

CUARTA SECCION

SECRETARIA DE ENERGIA

(Viene de la Tercera Sección)

G. Construcción de las luminarias

410-34. Pantallas y gabinetes combustibles. Debe quedar un espacio de aire adecuado entre las lámparas y las pantallas u otros gabinetes de material combustible.

410-35. Valores nominales de las luminarias

a) Marcas. Todas las luminarias que funcionen con balastos o transformadores deben estar claramente marcadas con sus parámetros eléctricos nominales y el nombre del fabricante, marca comercial u otro medio adecuado de identificación. Un aparato cuyo cable de alimentación tenga que soportar una temperatura nominal superior a 90 °C, debe indicarlo así con letras de 6 mm de alto, situadas en un lugar prominente tanto en el aparato como en su empaque o equivalente.

b) Valores eléctricos. Los valores eléctricos nominales deben incluir la tensión eléctrica y la frecuencia, así como la capacidad nominal de la unidad, incluido el balastro, transformador o autotransformador.

410-36. Diseño y materiales. Las luminarias deben estar construidas de metal, madera u otro material adecuado para su uso y deben estar diseñadas y montadas de modo que aseguren la resistencia mecánica y la rigidez necesarias. El compartimento para cables, incluyendo las entradas, debe diseñarse de tal manera que se puedan insertar y sacar los cables sin daño físico.

410-37. Luminarias no metálicas. En todas las luminarias no construidas completamente de metal o material no combustible, el compartimento de los cables debe estar forrado de metal.

Excepción: Cuando se utilicen cables blindados o recubiertos de plomo con herrajes adecuados.

410-38. Resistencia mecánica

a) Tubos para los brazos. Los tubos utilizados como brazos y varillas deben tener un espesor no menor a 1,0 mm, cuando sean roscados en el sitio y no menor de 0,7 mm si se suministran roscados. Los brazos y otras partes deben estar sujetos para evitar que giren.

b) Cubiertas ornamentales metálicas. Las cubiertas ornamentales metálicas que soporten portalámparas, pantallas, etc., de más de 4 kg o que llevan incorporados receptáculos, deben tener un espesor no menor a 0,5 mm. Otras cubiertas ornamentales deben tener un espesor no menor a 0,4 mm, si son de acero, y no menor de 0,5 mm si son de otros metales.

c) Desconectores en las cubiertas ornamentales. No se deben instalar desconectores accionados por cadena en los bordes de cubiertas ornamentales metálicas de un espesor menor de 0,7 mm, excepto si los bordes están reforzados por un doblez que forme un cordón o equivalente. Si se montan desconectores accionados por cadena en los bordes u otro lugar de las cubiertas ornamentales de luminarias, no deben estar situados a más de 9 cm del centro de la cubierta. Cuando en la cubierta se instale un desconector accionado por cadena o un receptáculo colgante, estas luminarias se deben sujetar por doble tornillo pasante, doble abrazadera, una abrazadera con rosca u otro método equivalente.

Las medidas anteriores se refieren a cubiertas ornamentales ya acabadas.

410-39. Espacio para los cables. El cuerpo de las luminarias, incluidas las lámparas portátiles, debe tener un espacio amplio para empalmes y conexiones y para la instalación de accesorios. El espacio donde se hagan los empalmes debe ser de material no absorbente y no combustible.

410-42. Lámparas portátiles

a) Requisitos generales. Las lámparas portátiles se deben instalar con cordones flexibles como los indicados en 400-4 y con clavija polarizada con puesta a tierra. Cuando se utilicen con portalámparas con base tipo Edison, se debe identificar el conductor puesto a tierra y conectarlo al casquillo y a la terminal de la clavija identificada para puesta a tierra.

b) Lámparas de mano. Además de lo establecido en 410-42(a), las lámparas de mano deben cumplir las siguientes condiciones:

(1) no deben ser de casquillo metálico forrado de papel aislante;

(2) deben estar equipadas con una empuñadura de un compuesto moldeado u otro material aislante;

(3) deben estar equipadas con un protector adecuado, sujeto al portalámparas o a la empuñadura;

(4) si el protector fuera metálico, debe estar puesto a tierra a través de un conductor de puesta a tierra del equipo que se instale junto con los conductores de la alimentación de la energía, a través del cordón de alimentación.

410-44. Boquilla para cordones. Cuando un cordón flexible entre por la base o el vástago de una lámpara portátil, se debe instalar una boquilla o su equivalente. Esta boquilla debe ser de material aislante, a no ser que se utilice un cordón con cubierta protectora.

410-45. Pruebas. El alambrado debe estar libre de cortocircuitos y contactos a tierra. Antes de conectar el circuito se debe probar que no tenga estos defectos.

410-46. Partes vivas. Las partes vivas expuestas en el interior de las luminarias de porcelana, deben estar protegidas adecuadamente y situadas de modo que no sea probable que los cables entren en contacto con ellas. Entre las partes vivas y el plano de montaje de la luminaria debe quedar un espacio de 13 mm como mínimo.

H. Instalación de portalámparas

410-47. Portalámparas roscados. Los portalámparas roscados se deben utilizar exclusivamente como portalámparas. Cuando reciban energía eléctrica mediante un cable con conductor puesto a tierra, este conductor se debe conectar al casquillo del portalámparas.

Excepción: Cuando el portalámparas por su diseño tenga integrados receptáculos, se deben instalar como lo indica el fabricante.

410-48. Portalámparas con desconectador de doble polo. Cuando estén alimentados por un circuito con cable sin conductor para poner a tierra, el desconectador del portalámparas debe desconectar simultáneamente ambos conductores.

410-49. Portalámparas en lugares húmedos o mojados. Los portalámparas instalados en lugares húmedos o mojados deben ser tipo intemperie.

I. Construcción de los portalámparas

410-50. Aislamiento. La caja metálica exterior y la cubierta de los portalámparas deben estar forradas de material aislante que evite que esas piezas formen parte del circuito. El forro no debe extenderse más de 3,2 mm de la parte metálica, pero debe evitar que cualquier parte activa de la base de la lámpara quede expuesta cuando la lámpara esté instalada en el portalámparas.

410-51. Cables de conexión. Los cables de conexión que formen parte de los portalámparas a prueba de intemperie y que pueden quedar expuestos después de la instalación, deben llevar conductores cableados y con cubierta de hule, aprobados, de tamaño nominal no inferior a 2,08 mm² (14 AWG) y deben sellarse durante la instalación o hacerlos herméticos a la lluvia por cualquier otro medio.

Excepción: Se permite utilizar conductores de tamaño nominal de 0,824 mm² (18 AWG), con cubierta de hule para bases de candelabros.

410-52. Portalámparas con desconectores. Los portalámparas con desconector deben estar contruidos de manera que el mecanismo interrumpa la conexión eléctrica con el contacto central. El mecanismo desconector debe permitir interrumpir la conexión eléctrica al casquillo, si simultáneamente se interrumpe la conexión con el contacto central.

J. Lámparas y equipos auxiliares

410-53. Bases, lámparas incandescentes. Las lámparas incandescentes de uso general en circuitos derivados de alumbrado, no deben estar equipadas con un casquillo tipo medio si son de capacidad nominal mayor de 300 W, ni con un casquillo de una base tipo mogul si son de capacidad nominal mayor de 1 500 W. Para lámparas de más de 1 500 W se debe utilizar casquillos especiales u otros dispositivos.

410-54. Equipo auxiliar de las lámparas de descarga eléctrica

a) Envoltentes. El equipo auxiliar de las lámparas de descarga debe ir encerrado en envoltentes no combustibles y se deben considerar como fuentes de calor.

b) Desconectores. Cuando se alimenten de un circuito por medio de cables sin conductor conectado a tierra, el desconector del equipo auxiliar debe desconectar simultáneamente todos los conductores.

K. Receptáculos, conector con cordón y clavijas

410-56. Capacidad nominal admisible y tipo

a) Receptáculos. Los receptáculos instalados para conectar cordones de luminarias portátiles, deben tener una capacidad nominal no menor de 15 A, 125 V o 127 V, o 15 A, 250 V y deben ser de un tipo no adecuado para uso como portalámparas

Excepción: Se permite el uso de receptáculos de 10 A, 250 V en edificios no residenciales, para la conexión de equipo que no sean lámparas de mano portátiles, herramientas de mano y extensiones.

b) Receptáculos tipo CO/ALR. Los receptáculos de 20 A nominales o menores y conectados directamente a conductores de aluminio, deben llevar la marca CO/ALR.

c) Receptáculos de tierra aislada. Los receptáculos previstos para la reducción del ruido eléctrico (interferencias electromagnéticas), como se permite en 250-74 Excepción 4, se deben identificar mediante un triángulo naranja situado en su parte frontal. Las tapas con esta marca se deben utilizar sólo con conductores de puesta a tierra aislados, de acuerdo con 250-74 Excepción 4. Los receptáculos de tierra aislada, instalados en cajas no metálicas, deben ir cubiertos por una tapa no metálica. Las placas protectoras pueden ser metálicas o de material aislante no combustible, y tener un espesor de forma que tengan resistencia mecánica adecuada. Las placas protectoras metálicas se deben conectar a tierra.

d) Posición de las tapas frontales de los receptáculos. Después de instalarlas, la parte frontal de los receptáculos debe quedar a nivel o sobresalidos de sus tapas protectoras de material aislante y deben sobresalir un mínimo de 0,4 mm cuando se usen tapas protectoras. Las tapas protectoras se deben instalar de modo que cubran completamente la abertura y asienten perfectamente sobre la superficie en la que vayan montadas. Los receptáculos montados en cajas empotradas en la pared, como se permite en 370-20, se deben instalar de modo que el soporte del receptáculo se mantenga rígidamente sujeto contra la superficie de la pared. Los receptáculos montados en cajas que queden a nivel con la superficie de la pared o sobresalgan de la misma, deben instalarse de modo que el soporte del receptáculo quede sujeto contra la caja o contra la extensión que sobresalga de la caja.

e) Clavijas de conexión. Todas las clavijas y cordones de conexión de 15 A y 20 A deben estar contruidos de modo que no queden expuestas partes que transporten energía, excepto las correspondientes a las partes exteriores de las piezas de contacto o de la tapa que cubre los alambres. La cubierta de las terminales de los cables debe ser una parte esencial para el funcionamiento de una clavija o conector (construcción de frente muerto).

f) Mecanismos de separación de las clavijas. Los mecanismos de separación de las clavijas de conexión no deben afectar negativamente a la conexión de los vástagos de la clavija con los receptáculos.

g) No intercambiables. Los conectores y clavijas deben estar contruidas de modo que el receptáculo no admita una clavija con distinta tensión eléctrica o capacidad de conducción de corriente nominal para las que esté diseñado. Los receptáculos y cordones de conexión sin puesta de tierra, no deben permitir la conexión de clavijas con puesta de tierra.

Excepción: Se permite que un receptáculo o conector en T de 20 A pueda conectar una clavija de 15 A para la misma tensión eléctrica.

h) Receptáculos en tapas sobrepuestas. Los receptáculos instalados en tapas sobrepuestas no se deben sujetar únicamente con un solo tornillo.

Excepción: Los dispositivos, conjuntos o tapas aprobados e identificados para ese uso.

410-57. Receptáculos en lugares húmedos o mojados

a) Lugares húmedos. Un receptáculo instalado en el exterior en un lugar protegido contra la intemperie o en otros lugares húmedos, debe tener una envolvente para el receptáculo que sea a prueba de intemperie cuando el receptáculo esté cubierto (sin meter la clavija y con la tapa cerrada).

Una instalación adecuada para lugares mojados se debe considerar también apta para lugares húmedos.

Se considera que un receptáculo está en un lugar protegido contra la intemperie cuando esté instalado en pórticos abiertos bajo techo, marquesinas, cornisas y similares, y no se encuentre expuesto a salpicaduras de la lluvia o caídas de agua.

b) Lugares mojados. Un receptáculo instalado en un lugar mojado debe estar en una envolvente a prueba de intemperie, cuya integridad no se vea afectada cuando se introduzca la clavija.

Excepción: Se permite que haya envolventes que no sean a prueba de intemperie cuando se introduzca la clavija, en el caso de los receptáculos instalados en lugares mojados para usar con herramientas eléctricas portátiles u otras luminarias de mano que se conectan a la salida sólo cuando son utilizados.

c) En bañeras y regaderas. No se debe instalar receptáculos en los espacios próximos a las bañeras y regaderas.

d) Protección de los receptáculos instalados en el piso. Las cajas donde vayan instalados los receptáculos en piso deben permitir la operación de equipo pero sin afectar a los receptáculos.

e) Montaje al ras con tapa protectora. La envolvente de receptáculos, en una caja de salida montada al ras con la superficie de la pared, se debe hacer a prueba de intemperie por medio de una tapa protectora de intemperie que constituya una junta hermética al agua entre la tapa y la superficie de la pared.

f) Instalación. Una toma de salida para receptáculo instalada en exterior debe estar situada de modo que no sea probable que el agua acumulada toque a la tapa o placa protectora del registro.

410-58. Receptáculos, adaptadores, cordones de conexión y clavijas del tipo de puesta a tierra

a) Polos de puesta a tierra. Los receptáculos, conector con cordón y las clavijas del tipo de puesta a tierra deben llevar un polo fijo de tierra, además de los polos normales del circuito.

b) Identificación del polo de puesta a tierra. Los receptáculos, cordones de conexión y clavijas del tipo de puesta a tierra deben disponer de un medio para conectar un conductor de puesta a tierra de equipo al polo de tierra. La terminal de conexión para el polo de tierra debe distinguirse por:

- 1) Un tornillo de cabeza hexagonal o tuerca hexagonal de color verde, que no se quite fácilmente.
- 2) Un conector a presión de color verde (barril para cable).
- 3) En el caso de los adaptadores, un conector similar de color verde.

La terminal de puesta a tierra del adaptador debe ser una zapata rígida de color verde o un dispositivo similar. La conexión de puesta a tierra debe estar diseñada de modo que no pueda hacer contacto con otras partes energizadas de la base, adaptador o clavija. El adaptador debe estar polarizado.

4) Si la terminal del conductor de puesta a tierra del equipo no es visible, el orificio de entrada del conductor debe estar identificado con la palabra "verde" o "tierra" o las letras "V" o "T", o "G" o "GR" o el símbolo internacional de puesta tierra indicado en la figura 410-58. Si la terminal del conductor de puesta a tierra del equipo puede desmontarse fácilmente, debe marcarse del mismo modo la zona adyacente.



FIGURA 410-58.- Símbolo de puesta a tierra IEC No. 5019

c) Uso de la terminal de puesta a tierra. La terminal de puesta a tierra no se debe utilizar para otro objetivo que para puesta a tierra.

d) Requisitos de los polos de puesta a tierra. Las clavijas, sus conectores con cordón y receptáculos con puesta a tierra, deben estar diseñadas de modo que la conexión de puesta a tierra se haga antes que las conexiones portadoras de corriente eléctrica. Los dispositivos de tipo puesta a tierra deben estar diseñados de modo que los vástagos o polos de puesta a tierra de las clavijas no puedan entrar en contacto con las partes energizadas de los receptáculos o de los conectores.

e) Uso. Las clavijas de tipo puesta a tierra sólo se deben utilizar con cables que tengan conductor de puesta a tierra.

L. Disposiciones especiales para luminarias empotrables y de montaje a nivel de superficie

410-64. Requisitos generales. La instalación de luminarias empotradas en techos o paredes debe cumplir lo establecido en 410-65 hasta 410-72.

410-65. Temperatura

a) Materiales combustibles. Las luminarias deben instalarse de modo que los materiales combustibles adyacentes a las mismas no estén expuestos a temperaturas superiores a 90°C.

b) Construcción resistente al fuego. Cuando se empotre una luminaria en un material resistente al fuego en un edificio o en una construcción resistente al fuego, se debe considerar que es aceptable una temperatura superior a 90°C pero no superior a 150°C, si la luminaria está claramente marcada como listada para esa aplicación.

c) Luminarias incandescentes empotradas. Las luminarias incandescentes deben tener protección térmica y estar aprobadas e identificadas como protegidas térmicamente.

Excepción 1: Las luminarias con lámparas incandescentes empotradas en concreto, aprobadas e identificadas para ese uso.

Excepción 2: Las luminarias con lámparas incandescentes empotradas, aprobadas e identificadas de forma que por su diseño y construcción, ofrezcan un comportamiento equivalente al de lámparas térmicamente protegidas y estén identificadas de ese modo.

410-66. Espaciamiento e instalación

a) Espaciamiento. Las partes empotradas de los gabinetes para luminarias que no estén en los puntos de apoyo, deben tener una separación mínima de 13 mm de los materiales combustibles.

Excepción: Las luminarias empotradas aprobadas e identificadas como adecuadas para que su material aislante esté en contacto directo con la luminaria.

b) Instalación. El aislante térmico no se debe instalar a menos de 8 cm del recinto donde vaya empotrado el equipo de alumbrado, compartimento para cables o balastro, y no se debe instalar encima del equipo de alumbrado de modo que acumule el calor y evite la circulación libre de aire.

Excepción: Las luminarias empotradas aprobadas e identificadas como adecuadas para que su material aislante esté en contacto directo con el equipo.

410-67. Cableado

a) Requisitos generales. Se deben utilizar conductores con un aislamiento adecuado para las temperaturas que se vayan a producir.

b) Conductores del circuito. Se permite que terminen dentro del equipo de alumbrado los conductores del circuito derivado que tengan un aislamiento adecuado para las temperaturas que se vayan a producir.

c) Conductores derivados. Se permite que conductores derivados de un tipo adecuado, para las temperaturas que se vayan a generar pasen desde la terminal de conexiones de la luminaria hasta una caja de salida situada al menos a una distancia de 30 cm del equipo. Los conductores derivados deben ir en una canalización adecuada o ser cable del tipo AC o MC, y tener como mínimo 45 cm de longitud y no mayor de 1,8 m.

M. Requisitos de construcción de luminarias empotrables y de montaje a nivel de superficie

410-68. Temperatura. Las luminarias deben instalarse de modo que los materiales combustibles adyacentes a los mismos no estén expuestos a temperaturas superiores a 90°C.

410-69. Cubiertas. Las cubiertas metálicas de las luminarias montadas al ras o empotradas deben estar protegidas contra la corrosión y ser de un espesor nominal no inferior a 0,8 mm.

Excepción: Se permite que la tapa del compartimento de los cables sea de material más delgado, siempre que esté instalada dentro de la cubierta de espesor nominal 0,8 mm y no sirva de apoyo a componentes activos de la instalación.

410-70. Marcado de la potencia de las lámparas. Las luminarias para lámparas incandescentes deben ir marcadas con la potencia máxima de las lámparas que se permita instalar, en watts. Las marcas deben ser permanentes con letras y números de 6 mm de alto como mínimo y situarse de modo que sean visibles cuando se cambie la lámpara.

