguientes:-

1) Grupo E. Atmósferas que contengan polvos metálicos combustibles, incluyendo el aluminio, magnesio y sus aleaciones comerciales u otros polvos combustibles de partículas cuyo tamaño, abrasividad y conductividad presenten riesgos similares al usar equipos eléctricos.

NOTA: Algunos polvos metálicos pueden tener características que exijan medidas de seguridad superiores a las exigidas para atmósferas que contengan polvos de aluminio, magnesio y sus aleaciones comerciales. Por ejemplo, los polvos de circonio, torio y uranio tienen temperaturas de ignición extremadamente bajas (tan bajas como 20 °C) y energías mínimas de ignición más bajas que las de cualquier otro material de los grupos de Clase I o Clase II.

2) Grupo F. Atmósferas que contengan polvos carbonáceos combustibles que tengan más del 8 por ciento total de partículas volátiles atrapadas, o que han sido sensibilizados por otros materiales, de manera que presentan peligro de explosión. Los polvos de carbón, negro de carbón, carbón vegetal y coque son ejemplos de polvos carbonáceos.

3) Grupo G. Atmósferas que contengan polvos combustibles no incluidos en los Grupos E o F, incluidos: harina, cereales, madera, plástico y productos químicos.

NOTA 2: Las características de explosión de las mezclas de aire y polvo varían con los materiales involucrados. En los lugares Clase II, grupos E, F y G, la clasificación incluye la hermeticidad de las uniones del ensamble y de las aberturas entre pisos para evitar la entrada de polvo en las envolventes a prueba de ignición de polvo, el acumulamiento de capas de polvo sobre los equipos que puede causar sobrecalentamiento, y la temperatura de ignición de los polvos. Por tanto, es necesario que los equipos estén identificados no sólo para lugares de una clase determinada, sino también para el grupo específico de polvos que puedan estar presentes en dichos lugares.

NOTA 3: Algunos tipos de polvos pueden requerir mayores precauciones debido a los fenómenos químicos que pueden dar lugar a la generación de gases inflamables.

500-7. Técnicas de protección. En los siguientes incisos (a) hasta (l) se indican las técnicas de protección aceptables para equipo eléctrico y electrónico en áreas peligrosas (clasificadas).

a) Equipos a prueba de explosión. Esta técnica de protección se permite para equipos instalados en áreas Clase I, División 1 y 2.

b) Equipo a prueba de ignición de polvo. Esta técnica de protección se permite en áreas Clase II, División 1 y 2.

c) Hermético al polvo. Se permite aplicar esta técnica de protección a los equipos instalados en áreas Clase II, División 2 o Clase III, División 1 y 2.

d) Purgado y presurizado. Esta técnica de protección se permite para equipo en cualquier área peligrosa (clasificada) para la cual esté identificado.

e) Intrínsecamente seguros Esta técnica de protección se permitirá para los equipos instalados en lugares Clase I, División 1 ó 2; Clase II, División 1 ó 2; o Clase III, División 1 ó 2. Las disposiciones de los artículos 501 al 503 y del 510 al 516 no deben ser consideradas aplicables a estas instalaciones, excepto lo exigido en el artículo 504. La instalación de equipo y alambrados intrínsecamente seguros deben cumplir con los requerimientos del artículo 504.

f) Circuito no incendiario. Esta técnica de protección se permite en áreas Clase I, División 2, Clase II, División 2 y Clase III, División 1 ó 2.

g) Equipo no incendiario. Esta técnica de protección se permitirá para los equipos instalados en lugares Clase I, División 2; Clase II, División 2, y Clase III, División 1 ó 2.

h) Componente no incendiario. Esta técnica de protección se permitirá para los equipos instalados en lugares Clase I, División 2; Clase II, División 2, y Clase III, División 1 ó 2.

i) Inmersión en aceite. Esta técnica de protección se permite para contactos de interrupción de corriente en áreas Clase I, División 2 como se describe en 501-115(b)(1)(2).

j) Sellado herméticamente. Esta técnica de protección se permitirá para los equipos instalados en lugares Clase I, División 2; Clase II, División 2, y Clase III, División 1 ó 2.

k) Sistema de detección de gas combustible. Se permitirá un sistema de detección de gas como medio de protección en establecimientos industriales con acceso restringido al público y donde las condiciones de mantenimiento y supervisión garanticen que únicamente personas calificadas atenderán la instalación. Donde se instale dicho sistema, se permitirá el equipo especificado en los incisos (1), (2) o (3) siguientes:

Cuando se usan los detectores de gas combustible como técnica de protección, deben estar documentados el tipo de equipo de detección, su aprobación, lugares de instalación, los criterios de alarma y de parada, así como la frecuencia con que se deben calibrar.

1) Ventilación inadecuada. En los lugares de Clase I, División 1 que se clasifican así debido a la ventilación no adecuada, se permitirán los equipos eléctricos adecuados para lugares Clase I, División 2. El equipo de detección de gas combustible debe estar aprobado para lugares Clase I, División 1, para el grupo adecuado de material y para la detección del gas o vapor específico que se va a encontrar.

2) Interior de un edificio. En un edificio ubicado en un lugar Clase I, División 2 o con una abertura hacia este lugar, cuando el interior no contiene una fuente de gas o vapor inflamable, se permitirá usar equipos eléctricos para lugares no clasificados. El equipo de detección de gas combustible debe estar aprobado para lugares Clase I, División 1 o Clase I, División 2, para el grupo adecuado de material y para la detección del gas o vapor específico que se va a encontrar.

3) Interior de un panel de control. En el interior de un panel de control que contenga instrumentación que utilice o mida líquidos, gases o vapores inflamables, se permitirá usar equipos eléctricos adecuados para lugares Clase I, División 2. El equipo de detección de gas combustible debe estar aprobado para lugares Clase I, División 1, para el grupo adecuado de material y para la detección del gas o vapor específico que se va a encontrar.

l) Otras técnicas de protección. Otras técnicas de protección utilizadas en equipo identificado para su uso en lugares peligrosos (clasificados).

500-8. Equipo. Los artículos 500 al 504 requieren que los equipos y la construcción de la instalación garanticen un funcionamiento seguro bajo condiciones de uso y mantenimiento adecuados.

NOTA 1: Es importante que los usuarios ejerzan un cuidado mayor que el ordinario con respecto a este tipo de instalaciones y su mantenimiento.

NOTA 2: Dado que no hay una relación consistente entre las propiedades explosivas y la temperatura de ignición, ambos son requisitos independientes.

NOTA 3: Las condiciones de bajas temperaturas ambientales requieren una consideración especial. El equipo a prueba de explosión o a prueba de ignición de polvo puede no ser apropiado para usarse en temperaturas menores de -25 °C, a menos que esté aprobado para servicio en bajas temperaturas. Sin

embargo, a bajas temperaturas ambientales, pueden no existir concentraciones inflamables de vapores en áreas clasificadas como Clase I, División 1, a temperatura ambiente normal.

a) Aprobado. El equipo identificado se debe determinar como aprobado mediante uno de los siguientes:

- (1) Etiquetado del equipo.
- (2) Evidencia de la evaluación del equipo por parte de un laboratorio de prueba calificado y certificado; o de una agencia de inspección involucrada en la evaluación de producto.
- (3) Evidencia aceptable, como la autoevaluación del fabricante o el criterio de ingeniería del propietario.

NOTA: La documentación adicional para el equipo puede incluir documentos que demuestren la conformidad con las normas aplicables al equipo, que indiquen las condiciones especiales de uso y otra información pertinente.

b) Aprobación de la Clase y de las propiedades.

1) Los equipos deben estar identificados no sólo para la clase del lugar correspondiente, sino también para las propiedades explosivas, combustibles o de ignición del vapor, gas, polvo, fibra/partícula específica que estará presente. Además, los equipos de Clase I no deben tener ninguna superficie expuesta que opere por encima de la temperatura de autoignición del gas o vapor específico. Los equipos de Clase II no deben tener una temperatura externa mayor que la especificada en (d)(2) de esta sección. Los equipos de Clase III no deben exceder las temperaturas superficiales máximas especificadas en 503-5.

NOTA: Las luminarias y otros aparatos que producen calor, interruptores, los interruptores automáticos y clavijas y contactos, son fuentes potenciales de ignición y deben ser analizadas para determinar si son apropiados para lugares clasificados. Estos tipos de equipos, así como las terminaciones de los cables para su entrada en las envolventes a prueba de explosión, están disponibles como aprobados para lugares Clase I, División 2. Sin embargo, los alambros fijos pueden utilizar métodos de alambrado que no están evaluados con respecto a los lugares clasificados, por lo tanto, los productos de alambrado, tales como cables, canalizaciones, cajas y accesorios no están marcados como adecuados para lugares Clase I, División 2. Ver también (c)(6)(a) de esta sección.

2) Se permitirá que equipos identificados para lugares de la División 1 se instalen en lugares de la División 2 de la misma clase, grupo y de la misma clase de temperatura y deben cumplir con lo indicado en los incisos (a) o (b) siguientes, según se aplique.