410-71. Prohibida la soldadura. Está prohibida la soldadura de baja fusión en los gabinetes de las luminarias.

410-72. Portalámparas. Los portalámparas con casquillo roscado deben ser de porcelana u otro material aislante adecuado. Si se utiliza cemento, debe ser de alta resistencia térmica.

N. Disposiciones especiales para sistemas de iluminación de descarga de 1 000 V o menos

410-73. Requisitos generales

a) Tensión eléctrica de 1 000 V o menos en circuito abierto. Los equipos que se utilicen con sistemas eléctricos de descarga y diseñados para tensiones eléctricas de 1 000 V o menos en circuito abierto, deben ser de un tipo aprobado para ese uso.

b) Terminales energizadas. Las terminales de las lámparas de descarga se deben considerar energizadas cuando cualquier terminal de la lámpara esté conectada a un circuito de más de 300 V.

c) Transformadores en aceite. No se deben utilizar transformadores en aceite.

d) Requisitos adicionales. Además de cumplir los requisitos generales para luminarias, deben cumplir con la Parte P de este artículo.

e) Protección térmica. En las instalaciones interiores con alumbrado fluorescente, los balastros deben llevar protección térmica integral. Cuando se repongan los balastros, para todas las instalaciones fluorescentes en interiores deben llevar también protección térmica integral.

Excepción 1: Las luminarias para tubos fluorescentes rectos con balastros de reactancia sencillos.

Excepción 2: Los balastros para uso en luces indicadoras de salidas e identificados para ello.

Excepción 3: Las luces indicadoras de salidas que se enciendan únicamente en caso de emergencia.

f) Luminarias de descarga de alta intensidad. Los balastros de las luminarias de descarga de alta intensidad que se instalen empotradas, deben estar protegidos térmicamente e identificados así. Donde estas luminarias lleven un balastro remoto, tanto si están empotrados como si no lo están, el balastro debe estar también térmicamente protegido.

Excepción: Las luminarias de descarga de alta intensidad empotradas, aprobadas e identificadas para ese uso e instaladas en concreto.

Nota: La protección térmica que se exige en 410-73 puede lograrse también por medios distintos a protectores térmicos.

410-74. Luminarias de c.c. Las luminarias instaladas en circuitos de c.c. deben ir dotadas de equipos auxiliares y resistencias especialmente diseñadas para funcionar con c.c. y deben estar marcadas.

410-75. Luminarias con tensión eléctrica superior a 300 V en circuito abierto. Los equipos con una tensión eléctrica en circuito abierto superior a 300 V no se deben instalar en unidades de vivienda, a menos que estén diseñadas para ello y no presentan partes expuestas vivas cuando las lámparas se inserten, estén instaladas o se vayan a quitar.

410-76. Montaje de las luminarias

a) Con balastros expuestos. Las luminarias que tengan balastros o transformadores expuestos se deben instalar de manera que dichos balastros o transformadores no estén en contacto con materiales combustibles.

b) Tableros combustibles de fibra de celulosa de baja densidad. Cuando se instale una luminaria que contenga un balastro en la superficie de un tablero combustible de fibra de celulosa de baja densidad, debe estar aprobada y listada para ello o montarse a una distancia no inferior a 38 mm de la superficie del tablero. Cuando dichas luminarias vayan empotradas o semi-empotradas, se deben considerar las disposiciones de las Secciones 410-64 a la 410-72

Nota: Los tableros combustibles de fibra de celulosa de baja densidad pueden ser hojas, paneles y baldosines con una densidad de 320kg/m³ o menor y que estén formados por fibras vegetales aglutinadas, pero no se incluyen los tableros sólidos o laminados de madera ni de fibra de madera con densidad superior a 320 kg/m³ ni los materiales tratados integralmente con productos químicos resistentes a la propagación de la flama hasta el grado en que la velocidad de propagación de la flama en cualquier plano del material no exceda de 25, determinándose de acuerdo con las pruebas de combustión de materiales de construcción.

410-77. Equipo no integrado con las luminarias

a) Gabinetes metálicos. Los equipos auxiliares como reactores, resistencias, capacitores y similares, cuando no formen parte integral del equipo o aparato de alumbrado, deben estar encerrados en gabinetes metálicos permanentes y accesibles.

b) Montaje independiente. No es necesario que vayan en un gabinete independiente los balastros separados que estén diseñados para conexión directa a una instalación.

c) Cableado de las secciones de luminarias. El cableado de las secciones de luminarias va en pareja con un balastro o balastros que alimenta una o más lámparas instaladas. Para la conexión entre las parejas se permite usar tubo (conduit) metálico flexible de 9,5 mm de diámetro en tramos que no excedan de 7,62 m según lo establecido en el artículo 350. Se permite que los cables de luminarias que funcionen a la tensión eléctrica de suministro y alimenten sólo al balastro o balastros de una de las secciones vayan en la misma canalización que los cables de alimentación de las lámparas de la otra sección.

410-78. Autotransformadores. Un autotransformador que se utilice para aumentar la tensión eléctrica a más de 300 V como parte de un balastro para alimentar unidades de alumbrado, se debe alimentar únicamente a través de un sistema puesto a tierra.

410-79. Desconectadores. Los desconectadores de seguridad deben cumplir lo establecido en 380-14.

O. Disposiciones especiales para luminarias de descarga eléctrica de más de 1 000 V

410-80. Requisitos generales

a) Tensión eléctrica de más de 1 000 V en circuito abierto. Las luminarias que se utilicen con sistemas eléctricos de descarga y proyectados para tensiones eléctricas de más de 1 000 V en circuito abierto, deben ser de un tipo aprobado para ese uso.

b) En unidades de vivienda. Los equipos con tensión eléctrica de más de 1 000 V en circuito abierto no se deben instalar en unidades de vivienda.

c) Partes vivas. Las terminales de las lámparas de descarga se deben considerar como partes vivas cuando cualquier terminal de la lámpara esté conectada a un circuito de más de 300 V.

d) Otros requisitos. Además de cumplir los requisitos generales para luminarias, las luminarias de descarga deben cumplir también con la parte Q de este artículo.

Nota: Para alumbrado de realce y anuncios luminosos, véase el artículo 600.

410-81. Control

a) Desconexión. Las luminarias o instalaciones de lámparas deben estar controladas individualmente o en grupos operables desde fuera mediante un interruptor automático o por medio de un desconectador que abra simultáneamente todos los conductores energizados del primario.

b) Desconectador instalado a la vista o con bloqueo. El medio de desconexión o el interruptor automático deben estar situados a la vista de las luminarias o de las lámparas o se permite localizarlos en cualquier lugar si cuentan con un medio para bloquearlos en la posición abierta.

410-82. Terminales de las lámparas y portalámparas. Las partes que haya que quitar para cambiar las lámparas deben ser abisagradas o fijas por un medio de tipo cautivo. Las lámparas y portalámparas deben estar diseñados de modo que no dejen partes expuestas vivas al poner o quitar las lámparas.

410-83. Tensión eléctrica nominal de los transformadores. Los transformadores y balastos deben tener una tensión eléctrica del secundario en circuito abierto no superior a 15 000 V, con una tolerancia para prueba de 1 000 V adicionales. El valor de la corriente eléctrica del secundario no debe ser mayor de 120 mA para una tensión eléctrica en circuito abierto de más de 7 500 V y no mayor a 240 mA para 7 500 V o menos.

410-84. Tipos de transformadores. Los transformadores deben ser de tipo cerrado, aprobados y listados.

410-85. Conexiones del secundario de los transformadores. Los devanados de alta tensión de dos transformadores no se deben conectar entre sí ni en serie ni en paralelo.

Excepción: Se permite que dos transformadores que tengan cada uno un extremo de su devanado de alta tensión puesto a tierra y conectado a la caja, tengan conectados en serie sus devanados de alta tensión para formar el equivalente a un transformador puesto a tierra en su punto medio. Los extremos puestos a tierra deben estar conectados por conductores aislados de tamaño nominal no menor a 2,08 mm² (14 AWG).

410-86. Localización de los transformadores

a) Accesibles. Los transformadores deben estar accesibles después de su instalación.

b) Conductores del secundario. Los transformadores deben instalarse lo más cerca posible de las lámparas, para que los conductores del secundario sean lo más cortos posible.

c) Al lado de materiales combustibles. Los transformadores deben instalarse de modo que los materiales combustibles que tengan al lado no estén expuestos a temperaturas superiores a 90°C.

410-87. Carga de los transformadores. Las lámparas conectadas a cualquier transformador deben ser de longitud y características tales que no causen una continua sobretensión eléctrica del transformador.

410-88. Método de cableado de los conductores del secundario. Los conductores del secundario se deben instalar de acuerdo con lo establecido en 600-32.

410-89. Soporte de las lámparas. Las lámparas deben estar adecuadamente apoyadas, como se exige en 600-33.

410-90. Protegidas contra daños. No se deben instalar las lámparas donde puedan estar normalmente expuestas a daño físico.

410-91. Marcado. Cada luminaria o cada circuito secundario que tenga una tensión eléctrica en circuito abierto de más de 1 000 V, debe tener una marca claramente legible con letras de tamaño no menor a 6 mm de alto, que indique: "Precaución,..... V". La tensión eléctrica indicada debe ser la nominal en circuito abierto.

410-92. Desconectadores. Los desconectadores de seguridad deben cumplir lo establecido en 380-14.

P. Rieles de iluminación

410-100. Definición. Un riel de iluminación es un conjunto fabricado, diseñado para soportar mecánicamente y suministrar energía eléctrica a luminarias que puedan reemplazarse fácilmente del riel. Su longitud se puede alterar agregando o quitando secciones de riel.

410-101. Instalación

a) Riel de iluminación. Los rieles de iluminación deben estar instalados y conectados permanentemente a un circuito derivado. En los rieles sólo se deben instalar dispositivos especiales para rieles de iluminación. Los rieles de iluminación no deben estar equipados con receptáculos de uso general.

b) Cargas conectadas. Las cargas conectadas a los rieles de iluminación no deben superar la capacidad nominal del riel. Un riel de iluminación debe estar conectado a un circuito secundario de una capacidad nominal no superior a la del riel.

c) Lugares no permitidos. No se deben instalar rieles de iluminación:

- (1) donde sea probable que puedan sufrir daño físico;
- (2) en lugares húmedos o mojados;
- (3) donde estén expuestos a vapores corrosivos;
- (4) en cuartos de almacenamiento de baterías;
- (5) en áreas peligrosas (clasificadas);
- (6) ocultos;
- (7) atravesando paredes o tabiques;
- (8) a menos de 1,5 m sobre la superficie del piso, excepto si están protegidos contra daño físico o funcionan a un valor eficaz de tensión eléctrica de menos de 30 V en circuito abierto.
- (9) dentro de la zona medida de 90 cm horizontalmente y 2,5 m verticalmente desde la parte superior del borde de la tina de baño.

d) Sujeción. Los accesorios identificados para utilizarse con rieles de iluminación deben estar diseñados específicamente para el tipo de riel en el que vayan a instalarse. Deben ir sujetos al riel, mantener la polaridad, la puesta a tierra y estar diseñados para suspenderlos directamente del riel.

410-102. Carga de los rieles. Para los cálculos de cargas, se considera que un riel de alumbrado de 60 cm de longitud o una fracción del mismo, equivale a 150 VA. Cuando se instalen rieles con varios circuitos, los requisitos de carga de esta sección deben considerarse divididos equitativamente entre los circuitos.

Excepción: Los rieles instalados en unidades de vivienda o en las habitaciones de huéspedes de hoteles o moteles.

Nota: Este valor de 150 VA por cada 60 cm de riel, es únicamente para efectos de cálculo de la carga y no limita la longitud del riel que se vaya a instalar ni el número de luminarias permitidos.

410-103. Riel de alumbrado de servicio pesado. Un riel de iluminación de servicio pesado debe estar aprobado e identificado para usarse a más de 20 A. Cada accesorio conectado a un riel de iluminación de servicio pesado debe estar protegido individualmente contra sobrecorriente.

410-104. Sujeción. Los rieles de iluminación deben estar sujetos de modo que cada soporte sea adecuado para soportar el máximo peso de las luminarias que se puedan instalar. Un tramo de 1,2 m o menos debe tener dos soportes y, cuando se instalen en una fila continua, cada sección individual no mayor de 1,2 m debe llevar un soporte adicional, a menos que estén aprobados para apoyarse a intervalos mayores.

410-105. Requisitos de construcción

a) Construcción. La armazón de los rieles de iluminación debe ser lo suficientemente resistente como para mantener la rigidez. Los conductores deben ir instalados dentro de la armazón del riel, permitiendo la inserción de las luminarias y estar diseñados para evitar la manipulación y el contacto accidental con las partes vivas. No se deben intercalar rieles de sistemas con distintas tensiones eléctricas. Los conductores instalados en los rieles deben tener un tamaño nominal mínimo de 3,31 mm² (12 AWG) y ser de cobre. Los extremos de los rieles deben estar aislados y protegidos con tapas.

Excepción: Las luminarias que incorporen un dispositivo integral para reducir la tensión eléctrica a un valor menor de tensión eléctrica de la lámpara.

b) Puesta a tierra. Los rieles de alumbrado deben estar puestos a tierra cumpliendo lo establecido en el artículo 250. Las distintas secciones del riel deben estar perfectamente acopladas de modo que mantengan la continuidad, la polaridad y la puesta a tierra de todo el circuito.

ARTICULO 411 - SISTEMAS DE ALUMBRADO QUE FUNCIONAN A 30 V O MENOS

411-1. Alcance. Este artículo cubre los sistemas de alumbrado que funcionen a 30 V o menos y sus componentes.

411-2. Sistemas de alumbrado a 30 V o menos. Un sistema de alumbrado que funcione a 30 V o menos, es el que consiste en una fuente de alimentación separada, de 30 V (42,4 V pico) o menos en cualquier condición de carga, con uno o más circuitos secundarios, cada uno limitado a 25 A máximo, que alimente a luminarias y equipos asociados identificados para ese uso.

411-3. Aprobación requerida. Los sistemas de alumbrado de 30 V o menos deben estar aprobados para ese uso.

411-4. Lugares no permitidos. No deben instalarse sistemas de alumbrado que funcionen a 30 V o menos:

(1) cuando estén ocultos o se extiendan a través de las paredes de una construcción a menos que se utilice un método de instalación especificado en el Capítulo 3; o

(2) a una distancia menor de 3 m de albercas, tinas de hidromasaje, fuentes o instalaciones similares, excepto lo permitido en el artículo 680.

411-5. Circuitos secundarios

a) Puesta a tierra. Los circuitos secundarios no deben estar puestos a tierra.

b) Aislamiento. El circuito secundario debe estar aislado de otros circuitos derivados por medio de un transformador de aislamiento.

c) Conductores desnudos. Los conductores desnudos y las partes expuestas están permitidos. Los conductores desnudos no deben estar instalados a menos de 2,1 m sobre la superficie del piso, excepto si están específicamente aprobados para instalarlos a menor altura.

411-6. Circuitos derivados. Los sistemas de alumbrado que funcionen a 30 V o menos deben estar alimentados por un circuito derivado de 20 A máximo.

411-7. Áreas peligrosas (clasificadas). Además de las disposiciones de este artículo, cuando estén instalados en áreas peligrosas (clasificadas), estos sistemas deben cumplir lo establecido en los artículos 500 a 517.

ARTICULO 422 – APARATOS ELECTRODOMESTICOS Y SIMILARES

A. Disposiciones generales

422-1. Alcance. Este artículo cubre los aparatos electrodomésticos y similares para uso comercial e industrial utilizados en cualquier edificio.

422-2. Partes vivas. Los aparatos electrodomésticos no deben tener partes vivas expuestas a contacto.

Excepción: Los tostadores, parrillas y otros aparatos eléctricos en los que las partes energizadas a alta temperatura tienen que estar necesariamente expuestas.

422-3. Otros Artículos. Todos los requisitos de esta Norma se aplican a los aparatos electrodomésticos y similares, en lo que corresponda. Los aparatos para utilizarse en áreas peligrosas (clasificadas) deben cumplir lo establecido en los artículos 500 a 517. Las disposiciones del artículo 430 se aplican a la instalación de aparatos operados con motor y los requisitos del artículo 440 se aplican a la instalación de unidades de refrigeración que contengan grupos motocompresores herméticos, excepto las disposiciones en contrario que este artículo establezca.

B. Requisitos de los circuitos derivados

422-4. Capacidad nominal de los circuitos derivados. Esta sección especifica la capacidad nominal de los circuitos derivados individuales capaces de suministrar energía a los aparatos sin sobrecalentarse bajo las condiciones especificadas. Esta sección no se aplica a los conductores que formen parte integrante de los aparatos.

a) Circuitos derivado individuales. La capacidad nominal de cada circuito derivado individual no debe ser menor a la capacidad nominal marcada en el aparato o a la capacidad nominal marcada en un aparato con cargas combinadas, como se requiere en 422-32.

Excepción 1: Cuando los aparatos operados con motor no tengan la capacidad nominal marcada, la capacidad del circuito derivado debe cumplir lo establecido en la parte D del artículo 430.

Excepción 2: Para aparatos operados sin motor y con carga continua, la capacidad nominal del circuito derivado no debe ser menor de 125% de la marcada; o no menor de 100% si el dispositivo conectado al circuito derivado está aprobado para funcionar de modo continuo a 100% de su carga nominal.

Excepción 3: Se permite que los circuitos derivados de aparatos electrodomésticos de cocina cumplan lo establecido en la Tabla 220-19.

b) Circuitos que suministran energía a dos o más cargas. El cálculo de la capacidad nominal de los circuitos derivados que suministren energía eléctrica a aparatos y a otras cargas, debe obtenerse de acuerdo con lo indicado en 210-23.

422-5. Protección contra sobrecorriente de los circuitos derivados. Los circuitos derivados se deben proteger de acuerdo con lo indicado en 240-3.

Si en el aparato eléctrico está marcada la capacidad nominal del dispositivo de protección, la capacidad nominal del dispositivo de protección del circuito contra sobrecorriente no debe ser superior a la marcada en el aparato.

C. Instalación de los aparatos electrodomésticos

422-6. Requisitos. Todos los aparatos eléctricos deben instalarse de manera aprobada.

422-7. Equipo de calefacción central. El equipo de calefacción central distinto del equipo de calefacción eléctrica individual debe estar alimentado por un solo circuito derivado.

Excepción: Se permite que equipo auxiliar directamente asociado con equipo de calefacción, como las bombas, válvulas, humidificadores o ionizadores de aire, vaya conectado al mismo circuito derivado.

422-8. Cables flexibles

a) Cordones de calentadores. Todas las planchas eléctricas y aparatos eléctricos portátiles de calefacción de más de 50 W nominales conectados con un cordón con clavija y que puedan producir temperaturas superiores a 120°C en las superficies con las cuales es posible que el cordón se ponga en contacto, deberán llevar uno de los tipos de cables para calentadores indicados en la Tabla 400-4.

b) Otros aparatos eléctricos de calefacción. Todos los demás aparatos eléctricos de calefacción eléctricos con cordón y clavija se deben conectar por medio de uno de los tipos de cables indicados en la Tabla 400-4, elegido de acuerdo con el uso especificado en ésta.

c) Otros aparatos eléctricos. Se permite utilizar cordón flexible para:

(1) la conexión de aparatos eléctricos para facilitar su cambio frecuente o para evitar la transmisión de ruidos y vibraciones, o

(2) facilitar su desmontaje o desconexión de aparatos eléctricos fijos, cuando sus medios de sujeción y sus conexiones mecánicas estén específicamente diseñados para permitir su desmontaje rápido para mantenimiento o para reparación y el aparato eléctrico esté aprobado e identificado para conectarlo con cordón flexible.

d) Aparatos eléctricos específicos

1) Se permite que los trituradores de basura accionados eléctricamente estén conectados por medio de cordón flexible y clavija aprobados e identificados para ese uso, terminado en una clavija con terminal de puesta a tierra, siempre que se cumplan todas las condiciones siguientes:

a. La longitud del cable no debe ser menor de 45 cm ni mayor de 90 cm.

b. Los receptáculos deben estar instalados de modo que se evite daño físico al cordón flexible.

c. El receptáculo debe estar accesible.

2) Se permite que los lavavajillas y los compactadores domésticos de basura accionados eléctricamente estén conectados por medio de cordón flexible y clavija aprobados e identificados para ese uso, terminado en una clavija terminal de puesta a tierra, siempre que se cumplan todas las condiciones siguientes:

a. La longitud del cable no debe ser menor de 90 cm ni mayor de 1,2 m.

b. Los receptáculos deben estar instalados de modo que se evite daño físico al cordón flexible.

c. El receptáculo debe estar situado en el espacio ocupado por el aparato eléctrico o al lado del mismo.

d. El receptáculo debe estar accesible.

Excepción: No es necesario que los trituradores, lavavajillas y compactadores de basura aprobados, que estén protegidos por un sistema de doble aislamiento o equivalente, estén puestos a tierra. Si se utiliza dicho sistema, los equipos deben estar claramente marcados.

3) Las máquinas de lavado por rocío a alta presión, conectadas con un cordón con clavija, deben estar provistas con un interruptor de circuito por falla a tierra instalado en fábrica, para la protección del personal. El interruptor de circuito por falla a tierra debe formar parte integral de la clavija de conexión o estar situado en el cable de alimentación, a menos de 30 cm de la clavija.

Excepción 1: Las máquinas de lavado por rocío a alta presión, para conexión trifásica.

Excepción 2: Las máquinas de lavado por rocío a alta presión de más de 250 V.

422-9. Calentadores por inmersión con cordón y clavija. Los calentadores eléctricos por inmersión conectados con cordón y clavija deben estar fabricados e instalados de manera que las partes energizadas queden protegidas eficazmente de contactos eléctricos con la sustancia en la que se sumergen.

422-10. Protección de los materiales combustibles. Cada aparato electrodoméstico calentado eléctricamente tal que por su tamaño, peso y servicio esté diseñado para colocarse en posición fija, se ubicará de forma que exista amplia protección entre él y los materiales combustibles adyacentes al mismo.

422-11. Soporte de los aparatos eléctricos conectados con cordón y clavija. Las planchas eléctricas y otros aparatos eléctricos de calefacción conectados con cordón y clavija y dispuestos para colocarse en contacto con materiales combustibles, deben estar equipados con un soporte aprobado que puede ser una parte independiente del equipo o puede formar parte del aparato eléctrico.

422-12. Señalización de los aparatos eléctricos de calefacción. Todos los aparatos eléctricos o grupos de aparatos eléctricos de calefacción utilizados en lugares no destinados a vivienda y que estén destinados para aplicarse a materiales combustibles, deben llevar una señalización.

Excepción: Si el aparato eléctrico lleva un limitador de temperatura integrado.

422-13. Planchas eléctricas. Las planchas eléctricas deben ir equipadas con un medio de limitación de temperatura identificado.

422-14. Calentadores de agua

a) Calentadores de agua de tipo instantáneo y con almacenamiento. Todos los calentadores de agua de tipo instantáneo y del tipo con almacenamiento deben ir equipados con un limitador de temperatura, además del termostato regulador, que permita desconectar todos los conductores de fase, y dichos medios deben:

(1) instalarse para sensar la temperatura máxima del agua y

(2) ser del tipo de disparo libre, de reposición manual o con elemento de reposición. Los calentadores de agua de este tipo deben llevar una marca que indique que es necesario instalar una válvula de temperatura y de alivio de presión.

Excepción: Los calentadores de agua para temperatura del agua de 80°C en adelante y de 60 kW de potencia en adelante, y aprobados para ese uso; y los calentadores de agua con capacidad de 4 L o menos y que estén aprobados para ese uso.

b) Calentadores de agua con almacenamiento. Un circuito derivado al que esté conectado un calentador de agua fijo con almacenamiento, con capacidad de 450 L o menos, debe tener una capacidad nominal no menor a 125% la capacidad nominal que aparezca en la placa de datos del calentador de agua.

Nota: Para dimensionar los circuitos derivados, véase la Excepción 2 de 422-4(a).

422-15. Aparatos eléctricos industriales de calefacción con lámparas infrarrojas

a) De 300 W o menos. Las lámparas infrarrojas de calefacción de 300 W nominales o menos se pueden utilizar con portalámparas de tipo de base media, del tipo de porcelana sin desconector u otros tipos aprobados como adecuados para usarse con lámparas de calefacción con infrarrojos de 300 W nominales o menos.

b) Mayores de 300 W. No se deben usar portalámparas de casquillo roscado con lámparas infrarrojas de más de 300 W nominales.

Excepción: Los portalámparas aprobados e identificados para usarse con lámparas infrarrojas para calefacción de potencia nominal superior a 300 W.

c) Portalámparas. Se permite conectar portalámparas a cualquiera de los circuitos derivados descritos en el artículo 210 y, en edificios industriales, se permite operarlos en serie en circuitos de más de 150 V a tierra, siempre que la tensión eléctrica nominal del portalámparas no sea menor a la del circuito.

Cada sección, panel o franja que tenga instaladas portalámparas infrarrojas (incluido su cableado interno) se debe considerar como un aparato eléctrico. La terminal de conexiones de cada conjunto se debe considerar como una toma de salida de corriente eléctrica individual.

422-16. Puesta a tierra. Los aparatos eléctricos que deben estar puestos a tierra de acuerdo con lo indicado en el artículo 250, deben tener sus partes metálicas no conductoras puestas a tierra de la manera especificada en el artículo 250.

Nota: Para la puesta a tierra de refrigeradores y congeladores, véanse 250-42, 250-43 y 250-45. Para la puesta a tierra de estufas eléctricas, hornos de pared, estufas montadas en cocinetas y secadoras de ropa, véanse 250-57 y 250-60.

422-17. Hornos de pared y cocinetas para mostrador

a) Conexión permitida con cordón y clavija o conectados permanentemente. Se permite que los hornos de pared y las estufas montadas en cocinetas, completas con sus accesorios para montaje y para hacer las conexiones eléctricas, estén conectados permanentemente o conectados por medio de cordón y clavija para facilitar su instalación o servicio.

b) Conector separable o combinación de receptáculo y clavija. Un conector separable o una combinación de receptáculo y clavija en el lado de suministro de los hornos de pared y estufas montadas en cocinetas:

- 1) No deben instalarse como el medio de desconexión que se exige en 422-20.
- 2) Deben estar aprobados para la temperatura del lugar donde estén instalados.

422-18. Soporte de los ventiladores de techo

a) Ventiladores de 16 kg o menos. Se permite que los ventiladores de techo aprobados y listados que no excedan de 16 kg en masa, con o sin accesorios, estén soportados por cajas de salida de toma de corriente eléctrica aprobadas e identificadas para ese uso y sujetas según lo indicado en 370-23 y 370-27.

b) Ventiladores de techo de más de 16 kg. Los ventiladores de techo aprobados, que excedan 16 kg en peso, con o sin accesorios, deben estar soportados independientes de la caja de salida de conexión. Véase 370-23.

422-19. Otros métodos de instalación. Los aparatos eléctricos con métodos de instalación distintos a los cubiertos en este artículo, se permite usarlos sólo con permiso especial de la autoridad competente.

D. Control y protección de los aparatos eléctricos

422-20. Medios de desconexión. Los aparatos eléctricos deben llevar un medio de desconexión que desconecte al aparato de todos los conductores de fase, de acuerdo con lo indicado en la Parte D de este Artículo. Si un aparato eléctrico está alimentado por más de un circuito, los medios de desconexión se deben agrupar e identificar.

422-21. Desconexión de aparatos eléctricos conectados permanentemente

a) Para potencia nominal que no exceda 300 VA o 93,0 W (1/8 CP). En los aparatos eléctricos conectados permanentemente que no excedan 300 VA o 93,0 W (1/8 CP), se permite utilizar el dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito derivado como medio de desconexión.

b) Potencia nominal de más de 300 VA o 93,0 W (1/8 CP). En los aparatos eléctricos conectados permanentemente que tengan más de 300 VA o 93,0 W (1/8 CP), se permite utilizar, como medio de desconexión, el interruptor automático o el desconectador del circuito derivado, cuando dicho medio o interruptor automático esté a la vista desde el aparato eléctrico o se pueda bloquear en posición abierta.

NOTA 1: Para aparatos eléctricos con motor de más de 93,0 W (1/8 CP), véase 422-27.

NOTA 2: Para aparatos eléctricos con desconectadores individuales, véase 422-25.

422-22. Aparatos eléctricos con desconexión por medio de cordón y clavija

a) Conector separable o clavija de conexión y receptáculo. En los aparatos eléctricos conectados por medio de cordón y clavija se permite que se utilice como medio de desconexión un conector separable accesible o un receptáculo y clavija accesibles. Cuando el conector o el receptáculo y clavija no sean accesibles, los aparatos de este tipo deben ir provistos de un medio de desconexión de acuerdo con lo indicado en 422-21.

b) Conexión en la base posterior de una estufa. En las estufas eléctricas domésticas, conectadas con cordón y clavija, se considera que una clavija y un receptáculo en la base posterior de la cocina cumplen con los requisitos indicados en 422-22(a), si son accesibles desde la parte delantera quitando un cajón.

c) Capacidad nominal. La capacidad nominal de un receptáculo o de un conector separable, no debe ser menor a la capacidad nominal de cualquier aparato eléctrico conectado a los mismos.

Excepción: Se permite aplicar los factores de demanda autorizados en otros Artículos de esta norma.

d) Requisitos de los conectores y las clavijas. Los conectores y las clavijas deben cumplir las siguientes disposiciones:

1) Partes vivas. Deben estar contruidos e instalados de modo que estén protegidos contra contactos accidentales con partes vivas.

2) Capacidad interruptiva. Deben ser capaces de interrumpir su corriente eléctrica nominal sin riesgo para las personas que los operen.

3) Intercambiabilidad. Deben estar diseñados de forma que no puedan entrar en receptáculos de menor capacidad nominal.

422-23. Polaridad en los aparatos eléctricos con cordón y clavija. 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 receptáculo de 15 A o 20 A, la clavija debe ser de tipo polarizado con toma de tierra.

Excepción: Una rasuradora eléctrica listada que use una clavija de dos hilos, no polarizada, si no está provista de un portalámparas con base tipo Edison o con un receptáculo, de 15 A o 20 A.

NOTA: Para la polaridad de los portalámparas con base tipo Edison, véase 410-42(a).

422-24. Aparatos eléctricos con cordón y clavija sujetos a inmersión. Las unidades portátiles de hidromasaje, autosoportadas, y los secadores de pelo manuales deben estar contruidos de modo que provean protección para las personas contra la electrocución cuando se sumerjan en el agua, tanto encendidos como apagados.

422-25. Unidades desconectadoras como medios de desconexión. Un desconectador o desconectadores que formen parte de un aparato eléctrico, con su posición de apagado (desconectado) marcada y que desconecte todos los conductores del aparato eléctrico no puestos a tierra, se puede utilizar como medio de desconexión según lo exigido por este Artículo, cuando otros medios de desconexión sean provistos en los siguientes lugares:

a) Viviendas multi-familiares. En las viviendas multi-familiares, los otros medios de desconexión deben estar dentro de la vivienda o en la misma planta que la unidad de vivienda en la que esté instalado el aparato eléctrico y pueden controlar luces y otros aparatos eléctricos.

b) Viviendas dúplex. En las viviendas dúplex se permite que el otro medio de desconexión esté dentro o fuera de la vivienda en la que esté instalado el aparato eléctrico. En este último caso se permite instalar un desconectador individual o automático en la unidad de vivienda, que puede controlar también luces y otros aparatos eléctricos.

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

d) Edificios con otros usos. En edificios con otros usos se permite que el otro medio de desconexión sea el desconectador o interruptor automático del circuito derivado, cuando sea fácilmente accesible para el mantenimiento del aparato eléctrico.

422-26. Desconectadores e interruptores automáticos indicadores. Los desconectadores e interruptores automáticos usados como medio de desconexión deben indicar claramente si están en posición abierta (circuito desconectado) o cerrada (circuito conectado).

422-27. Medios de desconexión de los aparatos eléctricos accionados con motor. Si se utiliza un desconectador de seguridad o un interruptor automático como medio de desconexión de un aparato eléctrico con motor permanentemente conectado de más de 93,0 W (1/8 CP), debe estar situado a la vista del control del motor y cumplir con la Parte I del Artículo 430.

Excepción: Se permite que un desconectador de seguridad o un interruptor automático actúe como los otros medios de desconexión exigidos en a) a d) de 422-25 y esté fuera de la vista desde el control del motor o desde un aparato eléctrico, siempre que el aparato eléctrico tenga un desconectador con su posición de "apagado" (desconexión) marcada y que desconecte todos los conductores de fase.

422-28. Protección contra sobrecorriente

a) **Aparatos eléctricos.** Los aparatos eléctricos deben estar protegidos contra sobrecorriente de acuerdo con lo indicado en las siguientes incisos y en 422-4 y 422-5.

Excepción: Los motores de los aparatos eléctricos operados con motor deben estar provistos de mecanismo de protección contra sobrecarga según lo indicado en la Parte C del Artículo 430. Los moto-compresores de equipo de refrigeración o de aire acondicionado deben estar provistos de protección contra sobrecargas de acuerdo con lo indicado en la Parte F del Artículo 440. Cuando se exija que un aparato eléctrico lleve un dispositivo de protección contra sobrecorriente independiente del mismo, el aparato eléctrico debe llevar marcados los datos para la elección de dichos dispositivos. Las marcas mínimas deben ser las especificadas en 430-7 y 440-4.

b) **Aparatos electrodomésticos con elementos de calentamiento de sus superficies.** Un aparato electrodoméstico con elementos de calentamiento de sus superficies, con una demanda máxima de más de 60 A calculada de acuerdo con lo indicado en la Tabla 220-19, debe tener su fuente de alimentación subdividida en dos o más circuitos, cada uno de los cuales debe estar provisto de dispositivo de protección contra sobrecorriente de una capacidad nominal no mayor a 50 A.

c) **Aparatos eléctricos de calentamiento con lámparas infrarrojas comerciales e industriales.** Los aparatos eléctricos de calentamiento con lámparas infrarrojas, comerciales e industriales, deben estar protegidos por dispositivos de sobrecorriente de 50 A nominales como máximo.

d) **Elementos de calentamiento de superficie de bobina abierta o bobina forrada expuesta en aparatos eléctricos tipo comercial.** Los elementos de calentamiento de superficies consistentes en bobinas abiertas o bobinas forradas expuestas en aparatos eléctricos de calentamiento de tipo comercial deben estar protegidos por dispositivos de sobrecorriente de 50 A nominales como máximo.

e) Aparato eléctrico único, operado sin motor. Si el circuito derivado suministra corriente eléctrica a un aparato eléctrico único, operado sin motor, la capacidad nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente:

- (1) no debe superar la capacidad nominal marcada en el aparato eléctrico;
- (2) si no está marcada la capacidad nominal de la protección de sobrecorriente y la corriente eléctrica nominal del aparato eléctrico es de más de 13 A, el dispositivo de protección no debe ser mayor a 150% de la corriente eléctrica nominal del aparato eléctrico;
- (3) si en el aparato eléctrico no está marcada la capacidad nominal de protección contra sobrecorriente y el aparato eléctrico es de menos de 13 A nominales, la capacidad nominal del dispositivo de protección no debe ser mayor de 20 A.

Excepción: Cuando el 150% de la capacidad del aparato eléctrico no corresponda con la capacidad nominal de un dispositivo normalizado de protección contra sobrecorriente, se permite tomar el valor inmediato superior.

f) Aparatos eléctricos de calentamiento que empleen elementos calefactores tipo resistencia, con capacidad nominal de más de 48 A. Los aparatos de calentamiento eléctrico con elementos de tipo resistencia de más de 48 A nominales, deben tener sus elementos de calentamiento subdivididos. La carga de cada división no debe superar 48 A y debe estar protegida para una corriente eléctrica no superior a 60 A.

Estos dispositivos suplementarios de protección contra sobrecorriente deben:

(1) estar instalados en fábrica dentro o sobre el envoltente del calefactor o provisto como un conjunto independiente por el fabricante del calentador;

(2) estar accesibles, pero no necesariamente fácilmente accesible, y

(3) ser adecuados para la protección de circuitos derivados.

Los conductores principales a través de los que llegue la corriente eléctrica a estos dispositivos de protección contra sobrecorriente, se deben considerar como conductores del circuito derivado.

Excepción 1: Los electrodomésticos con elementos de calentamiento de la superficie, de los que trata la Sección 422-28(b), y los aparatos eléctricos de calentamiento de tipo comercial de los que trata la Sección 422-28(e).

Excepción 2: Se permite subdividir en circuitos las estufas comerciales y aparatos eléctricos de cocina con elementos calefactores de tipo forrado, no cubiertos en 422-28(d), siempre que no excedan 120 A y estén protegidos a no más de 150 A, cuando se cumpla una de las siguientes condiciones:

a. Que los elementos estén integrados y cubiertos por la estufa.

b. Que los elementos estén totalmente cerrados dentro de una envoltente aprobada e identificada para ese uso, o

c. Que los elementos estén contenidos en un recipiente aprobado.

Excepción 3: Se permite que los calentadores de agua y calderas de vapor con elementos calentadores eléctricos de tipo inmersión, en un recipiente aprobado, pueden subdividirse en circuitos de menos de 120 A y protegidos a no más de 150 A.

E. Marcado de los aparatos eléctricos

422-29. Unidades de calentamiento de tuberías, conectados con cordón y clavija. Los elementos de calentamiento destinados a evitar que se congelen las tuberías y conectados con cordón y clavija, deben estar aprobados y listados.