(a) Se permitirá la instalación en lugares de la División 2, de aparatos intrínsecamente seguros que tengan un plano de control que exija la instalación de aparatos asociados para lugares de la División 1, si los mismos aparatos asociados son usados para la instalación en lugares de División 2

(b) El equipo que se exige que sea a prueba de explosión debe tener sellos de acuerdo con 501-15(a) o (d) cuando se emplean los métodos de alambrado de 501-10(b).

3) Cuando los Artículos 501 a 503 lo permiten específicamente, se permitirá instalar equipos de propósito general o que estén instalados en envolventes de propósito general en lugares de la División 2, si esos equipos no constituyen una fuente de ignición en condiciones normales de operación.

4) Los equipos que dependen de un solo sello de compresión, diafragma o tubo, para prevenir que los fluidos inflamables o combustibles entren al equipo, deben estar identificados para lugares Clase I, División 2, aun si están instalados en un lugar no clasificado. Los equipos instalados en lugares Clase I, División 1 deben estar identificados para lugares Clase I, División 1.

NOTA: El equipo utilizado para la medición de flujo, es un ejemplo de un equipo con un solo sello de compresión, diafragma o tubo.

5) Si no se especifica otra cosa, se debe asumir que las condiciones normales de operación de los motores son las de funcionamiento estable, y a plena carga.

6) Cuando haya o pueda haber presentes, al mismo tiempo, gases inflamables, vapores producidos por líquido inflamable, vapores producidos por líquido combustible o polvos combustibles, se debe considerar la presencia simultánea de ambos elementos cuando se determine la temperatura de operación segura del equipo eléctrico.

NOTA: Las características de las distintas mezclas atmosféricas de gases, vapores y polvos dependen del material específico involucrado.

c) Marcado. El equipo aprobado debe marcarse para indicar el ambiente para el cual fue evaluado. A menos que se permita o se especifique algo diferente en el inciso (6), el marcado debe incluir la información que se especifica en los incisos (1) a (5) siguientes:

1) Clase. El marcado debe especificar la clase o clases para las cuales el equipo es adecuado.

2) División. Si el equipo es adecuado únicamente para la División 2, el marcado debe especificar la división. Se permitirá omitir la marca de la división en el equipo adecuado para la División 1.

NOTA: El equipo que no tiene marca que indique una división o que esté marcado como "División 1" o "Div. 1", es adecuado tanto para lugares de División 1 como de División 2; ver 500-8(b)(2). El equipo marcado como "División 2" o "Div. 2" es adecuado para lugares de División 2 únicamente.

3) Grupos de clasificación de materiales. El marcado debe especificar la clasificación de los grupos aplicables de materiales, o gas específico, vapor, polvo, o fibras/voladoras, de acuerdo con 500-6.

Excepción: No se exigirá que se indique el grupo en las luminarias fijas marcadas para su uso únicamente en lugares Clase I, División 2 o Clase II, División 2.

Nota: Un gas específico, vapor, polvo o fibra/voladora es típicamente identificado por su nombre genérico, fórmula química, número CAS o una combinación de éstos.

Tabla 500-8(c).- Clasificación de la temperatura superficial máxima

Temperatura máxima °C	Número de identificación
450	T1
300	T2
280	T2A
260	T2B
230	T2C
215	T2D
200	T3
180	T3A
165	T3B
160	T3C
135	T4
120	T4A
100	T5
85	T6

4) Temperatura del equipo. El marcado debe especificar la clase de temperatura o la temperatura de operación para una temperatura ambiente de 40° C, o para una temperatura ambiente mayor si el equipo tiene el valor nominal y está marcado para una temperatura ambiente mayor que 40 °C. Para los equipos instalados en un lugar de Clase II, División 1, la clase de temperatura o la temperatura de funcionamiento debe basarse en el funcionamiento del equipo cuando está cubierto con la máxima cantidad de polvo que pueda acumularse sobre dicho equipo. La clase de temperatura, si se especifica, se debe indicar usando la clase de temperatura (Códigos T) que se presentan en la Tabla 500-8(c). Los equipos para Clase I y Clase II deben estar marcados con la temperatura máxima de funcionamiento seguro, tal como se determina por la exposición simultánea a la combinación de condiciones de la Clase I y la Clase II.

Excepción: No se exigirá que tengan marcada la temperatura de funcionamiento ni la clase de temperatura los equipos del tipo que no generen calor, como las cajas de empalme, los tubos conduit y los accesorios, y los del tipo que producen calor con una temperatura máxima no mayor que 100 °C.

NOTA: Pueden aparecer marcadas más de una clase de temperatura o temperatura de funcionamiento para gases y vapores, polvos, así como diversas temperaturas ambientales.

5) Intervalo de temperatura ambiente. Para el equipo eléctrico diseñado para usarse a temperatura ambiente dentro del rango de -25 °C a + 40 °C no requiere que tenga marcada la temperatura ambiente. Para equipos con un rango de temperatura diferente de - 25 °C a + 40 °C. El marcado debe especificar el rango especial de temperaturas ambiente en grados Celsius. El marcado debe incluir uno de los símbolos "Ta" o "Tamb".

NOTA: Como ejemplo, el marcado podría ser $-30\text{ °C} \leq Ta \leq +40\text{ °C}$.

6) Permisos especiales.

(a) Equipo de propósito general. No se exigirá que los equipos fijos de propósito general en lugares Clase I, distintos de las luminarias fijas, que sean aceptables para su uso en lugares Clase I, División 2, tengan marcada la clase, división grupo, clase de temperatura o rango de temperatura ambiente.

(b) Equipo hermético al polvo. No se exigirá que los equipos fijos herméticos al polvo, distintos de las luminarias fijas, que sean aceptables para su uso en lugares Clase II, División 2 y Clase III tengan marcada la clase, división, grupo, clase de temperatura o rango de temperatura ambiente.

(c) Aparatos asociados. Los aparatos asociados intrínsecamente seguros y los aparatos asociados con alambrado en campo no incendiario, que no están protegidos por un tipo alternativo de protección, no se deben marcar con la clase, división, grupo o clase de temperatura. Los aparatos asociados intrínsecamente seguros y los aparatos asociados con alambrado en campo no incendiario se deben marcar con la clase, división y grupo del aparato al cual se van a conectar.

(d) Aparatos sencillos. No se exigirá que un "aparato sencillo", tal como se define en el Artículo 504, esté marcado con la clase, división, grupo, clase de temperatura o rango de temperatura ambiente.

d) Temperatura.

1) Temperatura Clase I. La temperatura marcada, según lo especificado en el inciso **c)** anterior, no debe exceder la temperatura de autoignición del gas o vapor específico que se pueda encontrar en el área.

2) Temperatura Clase II. La temperatura marcada, según lo especificado en el inciso **c)** anterior, debe ser menor que la temperatura de ignición del polvo específico que pueda encontrarse. Para los polvos orgánicos que se puedan deshidratar o carbonizar, la temperatura de marcado no debe exceder de la temperatura de ignición o 165 °C.

e) Roscado. El roscado de las entradas de los equipos puede ser NPT o métrica. Los tubos conduit y los accesorios se deben apretar con llave de modo que se eviten las chispas cuando fluya una corriente de falla a través del sistema de tubos conduit y, donde sea aplicable, garantizar la integridad a prueba de explosiones del sistema de tubos conduit. Los equipos provistos con entradas roscadas para las conexiones del alambrado en campo se deben instalar de acuerdo con los incisos (1) o (2) y con (3) siguientes.

1) Equipo provisto con entradas roscadas para tubo conduit o accesorios roscados NPT. Para equipos dotados con entradas roscadas NPT se debe utilizar tubo conduit, accesorios para tubo conduit o accesorios para cables, aprobados. Tales entradas se deben identificar como NPT o con el equipo se deben suministrar los adaptadores para permitir la conexión al tubo conduit o a los accesorios con rosca métrica.

Las entradas NPT roscadas en equipos a prueba de explosión se deben hacer con por lo menos 5 hilos totalmente introducidos.

Excepción: Para el equipo aprobado a prueba de explosión, las entradas NPT roscadas en fábrica se deben hacer con por lo menos 4 ½ hilos totalmente introducidos.

2) Equipo provisto con entradas roscadas para tubo conduit o accesorios roscados métricos. En los equipos con entradas roscadas métricas, se debe utilizar tubo conduit, accesorios para tubo conduit o accesorios para cables, aprobados. Se deben usar adaptadores para hacer la conexión de tubos conduit o accesorios con rosca NPT. Las entradas roscadas métricas en equipos a prueba de explosión se deben hacer con por lo menos 5 hilos totalmente introducidos para los Grupos C y D, y con por lo menos 8 hilos totalmente introducidos para los Grupos A y B.

3) Entradas que no se usen. Todas las entradas que no se utilicen deben ser cerradas con tapones aprobados. La colocación del tapón debe cumplir con el inciso (1) o (2) anteriores que aplique.

f) Cables de fibra óptica. Un cable de fibra óptica, con o sin conductores de corriente (cable de fibra óptica compuesto) se instalará y sellará para hacer frente al riesgo de incendio asociado al riesgo de explosión, de acuerdo con los requisitos de los Artículos 500, 501, 502 o 503, según corresponda.