422-30. Placa de datos

a) Información en la placa de datos. Cada aparato eléctrico deberá llevar una placa de datos en la que aparezca el nombre de identificación y sus valores nominales en volts (V) y ampere (A) o volts (V) y watt (W). Si el aparato eléctrico se debe utilizar a una frecuencia específica, también debe indicarse.

Cuando se exija protección externa contra sobrecargas de un motor, también debe aparecer este dato en la placa de datos.

NOTA: Para los requisitos de protección contra sobrecorriente, véase la Excepción de 422-28(a).

b) Visible. La señalización debe estar situada de modo que sea visible o fácilmente accesible después de su instalación.

422-31. Marcado en los elementos calentadores. Todos los elementos calentadores de más de 1 A nominal e intercambiables en campo y que formen parte de un aparato eléctrico, deben estar marcados claramente con sus valores nominales en volts (V) y ampere (A) o volts (V) y watt (W) o con el número de referencia del fabricante.

422-32. Aparatos eléctricos consistentes de motores y otras cargas. Estos aparatos deben ir marcados de acuerdo con lo indicado a continuación:

a) Marcado. Además de la información exigida en 422-30, el marcado de un aparato eléctrico consistente en un motor con otras cargas o motores con otras cargas, deben especificar la capacidad de conducción de corriente del conductor del circuito y la capacidad nominal del dispositivo de protección del circuito contra sobrecorriente.

Excepción 1: Los aparatos eléctricos equipados de fábrica con cordón y clavija y que cumplan lo exigido en 422-30.

Excepción 2: Los aparatos eléctricos en los que la capacidad de conducción de corriente de los conductores del circuito de suministro y la capacidad nominal admisible del dispositivo de protección del circuito contra sobrecorriente, no sean superiores a 15 A y cumplan lo exigido en 422-30.

b) Método de marcado alternativo. Se permite un método alternativo de marcado que especifique los valores nominales del motor mayor en volts (V) y ampere (A), y la carga o cargas adicionales en volts (V) y ampere (A) o volts (V) y watt (W), además de las marcas exigidas en 422-30.

Excepción 1: Los aparatos eléctricos equipados de fábrica con cordón y clavija y que cumplan lo exigido en 422-30.

Excepción 2: Se permite omitir la capacidad nominal admisible de un motor de 93,0 W (1/8 CP) o menos o de una carga de 1 A que no sea el motor, siempre que dichas cargas no constituyan la carga principal.

ARTICULO 424 - EQUIPO ELECTRICO FIJO PARA CALEFACCION DE AMBIENTE

A. Disposiciones generales

424-1. Alcance. Los requisitos de esta Sección aplican al equipo eléctrico fijo utilizado para la calefacción del ambiente. Para los propósitos de esta Sección, el equipo de calefacción incluye cables calentadores, unidades calentadoras, calderas, sistemas centrales u otro equipo eléctrico fijo aprobado para calefacción de ambiente. Esta Sección no aplica a los procesos de calefacción y de aire acondicionado doméstico.

En la aplicación de este equipo se deben verificar las características físicas del local tales como orientación y techado del área, y se permite utilizar dispositivos de control de temperatura que garanticen un uso adecuado de la energía.

424-2. Otras secciones aplicables. Todos los requisitos de esta norma deben cumplirse cuando sean aplicables. El equipo eléctrico fijo para calefacción de ambientes en uso para áreas peligrosas (clasificadas) debe cumplir con los requisitos de los Artículos 500 a 517. El equipo eléctrico fijo para calefacción de ambiente que tiene incorporada una unidad hermética para refrigeración con motor-compresor incorporado, también debe cumplir con el Artículo 440.

424-3. Circuitos derivados

a) Requisitos para circuitos derivados. Los circuitos derivados individuales pueden alimentar equipo fijo para calefacción de ambiente de cualquier tamaño. Los circuitos derivados que alimenten dos o más salidas de equipo fijo para calefacción de ambiente, deben tener una capacidad nominal de 15 A, 20 A o 30 A, y estar provistos con dispositivos de control de temperatura que garanticen un uso eficiente de la energía.

Excepción: En inmuebles que no son para uso residencial se permite que el equipo fijo para calefacción por rayos infrarrojos pueda estar alimentado por circuitos derivados con corriente eléctrica nominal no mayor de 50 A.

b) Diseño de los circuitos derivados. La capacidad de conducción de corriente de los conductores del circuito derivado y la capacidad nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente o el ajuste de éste, que alimenten a equipo fijo para calefacción de ambiente que se componga de elementos resistivos con o sin motor, no deben ser menores a 125% de la carga total de motores y calentadores. Se permite el ajuste o capacidad nominal de los dispositivos de protección contra sobrecorriente de acuerdo con lo establecido en 240-3(b). Se permite que un receptáculo, termostato, relevador o dispositivo similar, aprobado para el funcionamiento continuo, al 100% de su capacidad nominal, alimente su carga nominal plena como está indicado en la Excepción de 210-22(c).

El tamaño nominal de los conductores de un circuito derivado y la capacidad nominal de los dispositivos de protección contra sobrecorriente que alimenten a equipo fijo para calefacción de ambiente provistos de una unidad hermética para refrigeración con motor-compresor incorporado, con o sin unidades de resistencia, debe calcularse como se indica en 440-34 y 440-35. Las disposiciones de esta Sección no aplican a los conductores que son parte integral de un equipo eléctrico fijo aprobado para calefacción de ambiente.

B. Instalación

424-9. Disposiciones generales. La instalación de todo equipo eléctrico fijo para calefacción debe cumplir con lo dispuesto en las partes aplicables de esta norma.

424-10. Permiso especial. El equipo eléctrico fijo para calefacción de ambiente y los sistemas eléctricos instalados con métodos distintos de los tratados en el presente Artículo, pueden ser utilizados únicamente con permiso especial de la autoridad competente.

424-11. Conductores de alimentación. El equipo eléctrico fijo para calefacción de ambiente que requiera conductores de alimentación con aislamiento mayor de 60°C de temperatura de operación, debe estar marcado visible y permanentemente. Dichas marcas deben ser fácilmente visibles después de la instalación y pueden colocarse adyacentes a la caja de conexión en la obra.

424-12 Lugares de instalación

a) Exposición a daño severo. No se permite la instalación de equipo eléctrico fijo de calefacción de ambiente en lugares que estén expuestos a daños materiales, a menos que estén protegidos adecuadamente. Véase 110-11 para el equipo expuesto a agentes de deterioro.

b) Lugares húmedos y mojados. Los calentadores y el equipo asociado, instalado en lugares húmedos o mojados, deben estar aprobados para tales lugares y deben estar contruidos e instalados de manera tal que el agua no penetre ni se acumule en las secciones donde existan conductores o conexiones eléctricas, componentes eléctricos o en las canalizaciones.

424-13. Separación de materiales combustibles. El equipo eléctrico fijo para calefacción de ambiente debe estar instalado de manera que haya el espacio requerido entre el equipo y los materiales combustibles adyacentes, a menos que haya sido aprobado para ser instalado en contacto directo con estos materiales.

424-14. Puesta a tierra. Todas las partes metálicas descubiertas que no estén diseñadas para transportar energía eléctrica en el equipo eléctrico fijo para calefacción de ambiente que pudieran llegar a ser energizadas, deben estar puestas a tierra como se indica en el Artículo 250.

C. Control y protección de equipo eléctrico fijo para calefacción de ambiente

424-19. Medios de desconexión. En todo equipo eléctrico fijo para calefacción de ambiente se debe disponer de los medios para desconectar el calentador, el o los controles y los dispositivos de protección contra sobrecorriente adicional, de todos los conductores, excepto los conductores de puesta a tierra. Cuando el equipo de calefacción esté alimentado por más de una fuente, los medios de desconexión se deben agrupar e identificar. Así mismo se permite disponer de sensores de temperatura para desconectar el calentador y reducir los consumos innecesarios de energía.

a) Equipo de calefacción con protección adicional contra sobrecorriente. Si son fusibles, los medios de desconexión deben estar a la vista desde el lado de alimentación del dispositivo de protección adicional contra sobrecorriente, y además deben cumplir con lo siguiente.

- 1) Calentadores que contienen motor con capacidad no mayor de 93,0 W (1/8 CP).** Los medios de desconexión mencionados anteriormente y las unidades desconectadoras que cumplan con 424-19(c) se permiten como medio de desconexión requerido para el controlador y para el calentador, de acuerdo con lo indicado en a o b siguientes:
 - a.** Los medios de desconexión provistos están a la vista desde el control del motor y del calentador.
 - b.** Los medios de desconexión provistos deben ser capaces de ser bloqueados en la posición de desconectado.
- 2) Calentadores que contienen motor con capacidad superior a 93,0 W (1/8 CP).** Se permite utilizar los medios de desconexión anteriores como dispositivos de desconexión para ambos, el controlador y el calentador, por uno de los medios especificados a continuación:
 - a.** Donde los dispositivos de desconexión también estén a la vista desde el controlador y desde el calentador.
 - b.** Donde los medios de desconexión no estén a la vista, se permite instalar un medio de desconexión separado o se permite un medio de desconexión que pueda bloquearse en la posición de desconectado o los desconectadores incorporados que se describen en 424-19(c).
 - c.** Donde los medios de desconexión no estén a la vista desde el controlador, se puede usar uno de los medios que cumplan con lo indicado en 430-102.
 - d.** Cuando el motor no esté a la vista desde el controlador, se aplica lo indicado en 430-102(b).

b) Equipo de calefacción sin protección adicional contra sobrecorriente

- 1) **Sin motor, o con motor de capacidad menor de 93,0 W (1/8 CP).** El desconectador del circuito derivado o el interruptor automático pueden servir como medio de desconexión donde sea fácilmente accesible para el equipo eléctrico fijo de calefacción del ambiente con motor con capacidad no mayor a 93,0 W (1/8 CP) o cuando sea posible bloquearse en la posición de desconectado.
- 2) **Con motor de capacidad mayor de 93,0 W (1/8 CP).** Para el equipo eléctrico fijo utilizado para calefacción del ambiente con un motor con capacidad nominal mayor de 93,0 W (1/8 CP), se debe colocar un medio de desconexión a la vista del controlador.

Excepción: Tal como se permite en 424-19(b).

c) Desconectadores incorporados como medios de desconexión. Se permite utilizar los desconectadores que cuenten con indicación para la posición de desconectado, como medios de desconexión de todos los conductores de fase requeridos por esta Sección, siempre que otros medios de desconexión se provean para los siguientes tipos de locales:

- 1) **Conjuntos multifamiliares.** En viviendas multifamiliares, el otro medio de desconexión debe estar localizado dentro de la vivienda o en el mismo piso donde esté instalado el calentador fijo, y puede ser usado también para controlar lámparas y aparatos eléctricos.
- 2) **Viviendas dúplex.** Para viviendas dúplex se permite que el otro medio de desconexión esté fuera o dentro de la unidad de vivienda en el cual esté instalado el calentador fijo. En este caso, se permite un desconectador individual o un interruptor automático para una unidad de vivienda y se permite que también controle lámparas y aparatos eléctricos.
- 3) **Viviendas unifamiliares.** Los medios de desconexión de la acometida en las viviendas unifamiliares pueden ser utilizados como el otro medio de desconexión.
- 4) **Otros locales.** Los medios de desconexión o interruptores automáticos del circuito derivado pueden ser utilizados como el otro medio de desconexión cuando sean fácilmente accesibles para el servicio de calefacción.

424-20. Dispositivos de interrupción controlados térmicamente

a) Uso simultáneo de controles y medios de desconexión. Se permite el uso de los dispositivos de interrupción controlados térmicamente y una combinación de termostatos y desconectadores controlados manualmente, si cumplen con las siguientes condiciones:

- 1) Tienen una marca para la posición de abierto.
- 2) Desconectan directamente todos los conductores portadores de corriente cuando se colocan manualmente en la posición desconectado.
- 3) Están diseñados de tal forma que el circuito no pueda ser energizado automáticamente después de que el dispositivo ha sido colocado manualmente en la posición de desconectado.
- 4) Están ubicados como está especificado en 424-19.

b) Termostatos que no interrumpan directamente a todos los conductores. Los termostatos que no interrumpan directamente todos los conductores energizados y los termostatos que operen a control remoto no necesitan cumplir con los requisitos del inciso (a) de este Artículo. Estos dispositivos no deben usarse como medios de desconexión.

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

424-22. Protección contra sobrecorriente

a) Dispositivos de circuitos derivados. El equipo eléctrico para calefacción de ambiente diferente al accionado por motor que, según los Artículos 430 y 440, debe tener una protección adicional contra sobrecorriente, se considera protegido contra sobrecorriente cuando esté alimentado por uno de los circuitos derivados descritos en el Artículo 210.

b) Elementos de resistencia. El equipo eléctrico para calefacción de ambiente que utilice elementos calentadores de tipo de resistencias debe estar protegido a no más de 60 A. El equipo con capacidad mayor a 48 A y que emplee tales elementos debe tener los calentadores subdivididos, y cada carga subdividida no debe ser mayor a 48 A. Cuando una carga subdividida es menor a 48 A, la capacidad del dispositivo de protección contra sobrecorriente adicional debe cumplir con lo indicado en 424-3 (b).

Excepción: Lo que se indica en 424-72(a).

c) Dispositivos de protección contra sobrecorriente. Los dispositivos adicionales de protección contra sobrecorriente para las cargas subdivididas especificadas en el punto (b) deben ser: (1) instalados por el fabricante, dentro o sobre la envolvente de los calentadores o proporcionados por el fabricante como un conjunto separado; (2) accesibles, aunque no necesariamente fácilmente accesibles, (3) adecuados para la protección del circuito derivado.

NOTA: Véase 240-10.

En donde la protección contra sobrecorriente consista en fusibles de cartucho se permite usar un medio de desconexión individual para las diferentes cargas subdivididas.

NOTA 1: Véase 240-40 para la protección adicional de sobrecorriente.

NOTA 2: Para dispositivos de desconexión con cartuchos fusibles en circuitos de cualquier tensión eléctrica, véase 240-40.

d) Conductores de circuitos derivados. Los conductores que alimenten a los dispositivos adicionales de protección contra sobrecorriente se consideran conductores de circuitos derivados.

Excepción: Para calentadores de 50 kW de capacidad nominal o mayores, los conductores que alimenten a los dispositivos de protección adicional contra sobrecorriente indicados en (c) anterior, pueden dimensionarse a no menos de 100% de la capacidad nominal del calentador indicada en las características de placa, siempre que se cumplan todas las condiciones siguientes:

- a. Debe estar marcado en el calentador el tamaño nominal mínimo del conductor.
- b. El tamaño nominal de los conductores no debe ser menor que el tamaño mínimo indicado.
- c. El funcionamiento cíclico del equipo se debe controlar con un dispositivo accionado por temperatura.

e) Conductores para cargas subdivididas. El tamaño nominal de los conductores instalados en campo, entre el calentador y los dispositivos adicionales de protección contra sobrecorriente, no debe ser menor a 125% de la carga a suministrar. Los dispositivos adicionales de protección contra sobrecorriente especificados en el punto (c) deben proteger a esos conductores de acuerdo con lo indicado en 240-3.

Excepción: Para calentadores de 50 kW o más, la capacidad de conducción de corriente para los conductores entre el calentador y el dispositivo de protección adicional, instalados en campo, se permite que sea no menor a 100% de la carga de los respectivos circuitos subdivididos cuando cumplan con las siguientes condiciones:

- a. Se debe indicar en el calentador el tamaño nominal del conductor.
- b. El tamaño nominal de los conductores no debe ser menor que el mínimo indicado.
- c. El funcionamiento cíclico del equipo se debe controlar con un dispositivo accionado por temperatura.

D. Marcado del equipo de calefacción

424-28. Placa de datos

a) Información requerida. Cada unidad de equipo eléctrico fijo para calefacción de ambiente debe contar con una placa de datos con la identificación correspondiente a la tensión eléctrica y a la capacidad nominales en V y A, o V y W, de acuerdo con la norma de producto vigente.

El equipo eléctrico fijo para calefacción de ambiente destinado a ser usado exclusivamente con c.a. o con c.c. debe contar con la identificación que lo indique. La identificación del equipo que contenga motores de más de 93,0 W (1/8 CP) y otras cargas debe indicar los valores nominales en volts (V) y ampere (A) y la frecuencia, y la carga del calentador en watts (W) o volts (V) y ampere (A).

b) Ubicación. Esta placa de datos debe colocarse de manera que después de la instalación del equipo esté visible o fácilmente accesible.

424-29. Marcado de los elementos calentadores. Todos los elementos calentadores que sean reemplazables en el sitio y formen parte de un calentador eléctrico, deben estar marcados de manera legible con su capacidad nominal en V y A o V y W.

E. Cables eléctricos calentadores de ambiente

424-34. Cables calentadores. Los cables calentadores deben suministrarse completos, con terminales no calentadoras ensambladas en fábrica, con una longitud mínima de 2,13 m.

424-35 Marcado de los cables calentadores. Cada unidad debe marcarse con el nombre del fabricante o su emblema de identificación, el número de catálogo, la tensión eléctrica y los valores nominales en V y W o en V y A.

Cada unidad de cables calentadores debe identificarse con los siguientes colores, de acuerdo con la tensión eléctrica nominal en la que se va a utilizar: 120 o 127 V, amarillo; 220 V, azul; y para otras tensiones eléctricas, 240 V, rojo; 277 V café; y 480 V anaranjado.

424-36. Separación del alambrado en cielos rasos. El alambrado, colocado por encima de cielos rasos calentados, debe mantener una distancia no menor de 50 mm por encima de los mismos y se debe considerar que operan a una temperatura ambiente de 50 °C. La capacidad de conducción de corriente de los conductores debe determinarse con base en los factores de corrección indicados en las Tablas del Artículo 310, para 0-2000 V.

Excepción: El alambrado colocado por encima de cielos rasos y con sobre-aislamiento térmico de un espesor mínimo de 50,8 mm, no necesita corrección de temperatura.

424-37. Localización del alambrado de circuitos derivados y alimentadores en paredes exteriores. Los métodos del alambrado deben cumplir con lo establecido en el Artículo 300 y la Sección 310-10.

424-38. Restricciones de áreas

a) No deben extenderse más allá del local o área. Los cables calentadores no deben extenderse más allá del local o del área en el que se originan.

b) Usos prohibidos. Los cables calentadores no deben ser instalados en guardarropas, por encima de paredes o de tabiques que se extiendan hasta el cielo raso o por encima de gabinetes que tengan un espacio libre entre su tope y el techo, a una distancia menor a la dimensión horizontal mínima del gabinete, medida hasta el lado más cercano que esté abierto hacia el local o área.