500-9. Locales específicos. Los Artículos 510 al 517 tratan sobre los requisitos para los siguientes locales: garajes, hangares de aviación; gasolineras; plantas de almacenamiento masivo; procesos de aplicación de pintura por rociado, por inmersión y recubrimiento y centros para el cuidado de la salud.

ARTÍCULO 501**ÁREAS CLASE I****Parte A. Generalidades**

501-1. Alcance. El Artículo 501 trata de los requisitos para el equipo eléctrico y electrónico, así como del alambrado para todas las tensiones en lugares Clase I, División 1 y 2 en los que puede existir peligro de incendio o explosión debido a gases o vapores inflamables o a líquidos inflamables.

NOTA: Con respecto a los requisitos para el equipo eléctrico y electrónico y para el alambrado para todas las tensiones en lugares peligrosos (clasificados) Zona 0, Zona 1 o Zona 2, donde puede existir peligro de incendio o explosión debido a gases o vapores inflamables o a líquidos inflamables, consulte el Artículo 505.

501-5. Equipo para la zona. Se permitirá que los equipos marcados de acuerdo con 505-9(c)(2) para uso en lugares Zona 0, 1 ó 2, se instalen en lugares Clase I, División 2 para el mismo gas y con una clase de temperatura adecuada. Se permitirá que los equipos marcados de acuerdo con 505-9(c)(2) para uso en lugares Zona 0, se instalen en lugares Clase I, División 1 o División 2 para el mismo gas y con una clase de temperatura adecuada.

Parte B. Alambrado

501-10. Métodos de alambrado. Los métodos de alambrado deben cumplir con lo indicado en los incisos (a) o (b) que se enuncian a continuación:

a) Clase I, División 1

1) Generalidades. En las áreas Clase I, División 1, se permitirán los métodos de alambrado que se especifican en (a) hasta (e) siguientes:

- a. Tubo conduit metálico pesado roscado o tubo conduit metálico semipesado de acero roscado.

Excepción: Se permitirá usar tubo conduit tipo PVC, tubo conduit tipo RTRC y tubo conduit tipo HDPE, cuando esté recubierto por concreto con un espesor mínimo de 50 milímetros y que tenga una cubierta de cuando menos 60 centímetros medidos desde la parte superior del tubo conduit hasta el nivel del piso. Se permitirá omitir la envolvente de concreto cuando esté sujeto a las disposiciones de 514-8, Excepción 2 y de 515-8(a). Se debe usar tubo conduit metálico pesado roscado o tubo conduit metálico semipesado de acero roscado para los últimos 60 centímetros del tramo subterráneo hasta que salga de la tierra o hasta el punto de conexión con la canalización que vaya sobre el piso. Se debe incluir un conductor de puesta a tierra de equipos para dar continuidad eléctrica al sistema de canalizaciones y para la puesta a tierra de las partes metálicas no portadoras de corriente.

- b. Cable del tipo MI con accesorios terminales aprobados para esos lugares. Los cables del tipo MI se deben instalar y soportar de manera que se eviten esfuerzos mecánicos en los accesorios terminales.
- c. En establecimientos industriales con acceso restringido al público, cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión garanticen que sólo personas calificadas atienden la instalación, cables de los tipos MC y MC-HL aprobados para su uso en lugares Clase I, Zona 1 o División 1, con una armadura continua metálica corrugada hermética al gas y al vapor, una cubierta externa de un material polimérico adecuado, conductores de puesta a tierra de equipos de acuerdo con 250-122, y equipados con accesorios terminales aprobados para esa aplicación. Los cables tipo MC y MC-HL deben ser instalados de acuerdo con las previsiones del Artículo 330, Parte B.
- d. En establecimientos industriales con acceso restringido al público, cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión garanticen que sólo personas calificadas atienden la instalación, cables del tipo ITC-HL aprobados para su uso en lugares Clase I, Zona 1 o División 1, con un forro continuo metálico corrugado hermético al gas y al vapor, una cubierta externa de un material polimérico adecuado y equipados con accesorios terminales aprobados para esa aplicación e instalados de acuerdo con lo dispuesto en el Artículo 727.
- e. Se permitirá la instalación de cables de fibra óptica de los tipos OFNP, OFCP, OFNR, OFCR, OFNG, OFCG, OFN y OFC en canalizaciones, de acuerdo con lo establecido en la sección 501-10(a). Estos cables de fibra óptica deben estar sellados de acuerdo con lo establecido en la sección 501-15.

2) Conexiones flexibles. Cuando sea necesario emplear conexiones flexibles, como en terminales de motor, se permitirá lo siguiente:

- (1) Accesorios flexibles adecuados para el lugar, o

(2) Cordón flexible de acuerdo con las disposiciones de 501-140 terminado con conectores para cordón adecuados para el lugar, o

(3) En establecimientos industriales con acceso restringido al público, donde las condiciones de mantenimiento y supervisión garanticen que sólo personas calificadas atiendan la instalación, para aplicaciones limitadas a 600 volts nominales o menos y donde estén protegidos contra daños por la ubicación

o con un medio de protección adecuado, cables de tipo TC-ER-HL con una chaqueta entera y uno o más conductores de puesta a tierra de equipos separados, de acuerdo con lo establecido en la sección 250-122, que termine con accesorios que adecuados para la ubicación.

3) Cajas y accesorios. Todas las cajas y los accesorios deben estar aprobados para lugares Clase I, División 1.

b) Clase I, División 2.

1) Generalidades. En los lugares Clase I, División 2, se permitirán todos los métodos de alambrado establecidos en 501-10(a) y los siguientes:

- (1) Tubo conduit metálico pesado tipo RMC y tubo conduit metálico semipesado tipo IMC con accesorios sin rosca.
- (2) Electroductos (*busway*) encerrados y con empaques, ductos de alambrado encerrados y con empaques.
- (3) Cables del tipo PLTC y tipo PLTC-ER que cumplan lo establecido en el Artículo 725, incluyendo la Instalación en sistemas de charolas portacables. El cable deberá estar terminado con accesorios aprobados.
- (4) Cables tipo ITC y tipo ITC-ER según lo permitido en 727-4 y terminados con accesorios aprobados.
- (5) Cables de los tipos MC, MT, TC o TC-ER incluyendo la instalación en sistemas de charolas portacables. El cable deberá estar terminado con accesorios aprobados.
- (6) En establecimientos industriales con acceso restringido al público, cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión garanticen que sólo personas calificadas atienden la instalación y donde el tubo conduit metálico no brinda suficiente resistencia a la corrosión, se permitirá el tubo conduit de resina termofija reforzada (RTRC), codos elaborados en fábrica y los accesorios asociados, todos marcados con el sufijo -XW, y el tubo conduit de PVC Cédula 80, los codos elaborados en fábrica y los accesorios asociados.
- (7) Debe permitirse la instalación de cables de fibra óptica de los tipos OFNP, OFCP, OFNR, OFCR, OFNG, OFCG, OFN y OFC en bandejas portacables o cualquier otra canalización, de acuerdo con lo establecido en la sección 501-10(b). Los cables de fibra óptica deben estar sellados de acuerdo con lo establecido en la sección 501-15.
- (8) Canalizaciones prealambradas.

Cuando se exijan sellos por las condiciones de las áreas adyacentes, tales como las que se definen en 501-15(a)(4), el método de alambrado de la División 1 se debe extender dentro del área de la División 2 hasta el sello, que se debe ubicar en el lado de la División 2 del límite entre la División 1 y la División 2.

2) Conexiones flexibles. Cuando se deban hacer provisiones para una flexibilidad limitada, se permitirá usar uno o más de los siguientes:

- (1) Accesorios metálicos flexibles aprobados.
- (2) Tubo conduit metálico flexible con accesorios aprobados.
- (3) Cable con armadura metálica Tipo MC.
- (4) Tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos con accesorios aprobados.
- (5) Tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos con accesorios aprobados.
- (6) Cordón flexible aprobado para uso extra rudo y equipado con accesorios aprobados. En el cordón flexible debe estar incluido un conductor para usarlo como conductor de puesta a tierra de equipos.
- (7) Para uso en ascensores, un cable para ascensores identificado para tal fin, del Tipo EO, ETP o ETT, especificado en la columna "uso" de la tabla 400-4 para "lugares (clasificados como) peligrosos" y terminados con accesorios adecuados

NOTA: Para los requisitos de puesta a tierra cuando se use tubo conduit flexible, ver 501-30(b).

3) Alambrado no incendiario instalado en campo. Se permitirá el alambrado no incendiario instalado en campo, utilizando cualquiera de los métodos de alambrado permitidos para lugares no clasificados. Los sistemas de alambrado no incendiario instalados en campo se deben instalar de acuerdo con los planos de control. Los aparatos sencillos, que no se muestran en los planos de control, se permitirán en un circuito de alambrado no incendiario instalado en campo, siempre que tal aparato no interconecte el circuito de alambrado no incendiario instalado en campo, con ningún otro circuito.

NOTA: El aparato sencillo se define en el Artículo 100.

Los circuitos separados de alambrado no incendiario instalado en campo se deben instalar de acuerdo con una de las siguientes condiciones:

- (1) En cables separados.
- (2) En cables multiconductores, donde los conductores de cada circuito están dentro de una armadura metálica puesta a tierra.
- (3) En cables multiconductores, o en canalizaciones donde los conductores de cada circuito tienen un aislamiento con un espesor mínimo de 0.25 milímetros.

4) Cajas y Accesorios. No se exigirá que las cajas y los accesorios sean a prueba de explosión, excepto lo exigido en 501-105(b)(2), 501-115(b)(1) y 501-150(b)(1).

501-15. Sellado y drenado. Los sellos en tubo conduit y en sistemas de cables deben cumplir con los requisitos dados a continuación desde (a) hasta (f). Se debe aplicar compuesto sellador a los accesorios terminales de los cables tipo MI para prevenir que entre humedad o algún otro fluido en el aislamiento del cable.

NOTA 1: Los sellos se utilizan en los sistemas de tubo conduit y cables para reducir al mínimo el paso de gases y vapores y prevenir el paso de llamas de una parte de la instalación eléctrica a otra a través del tubo conduit. El paso de vapores a través del cable tipo MI se evita en forma inherente por su construcción. A menos que estén específicamente diseñados y probados para tal propósito, los sellos de tubo conduit y cables, no están diseñados para impedir el paso de líquidos, gases o vapores a una presión diferencial continua a través del sello. Aun con pequeñas diferencias de presión a través del sello, puede existir un paso lento de gas o vapor a través del sello y a través de los conductores que atraviesan el sello. Las temperaturas extremas y los líquidos y vapores, altamente corrosivos pueden afectar la eficacia de los sellos para cumplir la función prevista.

NOTA 2: Las fugas de gas o vapor y la propagación de llamas pueden ocurrir a través de los intersticios entre los hilos de los conductores cableados de tamaños mayores que 33.6 mm² (2 AWG). Conductores de construcciones especiales, por ejemplo, de cableado compacto o el sellado individual de los hilos, son medios para reducir las fugas y evitar la propagación de las llamas.

a) Sellos en tubo conduit, áreas Clase I, División 1. En las áreas Clase I, División 1, se deben localizar los sellos de acuerdo a (1) hasta (4) como sigue:

1) Entrada en las envolventes. Cada entrada de tubo conduit en una envolvente a prueba de explosión debe tener un sello para tubo conduit en donde se aplique cualquiera de las condiciones siguientes:

- (1) La envolvente contenga aparatos tales como desconectadores, interruptores automáticos, fusibles, relevadores o resistencias que puedan producir arcos eléctricos, chispas o temperaturas que excedan del 80 por ciento de la temperatura de autoignición, en grados Celsius, de los gases o vapores involucrados en condiciones normales de funcionamiento;

Excepción: No deben requerirse sellos para conduit que entran en un envolvente en cualquiera de las siguientes condiciones:

- a. El interruptor, interruptor automático, fusible, relé o la resistencia están encerrados dentro una cámara herméticamente sellada contra el ingreso de gases o vapores.
 - b. El interruptor, interruptor automático, fusible, relé o la resistencia están sumergidos en aceite, de acuerdo con lo establecido en la sección 501-115(b)(1)(2).
 - c. El interruptor, interruptor automático, fusible, relé o la resistencia están encerrados dentro de una cámara a prueba de explosiones sellada en fábrica, situada dentro del envolvente, identificado para esa ubicación y marcada con el texto: "sellado en fábrica", "Sello no requerido" o un equivalente.
 - d. El interruptor, interruptor automático, fusible, relé o la resistencia son parte de un circuito no incendiario.
- (2) La entrada tenga un designador métrico 53 (tamaño comercial 2) o mayor y la envolvente contenga terminales, empalmes o derivaciones.

No debe considerarse que las envolventes selladas en fábrica sirvan como sello para otra envolvente adyacente a prueba de explosión que debe tener un sello de tubo conduit.

Los sellos de tubo conduit deben instalarse a una distancia máxima de 45 centímetros de la envolvente. Entre el accesorio de sellado y la envolvente a prueba de explosión sólo se permiten accesorios a prueba de

explosión como: uniones, coples, reductores, codos, codos con casquillo y cajas de paso en L, en T y en cruz que no sean más grandes que el tamaño comercial del tubo conduit.

2) Envoltentes presurizadas. En cada entrada de tubo conduit en una envoltente presurizada, en donde el tubo conduit no está presurizado como parte del sistema de protección. Los sellos de tubo conduit deben instalarse a una distancia no mayor que 45 centímetros de la envoltente presurizada.

NOTA 1: La instalación del sello lo más cerca posible de la envoltente reduce problemas con el purgado del espacio de aire muerto en el tubo conduit presurizado.

3) Dos o más envoltentes a prueba de explosión. Cuando en dos o más envoltentes a prueba de explosión se requieren sellos en tubo conduit de acuerdo con lo indicado en (a)(1) y están unidas por niples o por tramos de tubo conduit de una longitud no mayor que 90 centímetros, es suficiente colocar un solo sello en cada niple o tramo de tubo conduit, si tal sello no dista más de 45 centímetros de cualquiera de los envoltentes.

4) En el límite de la Clase 1, División 1. En cada tramo de tubo conduit que sale de un área peligrosa Clase I, División 1. Se permitirá colocar el sello en cualquier lado del límite de dicha área, a no más de 3.00 metros del límite, y debe estar diseñado e instalado de tal forma que minimice la cantidad gas o vapor que pueda entrar al tubo conduit en la parte de la División 1, y pueda estar comunicado más allá del sello. En el tramo comprendido entre el sello del tubo conduit y el punto en el que el tubo conduit sale del área peligrosa División 1, no debe haber uniones, coples, cajas o accesorios en el tubo conduit, excepto las reducciones a prueba de explosión en el sello del tubo conduit.

Excepción 1: El tubo conduit metálico que pase a través de un área Clase I, División 1, sin uniones, acoplamientos, cajas o accesorios, y que no tenga accesorios a menos de 30 centímetros de cada límite, no necesita estar sellado, siempre que los puntos de terminación del tubo conduit continuo estén en áreas no clasificadas.

Excepción 2: Para tubos conduit subterráneos instalados según 300-5, donde el límite está por debajo del piso, se permitirá instalar el accesorio de sellado después de que el tubo conduit salga del piso, pero no debe haber uniones, coples, cajas ni accesorios, diferentes de los reductores aprobados a prueba de explosión en el accesorio de sellado, en el tubo conduit entre el accesorio de sellado y el punto donde el tubo conduit sale del piso.

b) Sellos en tubo conduit, áreas Clase I, División 2. En las áreas Clase I, División 2, los sellos en tubo conduit se deben localizar de acuerdo con (1) y (2) siguientes:

1) Entrada en las envoltentes. En las conexiones con envoltentes que deben ser a prueba de explosión, debe colocarse un sello de tubo conduit, de acuerdo con las secciones (a)(1)(1) y (a)(3) anteriores. Todos los tramos de tubo conduit o tubos cortos (niples) comprendidos entre el sello y la envoltente deben cumplir con el artículo 501-10(a).

2) Límite de la Clase 1, División 2. En cada tramo de tubo conduit que pase de un área peligrosa Clase I, División 2, a una no peligrosa, el sello puede colocarse en cualquiera de los lados del límite entre las dos áreas a una distancia no mayor que 3.00 metros de dicho límite, y debe diseñarse e instalarse de tal forma que minimice la cantidad de gas o vapor que pueda entrar al tubo conduit dentro del área División 2, y pueda estar comunicado más allá del sello. Se debe usar tubo conduit metálico pesado o tubo conduit metálico semipesado de acero roscado entre el sello y el punto en que el tubo conduit sale del área División 2, y debe usarse una conexión roscada en el sello. El tramo del conduit situado entre el sello del conduit y el punto en el que el conduit sale del lugar de División 2 no debe contener uniones, acoples, cajas ni otros accesorios, excepto un reductor a prueba de explosiones listado, instalado en el sello del conduit. No se exigirá que estos sellos sean a prueba de explosión, pero deben estar identificados para el propósito de minimizar el paso de gases en condiciones de funcionamiento normal y deben ser accesibles.

Excepción 1: Un tubo conduit metálico continuo que pase a través de un área Clase I, División 2, sin: uniones, acoplamientos, cajas o accesorios; y no tiene accesorios a menos de 30 centímetros de cada límite, no necesita estar sellado, siempre que los puntos de terminación del tubo conduit estén en áreas no clasificadas.

Excepción 2: Sistemas de tubo conduit que terminen en un área no-clasificada, en donde se hace la transición de ese método de alambrado a soporte tipo charola para cables, electroductos (*busway*), canalizaciones prealambradas, ducto ventilado, cable tipo MI o cable no instalado en ninguna charola o canalización, no requiere sello cuando pasa de un área Clase I, División 2, a una no-clasificada. Las áreas no clasificadas deben ser áreas exteriores, o se permite en interiores si el sistema de tubo conduit se encuentra en un solo cuarto. El tubo conduit no debe terminar en una envoltente que contenga una fuente de ignición bajo condiciones normales de operación.

Excepción 3: Un tubo conduit que pase a través de una envolvente o cuarto que no es clasificado como resultado de la aplicación de presurización dentro de un área Clase I, División 2, no requiere un sello en el límite del área.