Excepción: Un alambrado único de cables no accesible puede pasar por encima de tabiques cuando estén empotrados.

c) Uso en cielos rasos de guardarropas como fuente de calor a baja temperatura para controlar la humedad relativa. Los requisitos anteriores de (b) no prohíben el uso de cables como fuente de calor de baja temperatura, en cielos rasos de guardarropas, para controlar la humedad relativa, siempre que sean usados únicamente en una parte del cielo raso que no tenga ninguna repisa y ningún aparato eléctrico entre el cielo raso y el piso.

424-39. Separación de otros objetos y aberturas. Los elementos de calentamiento de los cables deben estar separados por lo menos 200 mm de los lados de las cajas de salida y empalme que se usen para montar aparatos eléctricos de alumbrado de superficie. Debe disponerse una distancia no menor de 50 mm entre los aparatos eléctricos empotrados y sus guarniciones, aberturas de ventilación y cualesquiera otras aberturas similares que estén en la superficie del área donde sean instalados. Debe disponerse un espacio suficiente para que ningún cable calentador sea cubierto por cualquier unidad de alumbrado montada en superficie.

424-40. Empalmes. Los cables calentadores empotrados deben empalmarse solamente cuando sea necesario y por medios aprobados, y en ningún caso debe ser alterada la longitud de un cable calentador.

424-41. Instalaciones de cables calentadores en cielos rasos de madera, con yeso o de concreto

a) No deben instalarse en paredes. Los cables calentadores no deben instalarse en paredes.

b) Tendidos adyacentes. Los cables que no sean mayores de 9 W /m, instalados en tramos adyacentes, deben instalarse con distancias no menores a 40 mm entre sus centros.

c) Superficies en donde se colocan. Los cables calentadores pueden colocarse únicamente sobre muros de yeso, de tiras con revestimiento de yeso o en otros materiales resistentes al fuego. Cuando estén sobre tiras metálicas o sobre otras superficies eléctricamente conductoras se debe aplicar una capa de revestimiento para aislar enteramente la tira metálica de la superficie conductora del cable.

NOTA: Véase también el párrafo (f) de esta Sección.

d) Empalmes. En todos los cables calentadores, los empalmes entre ellos y terminales no calentadoras deben empotrarse en el revestimiento o en los muros de madera seca, a una longitud mínima de 70 mm desde el empalme de la terminal no calentadora, de la misma manera que el cable calentador.

e) Superficie del cielo raso. Toda la superficie del cielo raso debe tener un acabado con revestimiento de arena térmicamente no aislante de un espesor nominal de 13 mm o debe estar cubierta de cualquier otro material térmico no aislante, identificado para ese uso, aprobado y colocado según instrucciones y espesor especificados.

f) Sujeción. Los cables se deben fijar a intervalos no mayores de 40 cm por medio de grapas, cintas, revestimiento de arena, vigas o cualquier otro medio aprobado. No deben usarse grapas o medios de fijación metálicos para sujetar los cables en tiras metálicas o en cualquier otra superficie eléctricamente conductora.

Excepción: Los cables aprobados e identificados para ser fijados a intervalos no mayores a 1,8 m.

g) Instalaciones en cielo raso de madera seca. En instalaciones de cielo raso de madera seca, todo el cielo raso que esté debajo de los cables calentadores debe estar cubierto con plafones de yeso de un espesor no mayor a 13 mm. El espacio vacío entre la capa más alta de los plafones de yeso (o revestimiento), separadores no metálicos o de otro material resistente al fuego y la capa de superficie de las tiras de yeso, debe estar relleno completamente con revestimiento térmicamente conductor y que no se contraiga, o con cualquier material de igual conductividad térmica de tipo aprobado.

h) Libre de contacto con superficies conductoras. Los cables deben estar libres de todo contacto con metal o con otras superficies eléctricamente conductoras.

i) Vigas. En instalaciones de madera seca, el cable debe colocarse paralelo a la viga, dejando un espacio libre centrado debajo de la viga a una distancia de 64 mm (de ancho) entre los centros de los cables adyacentes. La capa superficial de los plafones de yeso debe montarse de manera tal que los clavos u otros medios de fijación no perforen el cable calentador.

j) Cruzando las vigas. Los cables deben cruzar las vigas sólo en los extremos del cuarto.

Excepción: Cuando se requiera que el cable cruce las vigas en cualquier parte, se deben cumplir las instrucciones del fabricante, por lo que la persona que lo instale, debe evitar colocar el cable demasiado cerca de las penetraciones del cielo raso y de luminarias.

424-42. Cielos rasos terminados. Los cielos rasos terminados no deben cubrirse con plafones decorativos o vigas que estén hechos de materiales térmicamente aislantes como: la madera, la fibra o el plástico. Sin embargo, pueden cubrirse con pintura, papel u otros acabados aprobados.

424-43 Instalación de las terminales no calentadoras para cables

a) Terminales no calentadoras. Las terminales libres de los cables no calentadoras deben instalarse según los métodos de alambrado permitidos por esta norma, desde una caja de empalme a un lugar dentro del cielo raso. Estos métodos de alambrado pueden consistir en monoconductores en canalizaciones aprobadas, cables monoconductores o multiconductores del tipo UF, NMC, MI o de otros tipos aprobados.

b) Terminales en cajas de conexiones. Dentro de la caja de conexiones, las terminales no calentadoras deben tener una longitud libre de 15 cm. La identificación de las terminales debe ser visible en las cajas de empalme.

c) Partes sobrantes de las terminales. Las partes sobrantes de las terminales no deben cortarse, sino fijarse por debajo de los cielos rasos y empotrarse en el revestimiento u otros materiales aprobados, dejando únicamente la longitud suficiente para alcanzar la caja de conexiones, con no menos de 15 cm de terminal libre en la caja.

424-44. Instalaciones de cables en pisos de concreto o de granito

a) W por metro lineal. Los cables calentadores no deben exceder de 3 W/m de cable.

b) Distancias entre tramos adyacentes. El espacio entre tramos de cables adyacentes no debe ser menor de 25 mm entre centros.

c) Fijación en sitio. Mientras el concreto u otro acabado es colocado, los cables deben estar sujetos por estructuras separadoras no metálicas o por cualquiera de los otros medios aprobados.

Los cables no deben estar instalados en un puente sobre una junta de dilatación, a menos que estén protegidos de la dilatación y de la contracción.

d) Separación entre el cable calentador y los metales empotrados en el piso. Se debe mantener una separación entre el cable calentador y los metales empotrados en el piso.

Excepción: La cubierta metálica puesta a tierra del cable puede estar en contacto con los metales empotrados en el piso.

e) Terminales protegidas. Las terminales, cuando salen del piso, deben estar protegidas por tubo (conduit) metálico tipo pesado, semipesado, ligero, no metálico tipo pesado o cualquier otro sistema aprobado.

f) Uso de boquillas u otros accesorios aprobados. Se debe usar boquillas u otros accesorios aprobados cuando las terminales salgan de la placa del piso.

424-45. Inspección y pruebas. Las instalaciones de cables empotrados deben estar ejecutadas con el debido cuidado para evitar daños al conjunto del cable, y deben ser inspeccionadas y aprobadas antes de que los cables sean cubiertos o escondidos.

F. Calentadores de ductos

424-57. Disposiciones generales. Cuando la unidad que hace circular el aire no es suministrada como parte integral del equipo calentador, debe aplicarse esta Parte F a cualquier calentador instalado en la corriente de aire de un sistema de circulación forzada.

424-58. Identificación. Los calentadores instalados en un ducto de aire deben estar aprobados e identificados como adecuados para dicha instalación.

424-59. Circulación de aire. Se deben instalar medios adecuados en el frente del calentador para obtener una circulación de aire adecuada y uniforme, de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

NOTA: Para proporcionar una distribución uniforme del aire sobre el frente del calentador, los calentadores instalados a una distancia no mayor a 1,2 m de la salida de dispositivos para mover el aire, bomba de calor, acondicionador de aire, codos, deflectores o de cualquier otro obstáculo en el conducto, pueden necesitar medios de desviación, planchas de presión u otros dispositivos del lado de entrada del ductocalentador para asegurar una adecuada distribución del aire sobre la cara del calentador.

424-60. Temperatura de admisión elevada. Los calentadores de ducto destinados a usarse a una temperatura de admisión elevada deben estar aprobados e identificados para altas temperaturas.

424-61. Instalaciones de conductos calentadores con bombas de calefacción y aparatos eléctricos de aire acondicionado. Las bombas de calefacción y los aparatos eléctricos de aire acondicionado que tengan calentadores de ducto a una distancia no mayor a 1,2 m deben estar aprobados e identificados para ser instalados de esta manera.

424-62. Condensación. Los calentadores de ducto usados con aparatos eléctricos de aire acondicionado u otro equipo de enfriamiento que pueda producir condensación de humedad, deben estar aprobados e identificados para usarse con aparatos eléctricos de aire acondicionado.

424-63. Bloqueo del circuito de ventilación. Debe dotarse de medios para asegurar que el circuito del ventilador esté energizado, cuando cualquier circuito calentador lo esté. Sin embargo, se permite que el motor del ventilador sea energizado con retardo de tiempo controlado o por temperatura.

424-64. Control de límite. Cada calentador de ducto debe estar provisto de un control de límite de temperatura, integrado, aprobado, con reposición automática que interrumpa la alimentación de los circuitos. Adicionalmente, cada calentador de ducto debe estar provisto de un control o controles suplementarios e independientes integrados, que desconecte un número suficiente de conductores para interrumpir el paso de la corriente eléctrica. Este dispositivo debe ser de reposición manual.

424-65. Ubicación de los medios de desconexión. El equipo de control de calentadores de ducto debe ser accesible con los medios de desconexión instalados en o a la vista del controlador.

Excepción: Lo permitido en 424-19 (a).

424-66. Instalación. Los calentadores de ducto deben instalarse de acuerdo con las instrucciones del fabricante, de manera que su funcionamiento no presente peligro a personas o a propiedades; además deben ubicarse de manera que permitan el acceso al calentador con respecto a los elementos del inmueble u otro equipo.

Debe mantenerse suficiente espacio libre para permitir el reemplazo de elementos calentadores y equipo de control, así como para ajuste y limpieza de los controles y de cualquier otra parte que requiera atención. Véase 110-16.

G. Calderas tipo de resistencias

424-70. Alcance. Las disposiciones de este Artículo aplican a las calderas que usen resistencias como elementos calentadores. Las calderas de tipo con electrodos no se consideran como tales. Véase la parte H de este Artículo.

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

424-72. Protección contra sobrecorriente

a) Calderas que utilicen elementos calentadores eléctricos del tipo de resistencia inmersa, montados en un tanque, calibrado y sellado. Una caldera que utilice elementos calentadores eléctricos del tipo de resistencia inmersa, montados en un tanque calibrado y sellado, debe tener los elementos calentadores protegidos a no más de 150 A. Las calderas con capacidad de más de 120 A deben tener los elementos calentadores subdivididos en cargas no mayores de 120 A.

Cuando la carga subdividida sea menor de 120 A, la capacidad del dispositivo de protección contra sobrecorriente debe cumplir con lo indicado en 424-3(b).

b) Calderas que utilicen elementos calentadores eléctricos del tipo de resistencia con capacidad mayor de 48 A, no montados en un tanque calibrado. Una caldera que utilice elementos calentadores del tipo de resistencia no montados en un tanque calibrado y sellado, debe tener los elementos calentadores protegidos a no más de 60 A. Las calderas con capacidad mayor a 48 A deben tener los elementos calentadores subdivididos en cargas no mayores de 48 A.

Cuando una carga subdividida sea menor de 48 A, la capacidad del dispositivo de protección contra sobrecorriente debe cumplir con lo indicado en 424-3 (b).

c) Dispositivos adicionales de protección contra sobrecorriente. Los dispositivos adicionales de protección contra sobrecorriente para las cargas subdivididas especificadas en 424-72 (a) y (b) anteriores, deben ser: (1) instalados en fábrica dentro o sobre la envolvente de la caldera o de un ensamble separado, proporcionado por el fabricante de la caldera; (2) accesibles, aunque no necesariamente fácilmente accesibles y (3) adecuados para la protección de circuitos derivados.

Cuando se usen fusibles de cartucho para la protección contra sobrecorriente, debe proporcionarse un solo medio de desconexión para todos los circuitos subdivididos. Véase 240-40.

d) Conductores que alimenten a los dispositivos adicionales de protección contra sobrecorriente.

Los conductores que alimenten a los dispositivos adicionales de protección contra sobrecorriente deben considerarse como conductores de circuitos derivados.

Excepción: Los calentadores de 50 kW o mayores y los conductores que alimenten a los dispositivos de protección contra sobrecorriente, mencionados en (c) anterior, deben tener tamaño nominal como mínimo del 100% de la capacidad nominal del calentador, siempre que se cumplan con las condiciones siguientes:

a. Se debe marcar en el calentador el tamaño nominal mínimo de los conductores.

b. Los conductores no deben ser de tamaño nominal menor que el mínimo indicado.

c. El funcionamiento cíclico del equipo se debe controlar por medio de un dispositivo sensible a la temperatura o a la presión.

e) Conductores para cargas subdivididas. El tamaño nominal de los conductores alambrados en el sitio de instalación, entre el calentador y los dispositivos de protección contra sobrecorriente, deben calcularse a no menos de 125% de la carga alimentada. Los dispositivos adicionales de protección contra sobrecorriente especificados en el punto (c) anterior deben proteger a estos conductores de acuerdo con lo indicado en 240-3.

Excepción: Para calentadores de 50 kW o más, el tamaño nominal del conductor alambrado en el sitio, entre el calentador y el dispositivo de protección contra sobrecorriente no debe ser menor a 100% de la carga de los circuitos alimentados y deben cumplir con las siguientes condiciones:

a. Marcar en el calentador el tamaño nominal mínimo de los conductores.

b. Los conductores no deben ser de tamaño nominal menor que el mínimo indicado.

c. El funcionamiento cíclico del equipo se debe controlar por medio de un dispositivo sensible a la temperatura.

424-73. Control para limitar incrementos excesivos de temperatura. Cada caldera debe estar diseñada, para que durante su funcionamiento no se produzca un cambio de estado del medio de transferencia del calor, y debe estar equipada con medios de límites de temperatura. Estos medios deben limitar la temperatura máxima del líquido y desconectar directa o indirectamente cualquier corriente eléctrica que pase a través de los elementos calentadores. Estos elementos son adicionales al sistema que regula la temperatura y a otros dispositivos de protección del tanque contra presiones excesivas.

424-74. Control para limitar sobrepresión. Cada caldera debe estar diseñada para que durante su funcionamiento no se produzca un cambio de estado del medio de transferencia del calor, de líquido o vapor, y debe estar equipada con medios de límites de presión. Estos medios deben limitar la presión máxima y desconectar directa o indirectamente a todos los conductores de fase de los elementos calentadores. Estos elementos deben ser adicionales al sistema que regule la presión y a cualquiera de los otros dispositivos de protección del tanque contra presiones excesivas.

424-75. Puesta a tierra. Todas las partes metálicas que no transporten corriente eléctrica deben estar puestas a tierra de acuerdo con lo indicado en el Artículo 250, además deben tener medios para la conexión de los conductores de puesta a tierra del equipo, calculados según la Tabla 250-95.

H. Calderas tipo con electrodos

424-80. Alcance. Las disposiciones de la Parte H de este Artículo se aplican a las calderas de operación de 600 V o menos, en las cuales el calor se genera por el paso de corriente eléctrica entre electrodos a través del líquido que debe ser calentado.

424-81. Marcado. Las calderas tipo electrodo deben marcarse como adecuadas para su instalación.

424-82. Requisitos para los circuitos derivados. El tamaño nominal de los conductores y de los dispositivos de protección de circuitos derivados contra sobrecorriente, debe calcularse con base en 125% de la carga total (no incluyendo los motores). Se permite el uso de contactores, relevadores u otros dispositivos aprobados para funcionamiento continuo, al 100% de su capacidad nominal, para alimentar a plena carga. Véase 210-22 (c), Excepción. Las disposiciones de esta Sección no aplican a los conductores que formen parte integral de una caldera aprobada.

Excepción: Para una caldera del tipo con electrodos de 50 kW o mayor, el tamaño nominal de los conductores de alimentación no debe ser menor de la que resulte para 100% de la capacidad nominal de placa de características de la caldera, siempre que se cumplan las condiciones siguientes:

- a. Marcar en el calentador de la caldera el tamaño nominal mínimo de los conductores.
- b. Los conductores no deben ser de tamaño nominal menor al mínimo indicado.
- c. El funcionamiento cíclico del equipo se debe controlar por medio de un dispositivo sensible a la temperatura o a la presión.

424-83. Control para limitar temperatura excesiva. Cada caldera debe estar diseñada para que durante su funcionamiento no se produzca un cambio de estado del medio de transferencia de calor, y debe estar equipada con medios para limitar a la temperatura. Estos medios deben limitar la temperatura máxima del líquido y deben interrumpir directa o indirectamente cualquier corriente eléctrica que pase a través de los electrodos. Estos elementos son adicionales al sistema que regule la temperatura y a otros dispositivos de protección del tanque contra presiones excesivas.

424-84. Control para limitar aumentos de presión. Cada caldera debe estar diseñada para que durante su funcionamiento se produzca un cambio de estado del medio de transferencia del calor, de líquido a vapor y debe estar equipada con medios para limitar la presión. Estos medios deben limitar la presión máxima e interrumpir directa o indirectamente cualquier corriente eléctrica que pase a través de los electrodos. Estos elementos son adicionales al sistema que regule la presión y a otros dispositivos de protección del tanque contra presiones excesivas.

424-85. Puesta a tierra. En las calderas diseñadas de manera que las corrientes eléctricas de falla no pasen a través del tanque a presión, y que dicho tanque esté aislado eléctricamente de los electrodos, todas las partes metálicas descubiertas que no transporten corriente eléctrica, incluyendo el tanque a presión, tubería de alimentación y de retorno, deben ser puestas a tierra de acuerdo con el Artículo 250.

Para los diseños en los cuales el tanque a presión contenga a los electrodos, dicho tanque debe ser separado y aislado eléctricamente de tierra.

424-86. Marcado. Todas las calderas del tipo con electrodos deben estar marcadas con la siguiente información: (1) nombre del fabricante; (2) características nominales en V, A y kW; (3) el valor requerido para su alimentación eléctrica, especificando claramente la frecuencia, cantidad fases y cantidad de conductores; (4) la indicación: "Caldera del tipo con electrodos"; (5) un aviso de advertencia: "TODAS LAS FUENTES DE ALIMENTACION ELECTRICA DEBERAN DESCONECTARSE ANTES DE PROCEDER A EJECUTAR CUALQUIER SERVICIO QUE INCLUYA EL TANQUE A PRESION".

La placa debe colocarse en un lugar que sea visible después de la instalación.

I. Paneles eléctricos calentadores de radiación y conjunto de paneles calentadores

424-90. Alcance. Lo indicado en la Parte J de este Artículo aplica a paneles eléctricos calentadores de radiación y al conjunto de paneles calentadores.