Excepción 4: Los segmentos de tubo conduit expuestos, no requieren ser sellados cuando pasen a través de un área Clase I, División 2 a una no-clasificada si se reúnen todas las siguientes condiciones:

- (1) Ninguna parte del segmento del sistema de tubo conduit que pase a través del área Clase I, División 1 contiene uniones, cajas o accesorios dentro de 30 centímetros del área Clase I, División 1; y
- (2) El segmento del sistema de tubo conduit está localizado por completo en áreas exteriores; y
- (3) El segmento del sistema de tubo conduit no está directamente conectado a bombas, procesos o servicio con conexiones para medidas o análisis de presión o de flujo, etc., que dependan de un solo sello de compresión, diafragma o tubo para evitar la entrada de fluidos inflamables o combustibles al sistema de tubo conduit;
- (4) El segmento del sistema del tubo conduit contiene únicamente tubo conduit metálico roscado, uniones, reducciones, cajas de paso y accesorios en las áreas no-clasificadas.
- (5) El segmento del sistema de tubo conduit está sellado en la entrada de cada terminal de las envolventes o alojamiento de los accesorios, empalmes o derivaciones en áreas Clase I, División 2.

c) Clase I, Divisiones 1 y 2. Los sellos instalados en áreas Clase I, Divisiones 1 y 2, deben cumplir con lo siguiente:

1) Accesorios. Las envolventes que contengan conexiones o equipos deben estar provistas de medios integrales para sellar, o se deben utilizar accesorios para sellar adecuados para áreas donde se van a instalar. Los accesorios para sellar deben estar aprobados para usarse con uno o más compuestos selladores y deben ser accesibles.

2) Compuesto sellador. El compuesto sellador debe estar aprobado para ese uso y debe proporcionar un sellado hermético contra el paso de gases o vapores a través de los accesorios para sellar. El compuesto no debe alterarse por la atmósfera o por los líquidos que lo rodean y su punto de fusión no debe ser menor que 93 °C.

3) Espesor del compuesto. Excepto para los accesorios aprobados para sellar cables, el espesor del compuesto sellador en un sello terminado no debe ser menor al designador métrico (tamaño comercial) del accesorio de sellado expresado en las unidades de medición utilizadas y en ningún caso menor de 16 milímetros.

4) Empalmes y derivaciones. No se permiten empalmes o derivaciones en los accesorios destinados sólo a sellar con compuesto sellador, ni se debe poner compuesto sellador en ningún accesorio en el cual se hagan empalmes o derivaciones.

5) Ensamblados. En un ensamble donde algún equipo pueda producir arcos, chispas, o altas temperaturas, que esté localizado en un compartimento separado de otro donde haya empalmes y derivaciones, y exista un sello integral por donde los conductores pasan de un compartimento a otro, el ensamble completo debe estar identificado para el área. Cuando se exija por la sección (a)(1)(2) anterior, se deben instalar sellos en las entradas de tubo conduit a compartimentos que tengan empalmes o derivaciones.

6) Factor de ocupación de cables o fibras ópticas. El área de la sección transversal de los conductores o tubos de fibra óptica (metálicos o no metálicos) permitidos en un sello, no debe exceder del 25 por ciento del área de la sección transversal interior del tubo conduit del mismo tamaño, a menos que el sello esté específicamente identificado para un porcentaje de ocupación mayor.

d) Sellado de cables en áreas Clase I, División 1. En áreas Clase I, División 1, los sellos para cables deben ser ubicados como se indica de (1) a (3) siguientes.

1) En las terminaciones. El cable debe ser sellado en todas sus terminaciones. El sello debe cumplir con (c) anterior en todas las terminaciones. Los cables multiconductores tipos MC y MC-HL con cubierta continua metálica corrugada hermética a los gases y vapores y cubierta exterior de material polimérico adecuado, deben ser sellados con un accesorio aprobado después de ser removida la cubierta y cualquier otro recubrimiento, a fin de que el compuesto sellador rodee cada conductor individualmente aislado, de tal manera que minimice el paso de gases y vapores.

Los sellos de los cables que entran a envolventes se deben instalar a menos de 45 cm del envolvente según lo indique el marcado del envolvente. Solamente se permitirán las uniones a prueba de explosión, coples, reductores, codos, codos con casquillo que no sean más largos que el tamaño comercial de la entrada del envolvente, entre los accesorios del sellado y la envolvente.

Excepción: No se requiere remover el material de blindaje de los cables blindados, ni separar los cables con pares trenzados, siempre y cuando la terminación esté hecha por medios aprobados para reducir al mínimo la entrada de gases o vapores y prevenir la propagación de la llama dentro del núcleo del cable.

2) Cables capaces de transmitir gases o vapores. En lugares de Clase I, División 1, los cables en tubo conduit con cubierta hermética a gas y vapor, capaz de transmitir gases o vapores a través del núcleo del cable, se deben sellar después de retirar la cubierta y cualquier otro recubrimiento, de manera que el compuesto sellador cubra a cada conductor con aislamiento individual o tubo de fibra óptica y a la cubierta externa.

Excepción: Los cables multiconductores con cubierta continua hermética a gas y vapor capaces de transmitir gases o vapores a través del núcleo del cable pueden permitirse y considerarse como un solo conductor sellando el cable en la tubería a 45 centímetros o menos de la caja y de la terminación del cable con la caja, por un medio aprobado para minimizar la entrada de gases o vapores y evitar la propagación de la llama dentro del núcleo del cable o por otros métodos aprobados. Para cables blindados y cables con pares trenzados, no se requiere remover el material de blindaje ni separar los pares trenzados del cable.

3) Cables no capaces de transmitir gases o vapores. Cada cable multiconductor en tubo conduit debe ser considerado como un solo conductor si el cable es incapaz de transmitir gases o vapores a través del núcleo del cable. Estos cables deben sellarse de acuerdo con lo indicado en el inciso (a) anterior.

e) Sellos para cables en áreas Clase I, División 2. En áreas Clase I, División 2, los sellos de cables se deben ubicar de acuerdo con (1) hasta (4) siguientes:

Excepción: Debe permitirse que los cables con una cubierta continua hermética a gases y vapores pasen sin sellos a través de un lugar de División 2.

1) Terminaciones. Los cables que entran en envoltentes que deben ser a prueba de explosión deben sellarse en el punto de entrada. El sello debe cumplir con (b)(1) anterior o debe ser a prueba de explosiones. Los cables multiconductores o de multifibras ópticas, con una cubierta continua hermética a gas y vapor, capaces de transmitir gases o vapores a través del núcleo del cable, que estén instalados en un lugar de División 2, deben sellarse con un accesorio aprobado para área División 2, después de quitar la cubierta y cualquier otro recubrimiento, de manera que el compuesto sellador rodee cada conductor con aislamiento individual y que reduzca al mínimo el paso de gases y vapores. Los cables multiconductores o de multifibras ópticas, instalados en tubo conduit deben sellarse como se indica en (d) anterior.

Excepción 1: No se exige sello en el límite para los cables que pasen desde una envoltente o cuarto no clasificados como resultado de una presurización tipo Z, e ingresen un lugar de Clase I, División 2.

Excepción 2: En cables blindados y cables de pares trenzados no se exige remover el material de blindaje ni separar los pares trenzados, siempre que la terminación esté hecha por medios aprobados para reducir al mínimo la entrada de gases o vapores y evitar la propagación de la llama dentro del núcleo del cable.

2) Cables que no transmiten gases ni vapores. Los cables con cubierta continua hermética a gas y vapor y que no transmitan gases o vapores a través del núcleo, en exceso de la cantidad permitida para los dispositivos de sellado, no requieren sellarse. La longitud mínima de dichos cables no debe ser inferior a la longitud que limite el flujo de gases o vapores a través del núcleo del cable, sin incluir los intersticios de los hilos del conductor, al ritmo permitido para los accesorios de sellado, 200 cm³/h de aire a una presión de 1500 pascales (0.02 kg/cm²)

3) Cables capaces de transmitir gases o vapores. Los cables con una cubierta continua hermética a gas y vapor, capaz de transmitir gas o vapores a través del núcleo del cable, no se requiere que sean sellados excepto como se indica en (e)(1) anterior, a menos que el cable esté unido a dispositivos o equipo de proceso que puedan causar una presión superior a 1500 pascales (0.02 kg/cm²) ejercida en el extremo del cable, en cuyo caso se debe instalar un sello, barrera, u otro medio para impedir la migración de inflamables hacia un área no clasificada.

4) Cables sin cubierta hermética a gases y vapores. Los cables que no tienen una cubierta continua hermética a gases y vapores se deben sellar en los límites del área División 2 y el área no clasificada, de tal manera que minimice el paso de gases y vapores al área no clasificada.

f) Drenado

1) Equipo de control. Donde exista la posibilidad de que líquidos u otros vapores condensados puedan ser atrapados dentro de envoltentes para el equipo de control, o en cualquier punto del sistema de canalización, deben proporcionarse medios apropiados para evitar la acumulación o para permitir un drenaje periódico de tales líquidos o vapores condensados.

2) Motores y generadores. Donde se juzgue que existe la posibilidad de que se produzcan acumulaciones de líquidos u otros vapores condensados dentro de motores o generadores, deben disponerse las juntas y tubo conduit de manera que se reduzca al mínimo la entrada de líquido en ellos. Si se requieren medios para evitar la acumulación líquidos o condensados para permitir el drenaje periódico, éstos deben venir incorporados de fábrica y se consideran como parte integral de la máquina.

501-17. Sellado de procesos. Esta sección es aplicable a los equipos conectados al proceso, que incluyen, pero no están limitados a, bombas encapsuladas, bombas sumergibles, a instrumentos de análisis y medición de flujo, de presión o de temperatura. Un sello de proceso es un dispositivo que previene la migración de fluidos del proceso del confinamiento designado al interior del sistema eléctrico externo. El equipo eléctrico conectado al proceso que tenga un solo sello de proceso, tal como un sello de compresión, diafragma o tubo para prevenir la entrada de fluidos inflamables o combustibles a la canalización o al sistema de cables capaces de transmitir fluidos, debe ser provisto de medios adicionales para mitigar una falla simple del sello del proceso, los medios adicionales pueden incluir, pero no están limitados a lo siguiente:

- (1) Una barrera que pueda soportar las condiciones de presión y temperatura del proceso a los que estaría sujeta en caso de falla simple del sello del proceso. Debe haber una abertura o drenaje entre el sello del proceso y la barrera. Debe haber una indicación de la falla del sello del proceso, que puede ser una señal visible de la fuga, una alarma sonora o cualquier otra forma de monitoreo.
- (2) La instalación de un ensamble de cables aprobados Tipo MI, dimensionado a no menos del 125 por ciento de la presión del proceso y no menor del 125 por ciento de la temperatura máxima del proceso (en grados Celsius), entre el cable o la canalización y el sello del proceso.
- (3) Una abertura o drenaje localizado entre el sello del proceso y el sello de la canalización o cable. La abertura o drenaje debe estar suficientemente dimensionado para prevenir una sobrepresión mayor de 1500 pascales (0.02 kg/cm²) en el sello de la canalización o del cable. Debe haber una indicación de la falla del sello del proceso que puede ser una señal visible de la fuga o una alarma sonora o cualquier otra forma de monitoreo.
- (4) Un sello secundario complementario marcado como "sello secundario" y certificado para las condiciones de presión y temperatura a las cuales estará sometido ante la falla del sello de proceso único.

No se requerirán otros medios adicionales de sellado para el equipo eléctrico conectado al proceso que no depende de un solo sello de proceso o esté aprobado y marcado "sello sencillo" o "sello dual".

501-20. Aislamiento de los conductores en lugares Clase I Divisiones 1 y 2. Cuando puedan acumularse líquidos o vapores condensados sobre, o entrar en contacto con, el aislamiento de los conductores, dicho aislamiento debe ser de un tipo identificado para su uso en estas condiciones, o el aislamiento debe estar protegido por una cubierta de plomo o por otro medio aprobado.

501-25. Partes expuestas sin aislar en lugares Clase I, Divisiones 1 y 2. No debe haber partes expuestas no aisladas, tales como conductores eléctricos, barras conductoras, terminales o componentes que operen a más de 30 volts (15 volts en lugares mojados). Estas partes se deben proteger además con una técnica de protección de acuerdo con 500-7(e), (f) o (g) que sea adecuada para el lugar.

501-30. Puesta a tierra y unión en lugares Clase I, Divisiones 1 y 2. Independientemente de la tensión del sistema eléctrico, el alambrado y el equipo en lugares Clase I, Divisiones 1 y 2 deben ser puestos a tierra según se especifica en el Artículo 250 y de acuerdo con los requisitos de 501-30(a) y (b).

a) Unión. No se debe depender de tipos de contacto como pasacables con contratuerca y contratuerca doble para propósitos de unión, sino que se deben usar puentes de unión con los accesorios adecuados, u otros medios aprobados de unión. Estos medios de unión se deben aplicar a todas las canalizaciones, accesorios, cajas, envolventes, etc., que intervienen entre los lugares Clase I y el punto de puesta a tierra del equipo de acometida o el punto de puesta a tierra de un sistema derivado separado.

Excepción: Los medios específicos de unión sólo se exigirán en el punto más cercano donde el conductor puesto a tierra del circuito y el electrodo de puesta a tierra se conectan juntos en el lado línea de los medios de desconexión del edificio o estructura, tal como se especifica en 250-32(b), siempre que la protección contra sobrecorriente del circuito derivado esté ubicada en el lado carga del medio de desconexión.

b) Tipos de conductores de puesta a tierra de equipos. Los tubos conduit metálicos flexibles o tubos conduit metálicos flexibles herméticos a los líquidos, deberán incluir puentes de unión de equipos del tipo de cable que cumpla con 250-102.

Excepción: En lugares Clase I, División 2, se permitirá eliminar el puente de unión si se cumplen todas las condiciones siguientes:

- (1) Se usa tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos aprobado de 1.80 metros o menos de longitud, con accesorios aprobados para puesta a tierra.
- (2) La protección contra sobrecorriente del circuito está limitada a 10 amperes o menos.
- (3) La carga no es una carga de utilización de potencia.

501-35. Protección contra tensiones transitorias

a) Clase I División 1. Los apartarrayos, los dispositivos de protección contra tensiones transitorias y los capacitores se deben instalar en envolventes identificadas para lugares Clase I, División 1. Los capacitores de protección contra tensiones transitorias deben ser de un tipo diseñado para ese servicio específico.

b) Clase I División 2. Los apartarrayos y los dispositivos de protección contra tensiones transitorias no deben producir arcos, tales como los varistores de óxido metálico (MOV) del tipo sellado; los capacitores de protección contra tensiones transitorias deben ser de un tipo diseñado para ese servicio específico. Se permitirá que las envolventes sean del tipo de propósito general. Las protecciones contra tensiones transitorias de tipo distinto a los descritos en este párrafo se deben instalar en envolventes identificadas para lugares Clase I, División 1.

Parte C. Equipo

501-100. Transformadores y capacitores.

a) Clase I, División 1. En los lugares Clase I División 1, los transformadores y capacitores deben cumplir con (1) y (2) siguientes.

1) Los que contengan líquido que pueda arder. Los transformadores y capacitores que contengan un líquido que pueda arder, se deben instalar únicamente en bóvedas que cumplan lo establecido en 450-41 hasta 450-48 y con los numerales siguientes:

- (1) No debe haber una puerta ni otra abertura de comunicación entre la bóveda y el lugar de División 1.
- (2) Debe proporcionarse una amplia ventilación para la eliminación continua de los gases o vapores inflamables.
- (3) Las aberturas o ductos de ventilación deben desembocar en un lugar seguro fuera de los edificios.
- (4) Los ductos y aberturas de ventilación deben tener un área suficiente para aliviar las presiones causadas por explosiones dentro de la bóveda y todas las partes de los ductos de ventilación dentro de los edificios deben ser de concreto reforzado.

2) Los que no contengan líquido que pueda arder. Los transformadores y capacitores que no contengan un líquido que pueda arder, deben instalarse en bóvedas que cumplan con 501-100(a)(1) o estar identificados para lugares Clase I.

b) Clase I, División 2. En los lugares Clase I, División 2, los transformadores deben cumplir con lo establecido en 450-21 hasta 450-27 y los capacitores deben cumplir con lo establecido en 460-2 hasta 460-28.

501-105. Medidores, instrumentos y relevadores.

a) Clase I, División 1. En los lugares Clase I, División 1 los medidores, instrumentos y relevadores, incluidos los medidores de kilowatt-hora, los transformadores para instrumentos, las resistencias, los rectificadores y los tubos electrónicos, deben estar equipados con envolventes identificadas para lugares Clase I, División 1. Las envolventes para los lugares Clase I División 1 incluyen las que son a prueba de explosión y las envolventes purgadas y presurizadas.

b) Clase I, División 2. En los lugares Clase I, División 2, los medidores, instrumentos y relevadores deben cumplir con (1) hasta (6) siguientes:

1) Ensamblados de propósito general. Donde se hace un ensamble de componentes para envolventes de uso general como se dispone en (b)(1), (b)(2) y (b)(3), será aceptable un envoltorio único de uso general para el ensamble. Cuando dicho conjunto incluye cualquiera de los equipos descritos en (b)(1), (b)(2) y (b)(3), La temperatura máxima obtenible de la superficie de cualquier componente del conjunto que exceda 100°C debe ser clara y permanentemente indicada en el exterior del envoltorio. Alternativamente, se permitirá que los equipos sean marcados para indicar la temperatura para la que son adecuados, utilizando la Tabla 500-8 (c).

2) Contactos. Los interruptores, interruptores automáticos y contactos de cierre y apertura de botón, relevadores, campanas de alarma y sirenas, deben tener envolventes identificadas para lugares Clase I, División 1 de acuerdo con (a) anterior.

Excepción: Se permitirá utilizar envoltentes de propósito general si los contactos de interrupción de corriente cumplen con uno de los siguientes requisitos:

- (1) Están sumergidos en aceite.
- (2) Están encerrados en una cámara sellada herméticamente contra la entrada de gases o vapores.
- (3) Están en circuitos no incendiarios, o
- (4) Están aprobados para la División 2.