424-91 Definiciones

a) Panel calentador. Es el ensamble completo que incluye caja de uniones o un tubo (conduit) flexible para conexión al circuito derivado.

b) Conjunto de paneles calentadores. Es el ensamble rígido o no rígido que incluye puntas de conexión o ensamble de uniones terminales aprobadas e identificadas como adecuadas para conexión al sistema de alimentación eléctrica.

424-92. Marcado

- 1) El marcado debe ser permanente y estar visible después de que se aplique el acabado al panel.
- 2) Cada unidad debe estar aprobada e identificada como adecuada para la instalación.
- 3) Cada unidad debe estar marcada con el nombre o símbolo de identificación, número de catálogo y capacidad en V y W o en V y A.

4) Los fabricantes de paneles calentadores o conjuntos de paneles deben suministrar etiquetas de rotulación que indiquen que la instalación de calefacción de ambiente, incorpora paneles calentadores o conjuntos de paneles, y las etiquetas de instrucciones deben estar fijas y aseguradas al panel para identificar cuáles de los circuitos derivados alimentan a los circuitos de esas instalaciones de calefacción de ambiente.

Excepción: No requieren de las etiquetas indicadas los paneles y conjuntos de paneles calentadores que sean visibles y distinguibles después de la instalación.

424-93. Instalación

a) Disposiciones generales

1) Los paneles y conjuntos de paneles deben ser instalados de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

2) La parte de calefacción no debe:

a. Estar instalada sobre o atrás de superficies sujetas a daño físico.

b. Instalarse a lo largo o arriba de paredes colindantes, gabinetes o partes similares de estructuras que lleguen hasta el techo.

c. Instalarse a lo largo o a través de aislamientos térmicos, pero se permite que estén en contacto con las superficies de los aislamientos térmicos.

3) Las orillas de los paneles y los conjuntos de paneles deben estar separados por una distancia no menor de 200 mm de los extremos de cualquier caja de salida o de uniones que sean utilizadas para colocar lámparas. Debe proporcionarse un espacio no menor de 50 mm entre aparatos eléctricos fijos y sus accesorios, espacios abiertos para ventilación, y otros espacios abiertos en las superficies del local, y se debe proveer el área suficiente para asegurar que ningún panel o conjunto de paneles sea cubierto por cualquier superficie de otras unidades montadas.

Excepción: Se permite instalar los paneles y conjuntos de paneles aprobados y marcados para espacios más pequeños, en el espacio indicado en el marcado.

4) Después de que los paneles y conjuntos de paneles son instalados e inspeccionados se permite la instalación de una cubierta que haya sido identificada por las instrucciones del fabricante como adecuada para este tipo de instalación y esté aprobada como tal. La cubierta debe asegurarse de manera que los clavos u otros dispositivos de sujeción no la perforen.

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

b) Conjuntos de paneles calentadores

1) Se permite que los conjuntos de paneles calentadores estén colocados firmemente en la cara inferior de las vigas o montados entre las vigas.

2) Los conjuntos de paneles calentadores deben estar instalados paralelos a las vigas o a las franjas que cubren el ensamble.

3) Los clavos o grapas deben colocarse únicamente a través de las partes que no sean partes calefactores, proporcionados para ese propósito. Los conjuntos de paneles calentadores no deben ser cortados o perforados por clavos en cualquier punto menor de 6,35 mm al elemento calefactor. No deben utilizarse clavos, grapas u otros elementos de fijación que penetren en partes portadoras de corriente eléctrica.

4) Los conjuntos de paneles calentadores deben instalarse como unidades completas a menos que sean aprobados e identificados para instalarse de manera separada en forma aprobada.

424-94. Espacio entre conductores en el techo. Los conductores colocados arriba del techo calentado deben espaciarse no menos de 50 mm sobre el techo y se debe considerar 50°C como temperatura ambiente de operación. La capacidad de conducción de corriente debe ser calculada basándose en los factores de corrección dados en la tabla de capacidades de conducción de corriente, Artículo 310 para cables de 0-2000 V.

Excepción: Conductores colocados sobre los techos que posean aislamientos térmicos con un espesor mínimo de 50 mm no requieren de factor de corrección por temperatura.

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

a) **Paredes exteriores.** Los métodos de cableado deben cumplir con el Artículo 300 y la Sección 310-10.

b) Paredes interiores. Cualquier cableado detrás de los paneles calentadores ubicados en paredes interiores o en paredes colindantes se debe considerar con temperatura ambiente de 40 °C, y la capacidad de conducción de corriente debe ser calculada con base en los factores de corrección dados en las Tablas del Artículo 310 para cables de 0-2000 V.

424-96. Conexión de los conductores de circuitos derivados

a) Disposiciones generales. Los paneles o grupos de paneles calentadores ensamblados en campo, para la calefacción de un local o de cualquier área, deben estar conectados de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

b) Paneles calentadores. Los paneles calentadores deben estar conectados a los circuitos derivados por medio de métodos de cableado permitidos.

c) Grupos de paneles calentadores

1) Los grupos de paneles calentadores deben estar conectados a los circuitos derivados por medio de un método aprobado e identificado para tal propósito.

2) Los grupos de paneles calentadores deben estar provistos de un ensamble de uniones terminales con puntas acopladas para hacer la instalación, de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

424-97. Puntas de conexión. El exceso en puntas de conexión debe ser cortada a la longitud requerida, siempre y cuando reúnan los requisitos de instalación del método de alambrado indicado en 424-96. Las puntas de conexión deben ser parte integral del panel calentador o parte del grupo de paneles, y no deben estar sujetas a los requerimientos de capacidad de conducción de corriente establecidos en 424-3 (b) para circuitos derivados.

424-98. Instalación en mampostería o en concreto

a) Máxima área de calefacción. Los paneles calentadores no deben exceder 0,093 W/m² de área calentada.

b) Seguridad en el sitio e identificado como apropiado. Los paneles calentadores o grupos de paneles deben estar fijos en su lugar por los medios especificados en las instrucciones del fabricante y aprobarse e identificarse como adecuados para esa instalación específica.

c) Juntas de expansión. Los tableros de calefacción no deben estar instalados donde haya puentes de juntas de expansión, a menos que se haya provisto de un elemento de expansión y contracción.

d) Espacios libres. Se debe mantener un espacio libre entre los tableros de calefacción y los metales embebidos en el piso.

Excepción: Los paneles calentadores con cubierta metálica puesta a tierra, se permite que estén en contacto con metales embebidos en el piso.

e) Protección de las puntas de conexión. Las puntas de conexión deben estar protegidas en donde salgan del piso, por medio de un tubo (conduit) metálico tipo pesado, semipesado, no metálico rígido o por otro medio autorizado para tal fin.

f) Boquillas o dispositivos de sujeción. Debe utilizarse boquillas o dispositivos de fijación aprobados donde las puntas salgan de entre las ranuras del piso.

424-99. Instalación cubierta bajo piso

a) Identificación. Los paneles calentadores para instalación bajo el piso deben estar aprobados e identificados como adecuados para instalarse bajo el piso cubierto.

b) Área máxima de calefacción. Los paneles calentadores instalados bajo piso no deben exceder de 0,093 W/m² de área calentada.

c) Instalación. Los paneles calentadores aprobados y listados para ser instalados bajo piso cubierto, deben instalarse en superficies que sean suaves y planas de acuerdo con las instrucciones del fabricante y deben cumplir con las disposiciones siguientes:

1) Juntas de expansión. Los tableros de calefacción no deben ser instalados donde haya uniones de expansión a menos que estén protegidos contra expansión y contracción.

2) Conexión a conductores. Deben ser conectados a circuitos derivados y al alambrado alimentador por medio de métodos aceptados y reconocidos en el Capítulo 3.

3) Anclaje. Los paneles calentadores o los grupos de paneles calentadores deben estar firmemente anclados al piso usando un adhesivo o un sistema de fijación identificado para este uso.

4) Cubiertas. Después de que los paneles calentadores o grupos de paneles calentadores han sido instalados y revisados, pueden ser protegidos por una cubierta de piso que haya sido identificada por el fabricante para tal uso. La cubierta debe estar fijada al panel de calefacción mediante el uso de adhesivos identificados para tal aplicación.

5) Protección de fallas. Debe ser instalado por el fabricante un dispositivo para desconectar todos los conductores de alimentación al panel calentador o al grupo de paneles calentadores, y debe entrar en operación cuando ocurra una falla de alta o baja resistencia de línea a línea o de línea a tierra, como es el caso cuando se introduce un elemento extraño al ensamble y esto provoca una falla.

NOTA: Es necesario un blindaje integral aterrizado para suministrar esta protección.

ARTICULO 426 - EQUIPO ELECTRICO FIJO PARA DESCONGELAR Y DERRETIR NIEVE

A. Disposiciones generales

426-1. Alcance. Los requerimientos de este Artículo se aplican a los sistemas de calefacción eléctricos y a la instalación de los mismos.

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

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

426-2. Definiciones. Para propósitos de este Artículo:

Sistema de calefacción. Es un sistema completo que consta de componentes tales como elementos calefactores, dispositivos de fijación, circuitos de cableado anti-calentamiento, guías, controladores de temperatura, letreros de seguridad, cajas de conexiones, canalizaciones y accesorios.

Elemento de calefacción por resistencia. Un elemento específico separado para generar calor que es empotrado o asegurado a la superficie que se va a calentar.

NOTA: Calentador tubular, calentador descubierto, cable de calefacción, cinta de calefacción y tableros de calefacción son ejemplos de calentadores de resistencia.

Sistema de calefacción de impedancia. Un sistema donde el calor es generado en un tubo o en una varilla o en una combinación de tubos y varillas, haciendo pasar la corriente eléctrica por el tubo o por la varilla por medio de una conexión directa a una fuente de tensión eléctrica de c.a. desde un transformador de doble devanado. Se permite que el tubo o la varilla sea empotrado en la superficie a calentar o que constituya los componentes expuestos para calentamiento.

Sistema de calefacción por efecto superficial. Un sistema en el cual el calor es generado en la superficie interna de una envolvente ferromagnética empotrada o asegurada a la superficie a calentarse.

NOTA: Un conductor aislado eléctricamente se dirige a través de la envolvente y se conecta en el otro extremo de la envolvente. La envolvente y el conductor aislado se conectan a una fuente de tensión eléctrica de c.a. por medio de un transformador de doble devanado.

426-3. Aplicación de otros Artículos. Todos los requerimientos de esta norma deben aplicarse excepto cuando específicamente se haya hecho una corrección en este Artículo. El equipo de deshielo y para derretir nieve de cordón y clavija conectado en exteriores, designado para algún uso específico, aprobado e identificado como adecuado para este uso, debe instalarse de acuerdo con lo indicado en el Artículo 422. El equipo de deshielo y para derretir nieve fijo para uso en áreas peligrosas (clasificadas) debe cumplir con lo indicado en los Artículos 500 al 516.

426-4. Capacidad nominal del circuito derivado. La capacidad de conducción de corriente de los conductores del circuito derivado y la capacidad nominal o ajuste del dispositivo de protección de sobrecorriente del circuito de alimentación de un equipo fijo de deshielo y para derretir nieve exterior no debe ser menor de 125% del total de la carga de los calentadores. El dispositivo de protección de sobrecorriente se permite esté de acuerdo con lo indicado en 240-3(b).

B. Instalación

426-10. Disposiciones generales. El equipo eléctrico para deshielo y para derretir nieve en exteriores debe ser aprobado e identificado como adecuado para:

1) El medio químico, térmico y físico.

2) Su instalación, de acuerdo con lo indicado en las instrucciones y diagramas del fabricante.

426-11. Uso. El equipo eléctrico de calefacción debe instalarse de manera que tenga protección contra daño físico.

426-12. Protección térmica. Las superficies externas de equipo eléctrico para deshielo y derretir nieve, en exteriores, que opere a temperaturas que excedan 60°C, deben estar físicamente protegidas, apartadas o aisladas térmicamente para protegerlas del contacto del personal en el área.

426-13. Identificación. La presencia de equipo eléctrico para deshielo y derretir nieve debe ser evidente a través de la colocación apropiada de letreros o señales claramente visibles.

426-14. Permiso especial. El equipo eléctrico para deshielo y derretir nieve fijo en el exterior, que emplee otros métodos de construcción o de instalación que no estén cubiertos en este Artículo, se permitirán sólo mediante un permiso especial de la autoridad competente.

C. Elementos de calefacción por resistencia

426-20. Equipo empotrado de deshielo y para derretir nieve

a) Densidad de potencia. Los tableros o unidades no deben exceder de 1291 W / m² de área calentada.

b) Espaciamiento. El espacio entre cables adyacentes depende del tamaño nominal del cable, y no debe ser menor de 25 mm entre centros.

c) Cubierta. Las unidades, tableros o cables deben instalarse como se indica a continuación:

1) En una base sustancialmente de asfalto o de tabique por lo menos de 50 mm de espesor y que tenga por lo menos 40 mm de asfalto o de mampostería sobre las unidades, tableros o cables.

2) Puede autorizarse la instalación sobre otras bases aprobadas y empotradas dentro de 90 mm de mampostería o asfalto pero no menos de 40 mm desde la superficie superior.

3) Equipo que ha sido especialmente analizado para otras formas de instalación debe instalarse únicamente de acuerdo con su análisis.

d) Fijación. Los cables, unidades y tableros deben fijarse en su lugar con herrajes, vigas o cualquier otro medio aprobado mientras se aplica el acabado de asfalto o mampostería.

e) Expansión y contracción. Los cables, unidades y tableros no deben instalarse en donde haya juntas de expansión a menos que se prevean medios para su expansión y contracción.

426-21. Equipo expuesto de deshielo y para derretir nieve

a) Sujeción. Los ensambles de elementos de calentamiento deben estar sujetos, por los medios adecuados, a la superficie a calentarse.

b) Temperatura excesiva. En donde el elemento de calentamiento no esté en contacto directo con la superficie a calentarse, el diseño del ensamble de calentamiento debe ser tal que no exceda su límite de temperatura.

c) Dilatación y contracción. Los elementos y ensambles de calentamiento no deben instalarse en donde haya juntas de expansión, a menos que se prevean medios para su expansión y contracción.

d) Capacidad de flexión. En donde se instale en estructuras flexibles, los elementos y ensambles de calentamiento deben tener capacidad de flexión compatible con la estructura.

426-22. Instalación de cableado anti-calentamiento para equipo empotrado

a) Cubiertas o cableado puesto a tierra. Los cableados anti-calentamiento que tengan cubiertas o cableado puesto a tierra pueden estar empotrados en la mampostería o en el asfalto en la misma forma que el cable de calentamiento, sin protección física adicional.

b) Canalización. Todo el cableado anti-calentamiento tipo TW, de 25 mm a 155 mm y otros tipos aprobados, sin cubierta para puesta a tierra deben instalarse en tubo (conduit) tipo pesado, semipesado o ligero u otras canalizaciones dentro del asfalto o mampostería; y la distancia del empalme prefabricado a la canalización no debe ser menor a 25 mm o mayor de 125 mm.

c) Boquillas. Las boquillas aislantes deben usarse en el asfalto o mampostería donde las guías entren a la canalización.

d) Expansión y contracción. Los cables deben estar protegidos en las juntas de expansión y en donde salgan del asfalto o de la mampostería por medio de tubo (conduit) tipo pesado, semipesado o ligero u otras canalizaciones o sistemas aprobados.

e) Cables en cajas de conexiones. No debe haber menos de 15 cm de largo libres de los cables anticalefacción dentro de las cajas de conexiones.

426-23. Instalación de cableado anti-calentamiento para equipo expuesto

a) Cableado anti-calentamiento. El cableado anti-calentamiento (cables fríos) de la fuente de alimentación para elementos de resistencia, debe ser adecuado para la temperatura a que se encuentre. Se permite acortar el cableado anti-calentamiento preensamblado en calentadores aprobados si se siguen los requisitos especificados en 426-25. Se debe proporcionar no menos de 15 cm de cableado anti-calentamiento libre dentro de la caja de conexiones.

b) Protección. El cableado anti-calentamiento para las fuentes de alimentación debe instalarse en tubo (conduit) tipo pesado, tipo semipesado o tipo ligero o con cualquier otro sistema aprobado.

426-24. Conexión eléctrica

a) Conexiones de elemento de calefacción. Las conexiones eléctricas de los elementos de calefacción a los cables anti-calentamiento empotrados en mampostería o en asfalto o expuestos a la superficie, que no sean de fábrica, deben hacerse con conectores aislados aprobados e identificados para ese uso.

b) Conexiones de circuito. Los empalmes y las terminales al final del cableado anti-calentamiento distinto a las terminales del elemento calefactor deben instalarse en una caja de conexiones o accesorio de acuerdo con lo indicado en 110-14 y 300-15.

426-25. Marcado. Cada unidad de calefacción ensamblada de fábrica debe estar marcada legiblemente dentro de los 80 mm de cada una de las terminales de los cables anti-calentamiento con un símbolo permanente de identificación, número de catálogo, tensión eléctrica y capacidad nominales en V y W, o en V y A.

426-26. Protección contra la corrosión

Las canalizaciones metálicas ferrosas y no ferrosas, cables blindados, fundas de cable, cajas de conexiones, uniones, soportes y herrajes, pueden instalarse en concreto o en contacto directo con la tierra, o en áreas sujetas a alta corrosión, siempre y cuando estén fabricadas con material especial o se protejan con material anticorrosivo para esas condiciones.

426-27. Puesta a tierra

a) Partes metálicas. Las partes metálicas externas de equipo que no conduzcan corriente eléctrica, pero que podrían estar electrificadas, deben estar unidas y puestas a tierra en la forma especificada en el Artículo 250.

b) Separadores y fundas para puesta a tierra. Los medios de puesta a tierra tales como separadores de cobre, fundas de metal o cualquier otro aprobado, debe proporcionarse como parte integral de la sección caliente del cable, tablero o unidad.

D. Calentamiento por impedancia

426-30. Protección del personal. Los elementos expuestos del sistema de calentamiento por impedancia deben estar físicamente protegidos, resguardados o térmicamente aislados con cubierta a prueba de intemperie para protección de un posible contacto del personal en el área.

426-31. Limitaciones de tensión eléctrica. Los elementos del calentamiento por impedancia no deben operarse a más de 30 V de c.a.

Excepción: Puede autorizarse una tensión eléctrica mayor a 30 V, pero no mayor a 80 V, siempre y cuando se provea con un interruptor de circuito por falla a tierra para protección de personas.

426-32. Transformador de aislamiento. Debe usarse un transformador de aislamiento de doble devanado con pantalla puesta a tierra entre el primario y secundario para aislar al sistema de distribución del sistema de calentamiento.

426-33. Corrientes eléctricas inducidas. Todos los componentes que transporten corriente eléctrica deben ser instalados de acuerdo con lo indicado en 300-20.