3) Resistencias y equipos similares. Las resistencias, dispositivos a base de resistencias, tubos electrónicos, rectificadores y equipos similares que se utilicen en o estén relacionadas con medidores, instrumentos y relevadores, deben cumplir con (a) anterior.

Excepción: Se permitirá utilizar envoltentes del tipo de propósito general, si dichos equipos no tienen contactos para establecer e interrumpir o contactos deslizantes (diferentes de los indicados en (b)(1) anterior) y si la temperatura máxima de operación de cualquier superficie expuesta no excede el 80 por ciento de la temperatura de autoignición, en grados Celsius, del gas o vapor involucrado, o que se haya probado y determinado que es incapaz de inflamar el gas o vapor. Esta excepción no se debe aplicar a los tubos electrónicos.

4) Sin contactos de cierre o apertura. Los devanados de los transformadores, bobinas de impedancia, solenoides y otros devanados que no incluyan contactos deslizantes o de cierre o apertura, deben estar en envoltentes. Se permitirá que estas envoltentes sean del tipo de propósito general.

5) Fusibles. Cuando en (1) hasta (4) anteriores se permita el uso de ensambles de propósito general, se permitirá montar en ellos fusibles para la protección contra sobrecorriente de los circuitos de instrumentos no expuestos a sobrecargas en uso normal, si cada fusible va precedido de un interruptor que cumpla con (1) anterior.

6) Conexiones. Para facilitar su reemplazo, se permitirá conectar los instrumentos de control de procesos mediante cordón flexible, clavija de conexión y contacto siempre que apliquen todas las siguientes condiciones:

- (1) La clavija y el contacto estén aprobados para uso en lugares Clase 1, División 2 y para uso con cordones flexibles y deben ser del tipo cerrada y puesta a tierra.

Excepción: No se requiere el interruptor si el circuito es de cableado de campo no incendiario.

- (2) A menos que la clavija y el contacto estén enclavados mecánicamente o eléctricamente, o diseñados de tal manera que no puedan ser separados cuando los contactos estén energizados y los contactos no puedan ser energizados cuando el enchufe y el tomacorriente estén separados, se debe instalar un interruptor que cumpla con la subsección "b) (2) Contactos" anterior, de tal manera que la clavija y en contacto no dependen de la interrupción de corriente.

Excepción: No se debe requerir el interruptor si el cableado de campo es no inductivo.

- (3) El cordón de alimentación no tenga más de 90 centímetros, sea de un tipo aprobado para servicio extra rudo o para servicio pesado si está protegido por su ubicación, si es aplicable.
- (4) Sólo se instalen los contactos necesarios.
- (5) El circuito tiene una corriente máxima de 3 amperes.

501-115. Desconectadores, interruptores automáticos, controladores de motores y fusibles

a) Clase I, División 1. En las áreas Clase I, División 1, los desconectadores, interruptores automáticos, controladores de motores y los fusibles, incluyendo interruptores de botones, relevadores y dispositivos similares, deben estar en envoltentes y, en cada caso, el conjunto de la envoltente y los aparatos encerrados, deben estar aprobados como un ensamble completo para uso en áreas Clase I.

b) Clase I, División 2. Los desconectadores, interruptores automáticos, controladores de motores y los fusibles instalados en áreas Clase I, División 2, deben cumplir con (1) hasta (4) siguientes:

1) Tipo requerido. Los interruptores automáticos, controladores de motores e interruptores, destinados para interrumpir la corriente durante su funcionamiento normal, deben estar contenidos en envoltentes aprobadas para áreas Clase I, División 1, de acuerdo con lo indicado en (a) anterior, a menos que se instalen en envoltentes de uso general y aplique cualquiera de las siguientes condiciones:

- (1) La interrupción de la corriente ocurra dentro de una cámara herméticamente sellada que evite la entrada de gases y vapores.
- (2) Los contactos de cierre o apertura sean de uso general y estén sumergidos en aceite por lo menos 5 centímetros para los de potencia y 2.5 centímetros para los de control.
- (3) La interrupción de corriente ocurra dentro de una cámara identificada para la ubicación y marcada "sellada de fábrica" o "sello no requerido" o equivalente.
- (4) El dispositivo sea de estado sólido y el control de interrupción no tenga contactos, donde la temperatura superficial no exceda 80 por ciento de la temperatura de autoignición, en grados Celsius, del gas o vapor involucrado.

2) Interruptores seccionadores (de aislamiento). Los desconectadores y los interruptores seccionadores con fusibles o sin fusibles para transformadores o para bancos de capacitores que no estén destinados para interrumpir la corriente durante el funcionamiento normal para el cual han sido instalados, pueden instalarse en envoltentes de uso general.

3) Fusibles. Los fusibles de cartucho o de tapón para la protección de motores, aparatos, lámparas como las que se indican en (b)(4) siguiente, pueden utilizarse si se colocan en envoltentes aprobadas para el área donde se instalen. También pueden utilizarse fusibles en envoltentes de uso general, y son del tipo en el cual el elemento de operación se encuentra sumergido en aceite u otro líquido aprobado, o si el elemento de operación está encerrado en una cámara herméticamente sellada contra la entrada de gases y vapores o el fusible es del tipo limitador de corriente, relleno con arena y sin indicador.

4) Fusibles internos en luminarias. Como protección complementaria, dentro de las luminarias se permiten fusibles de cartucho aprobados.

501-120. Transformadores de control y resistencias. Los transformadores, bobinas de impedancia y resistencias utilizadas como, o conjuntamente con equipos de control para motores, generadores y aparatos, deben cumplir con (a) y (b) siguientes:

a) Clase I, División 1. En las áreas Clase I, División 1, los transformadores, bobinas de impedancia y resistencias, así como cualquier mecanismo de desconexión asociado con ellos, deben estar contenidos en envoltentes identificadas para dichas áreas, de acuerdo con lo indicado en 501-105(a).

b) Clase I, División 2. En las áreas Clase I, División 2, los transformadores y las resistencias de control deben cumplir con lo siguiente:

1) Mecanismo de desconexión. Los mecanismos de desconexión usados con transformadores, bobinas de impedancia y resistencias, deben cumplir con 501-115(b).

2) Bobinas y devanados. Se permite el uso de envoltentes de uso general para devanados de transformadores, solenoides y bobinas de impedancia.

3) Resistencias. Las resistencias deben estar instaladas en envoltentes y el ensamble debe estar aprobado para áreas Clase I, a menos que las resistencias no sean variables y que la máxima temperatura de operación, en grados Celsius, no exceda 80 por ciento de la temperatura de autoignición del gas o vapor involucrado, o que se hayan probado y encontrado que no tienen la capacidad de incendiar al gas o al vapor.

501-125. Motores y generadores

a) Clase I, División 1. En las áreas Clase I, División 1, los motores, generadores y otras maquinarias eléctricas rotatorias deben cumplir con cualquiera de las siguientes condiciones:

- (1) Estar identificados para áreas Clase I, División 1.
- (2) Ser del tipo completamente cerrado y con ventilación de presión positiva desde una fuente de aire limpio y con descarga a un área segura, dispuesta para impedir que la máquina se energice hasta que la ventilación haya sido establecida y la envoltente haya sido purgada con diez veces el volumen del aire cuando menos y con un dispositivo que desenergice el equipo automáticamente en caso de falla del sistema de ventilación.
- (3) Ser del tipo totalmente cerrado lleno de gas inerte con una fuente adecuada y segura de gas inerte para presurizar la envoltente, con dispositivos para asegurar una presión positiva en la envoltente y con un dispositivo que desconecte el equipo automáticamente cuando falle el suministro de gas.
- (4) Para máquinas que se usan solamente en establecimientos industriales con acceso restringido al público, donde las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguran que solamente personas

calificadas atienden la instalación se permite que la máquina sea de un tipo diseñado para estar sumergido en un líquido que sólo sea inflamable cuando se vaporice y se mezcle con el aire, o en un gas o vapor a una presión mayor que la atmosférica y que es inflamable únicamente cuando se mezcla con aire; la máquina debe estar dispuesta para impedir que se energice mientras no haya sido purgada con el líquido o gas para desalojar el aire y que además se desenergice automáticamente el equipo, cuando falle el suministro del líquido, gas o vapor o que la presión se reduzca hasta la presión atmosférica.

Los motores totalmente cerrados de los tipos especificados en (2) y (3) anteriores no deben tener ninguna superficie externa a una temperatura de operación mayor que 80 por ciento de la temperatura de autoignición, en grados Celsius, de los gases o vapores involucrados. Deben instalarse dispositivos apropiados para detectar cualquier incremento de temperatura del motor más allá del límite de diseño y que desenergicen automáticamente al motor o hagan operar una alarma adecuada. El equipo auxiliar debe ser del tipo aprobado para el área en la cual es instalado.

b) Clase I, División 2. En las áreas Clase I, División 2, los motores, generadores y otras maquinarias eléctricas rotatorias deben cumplir con (1), (2) y (3) siguientes. También deben cumplir con (4) y (5) cuando apliquen.