426-34. Puesta a tierra. Un sistema de calentamiento por impedancia que opere a más de 30 V, pero no a más de 80 V, debe estar puesto a tierra en puntos designados.

E. Calentamiento por efecto superficial

426-40. Capacidad de conducción de corriente del conductor. Se permite que la corriente eléctrica a través de un conductor eléctricamente aislado dentro de la funda ferromagnética exceda los valores de capacidad de conducción de corriente indicados en el Artículo 310, siempre y cuando esté aprobado e identificado para ese uso.

426-41. Cajas de paso. En donde se utilicen cajas de paso, éstas deben ser accesibles sin excavaciones, localizadas en cámaras adecuadas o a nivel alto. Las cajas de paso para exteriores deben ser construidas totalmente herméticas al agua.

426-42. Conductor sencillo con cubierta. Las indicaciones de 300-20 no se aplican en la instalación de un conductor simple con cubierta ferromagnética.

426-43. Protección contra la corrosión. Las cubiertas ferromagnéticas, ferrosas y no ferrosas, las canalizaciones, las cajas de conexiones, accesorios, soportes y los herrajes, pueden ser instalados en concreto o en contacto directo con tierra o en áreas sujetas a alta corrosión o donde sean de material especial para esas condiciones o especialmente protegidas para dicho efecto. La protección a la corrosión debe mantener el espesor original de las paredes de la cubierta ferromagnética.

426-44. Puesta a tierra. La cubierta ferromagnética debe ser puesta a tierra en los dos extremos y, además, debe permitir ser puesta a tierra en puntos intermedios si así lo requiere su diseño.

Lo previsto en 250-26 no aplica a la instalación del sistema de calentamiento por efecto superficial.

NOTA: Para método de puesta a tierra véase 250-26(d).

F. Control y Protección

426-50. Medios de desconexión

a) Desconexión. Todo equipo en exteriores para deshielo y para derretir nieve debe contar con un medio de desconexión de todos los conductores de fase y fácilmente accesible para el usuario; el medio de desconexión o el interruptor automático del circuito derivado puede servir como medio de desconexión. Los desconectores usados como medio de desconexión deben indicar claramente si están en posición abierta (circuito desconectado) o cerrada (circuito conectado).

b) Equipo conectado con cordón y clavija. El equipo que trae instalado de fábrica el aditamento de cordón y clavija con capacidad para 20 A o menos y 150 V o menos a tierra, puede utilizarse como medio de desconexión.

426-51. Controladores

a) Control de temperatura en posición de “apagado”. Los desconectores para control de temperatura que tengan indicadores de la posición de “apagado” y que interrumpan la energía en la línea, deben abrir todos los conductores de fase cuando el dispositivo de control esté en posición de apagado. Estos dispositivos no deben utilizarse como medios de desconexión a menos que estén provistos de un cierre con bloqueo en la posición de “apagado”.

b) Control de temperatura sin posición de “apagado”. Los desconectores para control de temperatura que no tengan posición de “apagado”, no requieren abrir todos los conductores de fase y no debe permitirse usarlos como medio de desconexión.

c) Control remoto de temperatura. Los dispositivos reguladores remotos activados por temperatura no requieren cumplir con los requisitos indicados en 426-51(a). Estos dispositivos no deben usarse como medios de desconexión.

d) Dispositivos de desconexión combinados. Los dispositivos de desconexión que consistan en una combinación de los actuadores por temperatura, y los desconectores operados manualmente que funcionen tanto para el control como para la desconexión, deben cumplir con las siguientes condiciones:

1) Cuando manualmente se coloque en la posición de “apagado” se deben de abrir todos los conductores de fase.

2) Tener un diseño de tal forma que el circuito no pueda energizarse automáticamente si se encuentra en la posición de “apagado”.

3) Que esté provisto con un bloqueo efectivo estando en la posición de “apagado”.

426-52. Protección de sobrecorriente. El equipo fijo de deshielo y para derretir nieve para exteriores debe tener protección contra sobrecorriente en el circuito derivado como se especifica en 426-4.

426-54. Equipo de deshielo y para derretir nieve conectado con cordón y clavija. El equipo de deshielo y para derretir nieve conectado con cordón y clavija debe ser aprobado.

ARTICULO 427 - EQUIPO ELECTRICO FIJO PARA CALENTAMIENTO DE TUBERIAS PARA LIQUIDOS Y RECIPIENTES

A. Disposiciones generales

427-1. Alcance. Los requerimientos de este Artículo deben aplicarse para sistemas de calentamiento eléctricamente energizados y la instalación de estos sistemas usando tubería, recipientes o ambos.

427-2. Definiciones. Para los propósitos de este Artículo:

Tubería. Una longitud determinada de tubería incluyendo bombas, válvulas, bridas, dispositivos de control, filtro y equipo similar para el transporte de líquidos.

Recipientes. Un envase, como un barril, tambor o tanque, para alojar fluidos u otro material.

Sistema de calentamiento integrado. Es un sistema completo formado por tubería, recipientes, elementos calentadores, medios de transferencia de calor, aislamiento térmico, barreras contra la humedad, terminales sin calentamiento, dispositivos de control de temperatura, avisos de seguridad, cajas de conexión, canalizaciones para conductores y accesorios.

Elementos de calentamiento por resistencias. Un elemento separado, específico para generar calor aplicado a la tubería o recipiente, interna o externamente.

NOTA: Los calentadores tubulares, los de cinta, cables calentadores, cintas calentadoras, mantas calentadoras y calentadores de inmersión son ejemplos de calentadores por resistencias.

Sistemas de calentamiento por impedancia. Es un sistema en donde el calor se genera en las paredes de una tubería o de un recipiente, por causa de una corriente eléctrica que fluye a través de dichas paredes, mediante una conexión directa a una fuente de c.a. desde un transformador de doble devanado.

Sistema de calentamiento por inducción. Es un sistema en donde el calor se genera en las paredes de una tubería o de un recipiente, por medio de una corriente eléctrica inducida y del efecto de histéresis que se produce en dichas paredes, desde una fuente externa aislada de c.a.

Sistema de calentamiento por efecto piel. Es un sistema en donde el calor se genera en la superficie interna de una envoltura de material ferromagnético instalada en la tubería o recipiente.

NOTA: Un conductor eléctricamente aislado es llevado por la envoltura y conectado en el otro extremo. La envoltura y el conductor eléctricamente aislado se conectan a una fuente de c.a. desde un transformador de doble devanado.

427-3. Otros Artículos aplicables. Todas las disposiciones de esta norma son aplicables con excepción de las especialmente modificadas en este Artículo. Los conjuntos calentadores de tubería conectados por cordones flexibles destinados para usos específicos e identificados para el fin propuesto, deben instalarse de acuerdo con lo indicado en el Artículo 422. El equipo eléctrico fijo de calentamiento para tubería y recipientes a usarse en áreas peligrosas (clasificadas) debe cumplir con lo establecido en los Artículos 500 al 516.

427-4. Dimensiones para circuitos derivados. La capacidad de conducción de corriente de los conductores de los circuitos derivados y la capacidad nominal o ajuste de los dispositivos de protección contra sobrecorriente del equipo eléctrico fijo de calentamiento para tubería y recipientes, no debe ser menor de 125% de la carga de los calentadores. La capacidad o ajuste del dispositivo de protección contra sobrecorriente puede hacerse de acuerdo con lo establecido en 240-3(b).

B. Instalación

427-10. Disposiciones generales. El equipo eléctrico para el calentamiento de tubería y recipientes debe estar identificado como adecuado para su uso en:

- 1) Ambientes químicos, térmicos y físicos.
- 2) Para su instalación de acuerdo con lo indicado en las instrucciones y diagramas del fabricante.

427-11. Uso. El equipo eléctrico de calentamiento debe instalarse de manera tal que esté protegido contra daños materiales.

427-12. Protección térmica. Las superficies externas del equipo de calentamiento para tubería y recipientes, las cuales operan a temperaturas por encima de 60°C, deben estar físicamente resguardadas, separadas o aisladas térmicamente para protegerlas del contacto del personal en el área.

427-13. Identificación. La presencia de equipo eléctrico de calentamiento en tubería y recipientes debe evidenciarse por medio de avisos de precaución apropiados u otras señales de marcado a distancias o intervalos frecuentes a lo largo de la tubería o en los recipientes.

C. Elementos de calentamiento por resistencias

427-14. Fijación. Los conjuntos de elementos calentadores deben fijarse a la superficie que esté siendo calentada por otros medios diferentes al aislamiento térmico.

427-15. Sin contacto directo. Cuando no exista contacto directo del elemento calentador con la tubería o con el recipiente calentado deben instalarse dispositivos de protección para evitar el aumento de temperatura de los elementos calentadores, a menos que el diseño del conjunto calentador sea tal que no se sobrepasen los límites de temperatura.

427-16. Expansión y contracción. Los elementos calentadores y sus conjuntos no se deben instalar donde formen puente sobre juntas de expansión, a menos que se tomen las medidas respectivas para su expansión y contracción adecuadas.

427-17. Capacidad de flexión. Cuando los elementos calentadores y sus montajes se instalen en tubería flexible deben tener una capacidad de flexibilidad compatible con la tubería.

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

a) Cableado anti-calentamiento. Los cables anti-calentamiento de la fuente de alimentación (puntas frías) para elementos de resistencia, deben ser adecuados para la temperatura imperante. Los cables anti-calentamiento, preensamblados, de los calentadores aprobados, pueden recortarse si las indicaciones especificadas en 427-20 se conservan. Dentro de la caja de empalmes no deben existir cables anti-calentamiento de conexión menores de 15 cm.

b) Protección de los cables de conexión de la fuente de alimentación. Estos deben protegerse cuando salgan de la tubería calentada eléctricamente o de las unidades de calentamiento de recipientes, por medio de tubo (conduit) metálico tipo pesado, semipesado, ligero u otro medio de canalización identificado como adecuado para esta aplicación.

c) Terminales interconectadas. La conexión de tramos de conexión de terminales anti-calentamiento de un sistema de calefacción debe estar cubierta por aislamiento térmico en la misma forma que los calentadores.

427-19. Conexiones eléctricas

a) Interconexiones no calientes. Las interconexiones no calientes, cuando se requiera bajo aislamiento térmico, deben hacerse con conectores aislados aprobados e identificados para este uso.

b) Conexiones de circuito. Los empalmes y las terminales fuera del aislamiento térmico deben ser instalados en una caja o accesorio de acuerdo con lo indicado en 110-14 y 300-15.

427-20. Marcado. Cada unidad de calentamiento ensamblada en fábrica debe marcarse legiblemente dentro de los 76 mm de cada extremo de los terminales no calientes con un símbolo de identificación permanente, número de catálogo y valores nominales en V y W o en V y A.

427-21. Puesta a tierra. Las partes metálicas descubiertas y que no conduzcan corriente eléctrica de equipo eléctrico de calentamiento que pudieran energizarse, deben ser puestas a tierra de acuerdo con lo indicado en el Artículo 250.

427-22. Protección del equipo. Debe proveerse protección por falla a tierra del equipo para los circuitos derivados que alimenten a equipo eléctrico de calentamiento que no tengan una cubierta de metal.

427-23. Tubería no metálica. Los calefactores ensamblados destinados para calentar tubería o recipientes no metálicos deben tener una cubierta de metal aterrizada.

D. Calentamiento por impedancia

427-25. Protección para el personal. Todas las superficies externas accesibles de la tubería o recipiente que están siendo calentados, deben estar físicamente protegidas, resguardadas o térmicamente aisladas (con cubierta a prueba de intemperie para instalaciones exteriores) para protegerse contra contacto del personal del área.

427-26. Limitación de tensión eléctrica. El devanado secundario del transformador de aislamiento (Sección 427-27) conectado a la tubería o al recipiente a calentar, no debe tener una salida de tensión eléctrica mayor a 30 V c.a.

Excepción: Si se usa un interruptor circuito por falla a tierra para la protección del personal, puede ser mayor de 30 V pero menor de 80 V.

427-27. Transformador de aislamiento. Debe utilizarse un transformador de doble devanado con pantalla de puesta a tierra entre los devanados primario y secundario para aislar el sistema de distribución del sistema de calefacción.

427-28. Corrientes eléctricas inducidas. Todos los componentes, conductores de corriente deben instalarse de acuerdo con lo indicado en 300-20.

427-29. Puesta a tierra. La tubería o el recipiente que sean calentados, los cuales operen a más de 30 V c.a., pero menos de 80 V, deben estar puestos a tierra en puntos designados.

427-30. Tamaño del conductor secundario. La capacidad de conducción de corriente de los conductores conectados al secundario de transformador debe ser de por lo menos 100% del total de la carga del calentador.

E. Calentamiento por inducción

427-35. Alcance. Esta parte del Artículo 427, cubre la instalación de equipo de calentamiento por inducción, de frecuencia de línea y accesorios para tubería y recipientes.

427-36. Protección para el personal. Las bobinas de inducción que operen o puedan operar a más de 30 V de c.a. deben estar dentro de envoltentes no metálicas o metálicas con ranuras, aisladas o en sitios no accesibles para proteger al personal de la zona.

427-37. Corriente eléctrica inducida. Mediante protección, aislamiento o separación contra la corriente eléctrica, debe impedirse que las bobinas de inducción induzcan corrientes eléctricas circulantes en los equipos, soportes o estructuras metálicas que las rodean. Las trayectorias de corrientes eléctricas parásitas deben ser puenteadas para evitar el arqueo.

F. Calentamiento por efecto superficial

427-45. Capacidad de conducción de corriente del conductor. La capacidad de conducción de corriente de un conductor eléctricamente aislado dentro de una envoltura ferromagnética puede exceder la de los valores dados en el Artículo 310, siempre que esté aprobado e identificado para este uso.

427-46. Cajas de paso. Las cajas de paso para los conductores aislados eléctricamente dentro de una cubierta ferromagnética pueden ser enterradas bajo aislamiento térmico, siempre que su ubicación sea indicada por marcaciones permanentes sobre la superficie de la cubierta de aislamiento y sobre los planos. Las cajas de paso para su uso exterior deben ser fabricadas herméticas al agua.

427-47. Conductor unipolar con cubierta. Las disposiciones indicadas en 300-20 no aplican a las instalaciones de un conductor unipolar en con cubierta ferromagnética (cubiertas metálicas).

427-48. Puesta a tierra. La cubierta ferromagnética debe estar puesta a tierra en ambos extremos y, además, puede estarlo en puntos intermedios de acuerdo con lo indicado en su diseño. La cubierta ferromagnética debe estar puenteadada en todas las uniones para asegurar continuidad eléctrica.

Las disposiciones de 250-26 no aplican a la instalación de sistemas de calentamiento por efecto superficial (piel).

NOTA: Véase 250-26(d) para métodos de puesta a tierra.

G. Control y protección

427-55. Medios de desconexión

a) Desconectadores o interruptores automáticos. Deben proveerse los medios de desconexión para todo el equipo eléctrico fijo de calefacción en tubería o recipientes para todos los conductores de fase. Los desconectadores o interruptores automáticos de los circuitos derivados, cuando sean fácilmente accesibles al usuario del equipo, pueden servir como medio de desconexión. Los medios de desconexión deben ser del tipo con indicación y deben estar provistos con un bloqueo efectivo en la posición de abierto.

b) Equipos conectados mediante cordón y clavija. Se admiten como medio de desconexión los equipos que vienen de fábrica con el sistema de cordón y clavija con valores nominales de 10 A o menos y 150 V o menos con respecto a tierra.

427-56. Controles

a) Control de temperatura con posición de “desconectado”. Los dispositivos de interrupción controlados por temperatura, que indican una posición de “desconectado” y que interrumpen la corriente eléctrica de línea, deben abrir todos los conductores de fase cuando el dispositivo de control esté en la posición de “desconectado”. A estos dispositivos no se les debe admitir como medios de desconexión a menos que estén provistos de un bloqueo efectivo en la posición de “desconectado”.

b) Control de temperatura sin posición de “desconectado”. Los dispositivos de interrupción controlados por temperatura, que no tengan posición de “desconectado”, no deben utilizarse para abrir todos los conductores y no deben admitirse como medios de desconexión.

c) Control remoto de temperatura. Los dispositivos accionados por un control remoto de temperatura no son necesarios para cumplir los requisitos establecidos en 427-56 (a) y (b). A estos dispositivos no se les admite como medios de desconexión.

d) Dispositivos de interrupción combinados. Los dispositivos de interrupción que consistan en dispositivos combinados actuadores por temperatura y controles manuales, que sirven tanto como controles como de medios de desconexión, deben cumplir con las siguientes condiciones:

1) Abrir todos los conductores de fase cuando se coloquen manualmente en la posición de “desconectado”.

2) Estar diseñados de forma tal que el circuito no pueda energizarse automáticamente si el dispositivo ha sido colocado manualmente en la posición de “desconectado”.

3) Debe estar provisto de un sistema de bloqueo efectivo en la posición de “desconectado”.

427-57. Protección contra sobrecorriente. Se considera protegido contra sobrecorriente el equipo de calentamiento que sea alimentado por un circuito derivado tal como se especifica en 427-4.

ARTICULO 430 - MOTORES, CIRCUITOS DE MOTORES Y SUS CONTROLADORES

A. Disposiciones generales

430-1. Alcance. Este Artículo se refiere a motores, circuitos derivados para motores, sus alimentadores y sus protecciones de sobrecarga, circuitos de control, equipos de control y protección y centros de control de motores.

Excepción 1: Los requerimientos para la instalación de centros de control de motores están cubiertos en 384-4.

Excepción 2: El equipo para aire acondicionado y refrigeración está considerado en el Artículo 440.

NOTA: Como información de referencia en la Figura 430-1 se ilustra la organización de este Artículo.