(1) Estar identificados para áreas Clase I, División 2, o

(2) Estar identificados para áreas Clase I, División 1 donde se empleen contactos deslizantes, mecanismos centrífugos u otros tipos de interruptores (incluyendo de sobrecorriente del motor, sobrecarga y dispositivos de sobretemperatura) o dispositivos integrales de resistencia, ya sea cuando arranquen o cuando estén en operación.

(3) Sean motores abiertos o cerrados que no sean a prueba de explosión, tales como motores de inducción de jaula de ardilla, sin escobillas, mecanismos de conexión y desconexión, u otros dispositivos similares que no estén identificados para lugares Clase I, División 2.

(4) La temperatura de la superficie expuesta de calentadores de ambiente, utilizados para evitar la condensación de humedad durante periodos de fuera de servicio, no debe exceder del 80 por ciento de la temperatura de ignición, en grados Celsius, del gas o del vapor involucrado cuando operen a tensión nominal, y la temperatura superficial máxima del calentador de espacio (basada en temperatura ambiente de 40 °C o mayor) debe estar marcada de forma permanente en una placa visible sobre el motor. De lo contrario, los calentadores de ambiente deben estar identificados para áreas Clase I, División 2.

(5) Se permitirá un dispositivo de unión de contacto deslizante usado con el propósito de mantener el rotor a potencial de tierra, cuando la energía potencial de descarga es determinada para ser no inflamable para la aplicación. Los dispositivos de fijación del eje se instalarán en el interior o el exterior del motor.

NOTA 1: Es importante considerar la temperatura de superficies internas y externas que puedan estar expuestas a atmósferas inflamables.

NOTA 2: Es importante considerar el riesgo de ignición debido a las corrientes de arco eléctrico a través de discontinuidades y de sobrecalentamiento de las partes en envolventes de sección múltiple de los motores y generadores de gran capacidad. Tales motores y generadores pueden requerir puentes de unión equipotenciales entre las uniones de la envoltura y de la envoltura a tierra. Cuando se sospeche la presencia de gases o vapores inflamables, puede ser necesario purgar con aire limpio inmediatamente antes y durante los periodos de arranque.

NOTA 3: Los generadores accionados por motor, compresores alternativos y otros equipos instalados en lugares de Clase I, División 2, pueden presentar un riesgo de ignición de los materiales inflamables, asociados con abastecimiento de combustible, arranque, compresión, etc., debido a una liberación involuntaria o al mal funcionamiento de los equipos por causa del sistema y los controles de ignición de motores.

501-130. Luminarias. Las luminarias deben cumplir con (a) o (b) siguientes:

a) Clase I, División 1. En las áreas Clase I, División 1, las luminarias deben cumplir con lo siguiente:

1) Luminarias aprobadas. Cada luminaria debe estar aprobada como un ensamble completo para áreas Clase I, División 1, y tener claramente marcada la potencia máxima de las lámparas, en watts, para las cuales

están aprobadas. Las luminarias portátiles deben aprobarse específicamente como un ensamble completo para este uso.

2) Daño físico. Cada luminaria debe protegerse contra daño físico por medio de una guarda adecuada o por su propia ubicación.

3) Luminarias colgantes. Las luminarias colgantes deben suspenderse y alimentarse por medio de tramos de tubo conduit metálico tipo pesado o semipesado y las uniones roscadas deben llevar tornillos de fijación (prisioneros) u otros medios efectivos para impedir que se aflojen. Los tubos de longitud mayor que 30 centímetros deben fijarse de manera efectiva y permanente para impedir desplazamientos laterales con medios efectivos a no más de 30 centímetros por arriba del extremo inferior del tramo del tubo, o bien se debe dar la flexibilidad necesaria por medio de un accesorio o conector flexible aprobado para áreas Clase I, División 1, colocado a no más de 30 centímetros del punto de sujeción a la caja o al accesorio de soporte.

4) Soportes. Las cajas, ensambles de cajas o accesorios utilizados para el soporte de luminarias deben estar aprobadas para áreas Clase I.

b) Áreas Clase I, División 2. En las áreas Clase I, División 2, las luminarias deben cumplir con (1) hasta (6) siguientes:

1) Luminarias. Cuando las lámparas son de un tamaño o un tipo que pueda, en condiciones de funcionamiento normal, alcanzar temperaturas superficiales que excedan del 80 por ciento de la temperatura de autoignición, en grados Celsius, del gas o vapor involucrado, las luminarias deben cumplir con (a)(1) anterior o deben ser de un tipo que haya sido probada para determinar la temperatura de funcionamiento marcada o la clase de temperatura (código T).

2) Daños físicos. Las luminarias se deben proteger contra daños físicos bien sea por su ubicación o por la utilización de protección adecuada. Cuando exista peligro de que las chispas o el metal caliente de las lámparas o las luminarias puedan encender concentraciones localizadas de vapores o gases inflamables, se deben instalar envolventes adecuadas u otro medio de protección eficaz.

3) Luminarias colgantes. Las luminarias colgantes estar suspendidas mediante tubo conduit metálico pesado roscado o tubo conduit semipesado de acero roscado u otros medios aprobados. Los tubos de longitud mayor que 30 centímetros deben fijarse de manera efectiva y permanente para impedir desplazamientos laterales, con medios adecuados a no más de 30 centímetros por arriba del extremo inferior del tramo del tubo, o bien se les debe dar la flexibilidad necesaria por medio de un accesorio o conector flexible aprobado y colocado a no más de 30 centímetros del punto de sujeción a la caja o al accesorio de soporte.

4) Equipos de alumbrado portátiles. Los equipos de alumbrado portátiles deben cumplir con (a)(1) anterior.

Excepción: Se permitirán equipos de alumbrado portátiles montados en cualquier posición sobre bases móviles y conectados con cordones flexibles, como establece 501-140, siempre que cumplan con 501-130(b)(2).

5) Interruptores. Los interruptores que formen parte de una luminaria ensamblada o de un portalámparas individual deben cumplir con lo indicado en 501-115(b)(1).

6) Equipo de arranque. El equipo de arranque y control de las lámparas de descarga debe cumplir con lo indicado en 501-120(b).

Excepción: Los protectores térmicos incorporados en los balastros para lámparas fluorescentes protegidos térmicamente si la luminaria está aprobada para áreas de esta Clase y División.

501-135. Equipo de utilización

a) Clase I, División 1. En las áreas Clase I, División 1, todo el equipo de utilización debe estar aprobado para uso en áreas Clase I, División 1.

b) Clase I, División 2. En las áreas Clase I, División 2, todo el equipo de utilización debe cumplir con lo siguiente:

1) Calentadores. El equipo de utilización calentado eléctricamente debe cumplir con cualquiera de las condiciones siguientes:

- (1) El calentador no debe exceder 80 por ciento de la temperatura de autoignición, en grados Celsius, del gas o del vapor involucrado, en cualquier superficie que esté expuesta al gas o al vapor cuando el equipo está continuamente energizado a la máxima temperatura ambiente. Si no se provee un controlador de temperatura, estas condiciones se deben aplicar cuando el calentador es operado a 120 por ciento de su tensión nominal.

Excepción 1: Para los calentadores de ambiente contra la condensación con motor montado, véase la Sección 501-125.

Excepción 2: Cuando se utiliza un dispositivo limitador de corriente en el circuito del calentador para limitar su corriente a valores menores que los requeridos para elevar la temperatura superficial del calentador al 80 por ciento de la temperatura de autoignición.

- (2) El calentador debe estar identificado para áreas Clase I, División 1.

Excepción: Los calentadores de seguimiento por resistencia eléctrica identificados para áreas Clase I, División 2.

2) Motores. Los motores de accionamiento de equipo de utilización deben cumplir con lo indicado en 501-125(b).

3) Desconectores, interruptores automáticos y fusibles. Los desconectores, interruptores automáticos y fusibles deben cumplir con lo indicado en 501-115(b).

501-140. Cordones flexibles Clase I, Divisiones 1 y 2.

a) Usos permitidos. Se permitirá instalar cordones flexibles:

- (1) Para conectar equipos de alumbrado portátiles u otros equipos de utilización portátiles a la parte fija de su circuito de alimentación. El cordón flexible debe estar adosado al equipo de utilización con un conector de cordones adecuado para la técnica de protección del compartimiento del cableado del equipo.
- (2) Para esa parte del circuito en donde los métodos de alambrado fijo de 501-10(a) no pueden proporcionar el grado de movimiento necesario para los equipos de utilización fijos y móviles y el cordón flexible está protegido contra daños físicos, bien sea por su ubicación o por una protección adecuada y únicamente en un establecimiento industrial cuyas condiciones de mantenimiento y supervisión de ingeniería garanticen que solamente personas calificadas instalarán y darán servicio a la instalación.
- (3) Para bombas eléctricas sumergibles con medios para retirarlas sin entrar en el foso mojado. Se permitirá la extensión del cordón flexible dentro de una canalización adecuada entre el foso mojado, y la fuente de alimentación.
- (4) Para mezcladores eléctricos proyectados para entrar y salir de tanques o recipientes de mezcla de tipo abierto.
- (5) Para ensambles portátiles provisionales que consistan de contactos, interruptores y otros dispositivos que no sean considerados equipo portátil de utilización pero que son individualmente aprobados para esos lugares.

(Continúa en la Sexta Sección)