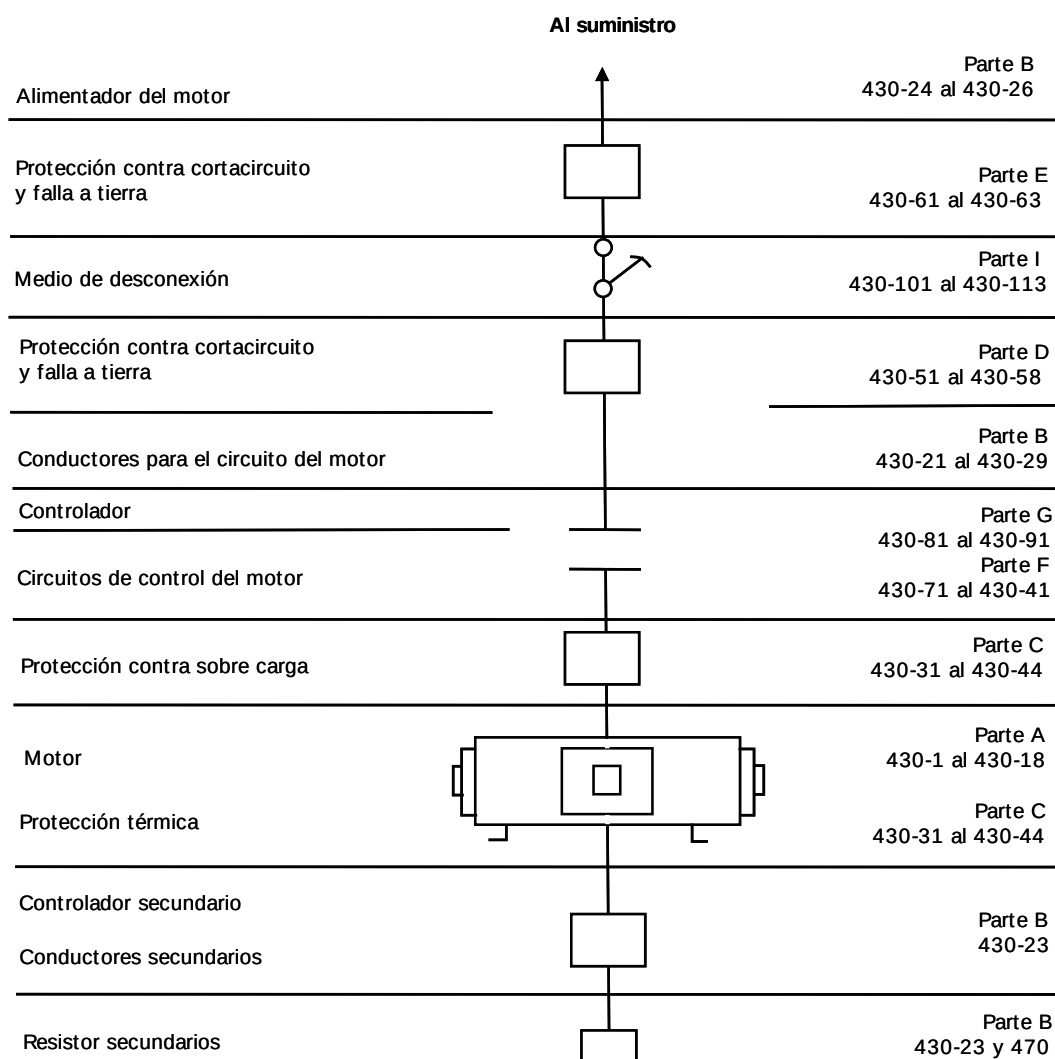


FIGURA 430-1

430-2. Sistemas de velocidad ajustable. El circuito derivado o el alimentador del equipo de conversión de potencia que forma parte de un sistema de velocidad ajustable, deben basarse en la carga nominal de dicho equipo. Donde el equipo de conversión provea protección contra sobrecarga para el motor, no se requiere protección de sobrecarga adicional.

Se permite que los medios de desconexión estén en la línea de alimentación para el equipo de conversión y que tengan una capacidad no menor a 115% de la corriente eléctrica nominal de la unidad de conversión.

NOTA: Puede presentarse resonancia eléctrica como resultado de la interacción de corrientes eléctricas senoidales de este tipo de cargas con capacitores para corrección del factor de potencia.

430-3. Motores de devanado partido. Un motor de inducción con arranque por devanado partido o motor síncrono, es aquel que arranca energizando parte de su devanado primario (armadura) y, posteriormente, se energiza el resto del devanado en uno o varios pasos. El propósito es reducir los valores iniciales de la corriente eléctrica de arranque o el par de arranque desarrollado por el motor. Normalmente el motor de inducción de devanado partido arranca energizando la mitad de su devanado primario, y posteriormente se energiza la parte restante del devanado para que ambas partes del devanado operen con una corriente eléctrica del mismo valor. Un motor de compresor hermético de refrigeración no debe ser considerado como un motor de inducción convencional de arranque de devanado partido.

Cuando se utilicen dispositivos independientes de protección de sobrecarga, con motores de inducción convencionales de arranque de devanado bipartido, cada mitad del devanado del motor debe ser protegida de acuerdo con las indicaciones dadas en 430-32 y 430-37, con una corriente eléctrica de disparo igual a la mitad de la especificada.

Cada conexión del devanado del motor debe tener, en el circuito del cual se conecta, protección contra cortocircuito y falla a tierra a no más de una mitad de lo especificado en 430-52.

Excepción: Se permite usar un dispositivo de protección contra sobrecorriente y falla a tierra para ambos devanados, siempre y cuando éste permita arranque del motor. Cuando se empleen fusibles de doble elemento o de tiempo retardado, se permite que el valor de éstos no exceda 150% de la corriente eléctrica de plena carga del motor.

430-5. Otros Artículos. Los motores y sus controladores también deben cumplir los requisitos aplicables de acuerdo con lo siguiente:

Áreas peligrosas (clasificadas)	Artículo 500 a 503
Capacitares	Secciones 460-8, 460-9
Elevadores, montacargas, escaleras eléctricas, pasillos móviles, elevadores para sillas de ruedas y escaleras eléctricas para éstas.	Artículo 620
Equipos de aire acondicionado y refrigeración	Artículo 440
Estacionamientos comerciales, hangares, estaciones de gasolina y de servicio, bodegas de almacenamiento, áreas de aplicación por rocío, plantas de proceso por inmersión y forrado y áreas de anestesia por inhalación.	Artículos 511, 513, 514 515, 516 y 517, Parte D
Equipo de irrigación controlado eléctricamente.	Artículo 675
Estudios de cine, televisión y locales similares.	Artículo 530
Grúas y polipastos.	Artículo 610
Maquinaria industrial.	Artículo 670
Proyectores de cine.	Secciones 540-11 y 540-20
Resistencias y reactores.	Artículo 470
Teatros, auditorios de cine, televisión y similares.	Sección 520-48
Transformadores y bóvedas para transformadores.	Artículo 450

430-6. Selección de la capacidad de conducción de corriente de conductores y corriente eléctrica nominal de motores. El tamaño nominal de los conductores para la alimentación de motores, indicados en este Artículo, deben seleccionarse de las Tablas 310-16 a 310-19 o deben calcularse de acuerdo con lo indicado en 310-15(b). La capacidad de conducción de corriente de conductores y la corriente eléctrica nominal de motores debe determinarse como se especifica en los incisos indicados a continuación:

a) Aplicaciones de motores en general. En los motores que no sean los especificados como de alto par indicados en (b) siguiente y para motores de tensión eléctrica ajustable en c.a. indicados en (c) a continuación, cuando la corriente eléctrica nominal del motor es tomada como base para determinar la capacidad de conducción de corriente de conductores o para seleccionar la capacidad nominal de los desconectores, así como la de las protecciones por cortocircuito y protecciones por falla a tierra, etc., los valores indicados en las Tablas 430-147, 430-148 y 430-150, incluyendo las notas complementarias, deben ser usadas en lugar de las indicadas en la placa de especificaciones del motor. La protección por sobrecarga del motor debe ser seleccionada con los datos indicados en la placa de especificaciones del motor. Cuando la capacidad del motor está indicada en ampere (A) y no en kilowatt (kW) o en caballos de potencia (CP), el valor en kW o en CP se supone que sea el correspondiente a los valores indicados en las Tablas 430-147, 430-148 y 430-150, interpolando valores en caso de ser necesario.

Excepción 1: Los motores de varias velocidades deben estar de acuerdo con lo indicado en 430-22 y 430-52.

Excepción 2: Para equipo que emplea motores de polo sombreado o de capacitor permanente de fase bipartida o motor tipo de ventilador, se debe emplear la corriente eléctrica a plena carga indicada en la placa de especificaciones del equipo, en lugar de la correspondiente a la potencia nominal en kW o en CP del motor, para así determinar medios de desconexión, conductores, alimentadores, controladores, protecciones de sobrecarga, protección de falla a tierra y de cortocircuito. La capacidad del equipo seleccionado nunca debe ser menor a la corriente eléctrica de placa indicada en el ventilador o en el soplador.

b) Motores de alto par. Para los motores de alto par, la corriente eléctrica nominal debe ser la determinada a rotor bloqueado y la de placa se deberá emplear para determinar la capacidad de conducción de corriente de los conductores del circuito derivado como se indica en 430-22 y 430-24; la corriente eléctrica para la protección por sobrecarga, así como la de protección por falla a tierra, deben estar de acuerdo con lo indicado en 430-52(b).

NOTA: Para medios de desconexión y controles de los motores, véase 430-110 y la Excepción 3 de 430-83.

c) Motores de c.a. de tensión eléctrica ajustable. Para motores utilizados en sistemas de c.a. de tensión eléctrica ajustable, par variable, la capacidad de conducción de corriente de los conductores, así como la de desconectores, la del dispositivo de protección del circuito derivado por cortocircuito y por falla a tierra, etc., deben seleccionarse de acuerdo con la corriente eléctrica máxima de operación que se indica en la placa de datos del motor, del controlador o de ambos. Si la corriente eléctrica máxima de operación no se indica en la placa del motor, la corriente eléctrica de operación debe basarse en el 150% de los valores indicados en la Tabla 430-150.

430-7. Marcado de motores y equipo con varios motores

a) Motores de uso normal. Los motores deben tener marcada en su placa la siguiente información:

- 1) Nombre del fabricante.
- 2) Tensión y corriente eléctricas nominales, corriente de operación a plena carga. Para motores de varias velocidades, se debe indicar la corriente eléctrica a plena carga para cada una de las velocidades, excepto para los de polo sombreado, así como para motores con capacitor permanente en donde la corriente eléctrica base es la que corresponde a la máxima velocidad.
- 3) Frecuencia de operación y número de fases, para los motores de corriente eléctrica alterna.
- 4) Velocidad máxima a plena carga.
- 5) Temperatura máxima de operación o clase de los materiales aislantes y temperatura ambiente.
- 6) Régimen de tiempo. El régimen de tiempo puede ser de 5 min, 15 min, 30 min o 60 min o continuo.
- 7) Potencia nominal del motor, si ésta es igual o mayor a 93 W (1/8 CP) debe indicarse la potencia en kilowatts (kW) (CP) para cada una de las velocidades, exceptuando los motores de polo sombreado y los de capacitor permanente para motores de 93 W (1/8 CP) o más, donde la potencia nominal se indica para la velocidad máxima. Los motores que accionan máquinas de soldar de arco, no requieren tener la indicación de la potencia nominal en caballos de potencia.
- 8) Si es motor de c.a. y de potencia mayor a 373 W (1/2 CP) se debe indicar la letra de código o la corriente eléctrica a rotor bloqueado. En motores polifásicos de rotor devanado, se omite la Letra de Código.

NOTA: Véase inciso (b) abajo.

- 9) Letra con designación para el diseño de motores: B, C, D o E.
- 10) En motores de inducción de rotor devanado debe indicarse la tensión eléctrica secundaria y la corriente eléctrica a plena carga.
- 11) Debe indicarse la corriente eléctrica de campo en los motores síncronos excitados con corriente continua.
- 12) Indicar los devanados: derivación directa, derivación estabilizada, devanado compuesto o serie si se trata de motores de corriente continua (c.c.) En motores fraccionarios de corriente continua (c.c.) de 175 mm de diámetro o menos, no se requieren estas indicaciones.
- 13) Un motor que esté provisto con protección térmica, de acuerdo con lo indicado en 430-32 (a)(2) o (c)(2) debe contener la indicación de "Protegido térmicamente". Los motores de 100 W o menos "Térmicamente protegidos" deben cumplir con 430-32(c)(2) y puede utilizar en su placa la abreviatura "T.P."
- 14) Un motor que cumpla con lo establecido en 430-32(c)(4) debe tener la indicación "Protegido por impedancia". Los motores de 100 W o menos y que cumplan con lo establecido en 430-32 (c)(4), pueden utilizar la abreviatura "Z.P."

b) Letras de código a rotor bloqueado. Las letras de código en las placas de los motores para mostrar la potencia absorbida del motor con el rotor bloqueado, deben estar de acuerdo con la Tabla 430-7(b).

La letra de código debe estar indicada en la placa del motor.

1) Los motores de varias velocidades deben estar marcados con la letra que indique los kilovolt ampere (kVA) a rotor bloqueado para la máxima velocidad a la que el motor puede arrancar.

Excepción: Los motores de varias velocidades y potencia constante deben estar marcados con la letra que indique el mayor número de kilovolt ampere (kVA) por caballos de potencia (CP) a rotor bloqueado.

2) Los motores de una sola velocidad y que arrancan en conexión estrella -Y-, y en marcha normal están en conexión delta, deben estar marcados con la letra de código que corresponde a los kilovolt ampere (kVA) por caballos de potencia (CP) a rotor bloqueado en la conexión estrella.

3) Los motores de operación a tensión eléctrica doble, que tengan diferentes kilovolt ampere (kVA) por caballos de potencia (CP) a rotor bloqueado, deben estar marcados con la letra de código que dé el mayor número de kilovolt ampere (kVA) por caballos de potencia (CP) a rotor bloqueado.

4) Los motores con doble frecuencia de 50 Hz y 60 Hz, deben estar marcados con la letra de código a 60 Hz.

5) Los motores con devanado partido deben estar marcados con la letra de código correspondiente al devanado total del motor.

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

Letra de código	kVA por kW a rotor bloqueado	KVA por CP a rotor bloqueado
A	0,00 -- 2,34	0,00 -- 3,14
B	2,35 -- 2,64	3,15 -- 3,54
C	2,65 -- 2,98	3,55 -- 3,99
D	2,99 -- 3,35	4,00 -- 4,49
E	3,36 -- 3,72	4,50 -- 4,99
F	3,73 -- 4,17	5,00 -- 5,59
G	4,18 -- 4,69	5,60 -- 6,29
H	4,70 -- 2,29	6,30 -- 7,09
J	5,30 -- 5,96	7,10 -- 7,99
K	5,97 -- 6,70	8,00 -- 8,99
L	6,71 -- 7,45	9,00 -- 9,99
M	7,46 -- 8,35	10,00 -- 11,19
N	8,35 -- 9,31	11,20 -- 12,49
P	9,32 -- 10,43	12,50 -- 13,99
R	10,44 -- 11,93	14,00 -- 15,99
S	11,94 -- 13,42	16,00 -- 17,99
T	13,43 -- 14,91	18,00 -- 19,99
U	14,92 -- 16,70	20,00 -- 22,39
V	16,71 -- y más	22,40 -- y más

c) Motores de alto par. Los motores de alto par están diseñados para operar en condición estacionaria y deben marcarse de acuerdo con lo indicado en el inciso a) antes indicado.

Excepción: Los datos del par a rotor bloqueado deben reemplazar a los caballos de potencia (CP).

d) Equipo con varios motores y cargas combinadas

1) El equipo con varios motores y cargas combinadas debe tener una placa visible en la que se indique: nombre del fabricante, tensión eléctrica de operación, frecuencia, número de fases, capacidad de conducción de corriente mínima para el conductor de suministro, máxima corriente eléctrica nominal del dispositivo contra cortocircuito y de protección de falla a tierra. La capacidad de conducción de corriente del conductor debe determinarse de acuerdo con lo indicado en 430-24, incluyendo todos los motores, así como las cargas que deben operar al mismo tiempo. La capacidad del dispositivo contra cortocircuito, así como la protección de falla a tierra, no debe exceder de los valores obtenidos de 430-53. El equipo con varios motores que utiliza dos o más circuitos debe tener las indicaciones anteriores para cada uno de los circuitos.

2) Cuando el equipo no viene cableado de fábrica, y las placas individuales de cada uno de los motores y las cargas adicionales son visibles después de haber sido ensamblado el equipo, las placas individuales cumplen con la identificación requerida.

430-8. Marcado en controles. El equipo de control de motores debe estar debidamente identificado con: nombre del fabricante, tensión y corriente eléctricas y capacidad nominal en kW o CP proporcionando los datos para todos aquellos motores en los que puedan utilizarse. Un equipo de control que incluya la protección de sobrecorriente para un motor o grupo de motores, debe tener la indicación completa de la protección de sobrecarga del motor, la máxima corriente eléctrica de cortocircuito y la protección contra falla a tierra para tales aplicaciones.

Los controladores combinados que usen interruptor automático de disparo instantáneo ajustable, deben contener claramente las indicaciones correspondientes a la corriente eléctrica de ajuste del elemento de disparo ajustable.

Cuando el control del motor forma parte integral del motor o de un grupo motor-generator, no es necesario que se indique las características de éste, siempre y cuando estén incluidas en la placa del motor. Las características de estos controles que forman parte integral de un equipo aprobado como unidad, pueden estar indicadas en la placa general del equipo.

430-9. Terminales

a) Identificación. Las terminales tanto de los equipos de control como de los motores deben estar debidamente identificados, ya sean por dígitos o por colores, para indicar las conexiones correctas.

b) Conductores. Las terminales de equipo de control y las de los dispositivos de control, deben ser conectados con conductores de cobre a menos que esté aprobado e identificado para uso con otro tipo de conductor.

c) Apriete de terminales. Los dispositivos de los circuitos de control con terminales de presión roscada, que empleen conductores de cobre de 2,08 mm² (14 AWG) o menores, deben tener un apriete mínimo de 0,8 N-m a no ser que se indiquen otros valores.

430-10. Espacios para cableado en los gabinetes

a) Disposiciones generales. Los gabinetes de equipo de control, así como los de los medios de desconexión, no deben utilizarse como cajas de conexión, canales auxiliares o canalizaciones para llevar a cabo empalmes, alimentaciones o derivaciones para otros aparatos eléctricos, a menos que su diseño contemple el espacio adecuado para tal propósito.

NOTA: Véase 373-8, gabinetes para desconectores y para dispositivos de protección contra sobrecorriente.

b) Espacio para doblado de cables dentro de los gabinetes de equipos de control. El espacio mínimo para el acomodo de cables en los gabinetes de control del motor debe estar de acuerdo con las medidas indicadas en la Tabla 430-10 (b), donde se indican las medidas de la siguiente forma: en línea recta desde el conector hasta la pared o barrera, en el sentido en que los conductores salen del gabinete. Cuando se tiene como alternativa que las terminales son proporcionadas por el fabricante del equipo de control, deberán estar identificadas por el fabricante para su uso con el controlador y no deben reducir el espacio mínimo requerido para el acomodo de los cables.

TABLA 430-10 (b).- Medidas de espacio mínimo para el acomodo de cables, de las cajas de conexiones en motores (cm)

Tamaño o designación del conductor		Conductores por terminal* (cm)	
mm ²	AWG o kcmil	1	2
2,08-5,26	(14-10)	No especificado	---
8,37-13,3	(8-6)	3,8	---
21,2-26,7	(4-3)	5,1	---
33,6	(2)	6,3	---
42,4	(1)	7,6	---
53,5	(1/0)	12,7	12,7
67,4	(2/0)	15,2	15,2
85,0-107	(3/0-4/0)	17,8	17,8
127	(250)	20,3	20,3
152	(300)	25,4	25,4
177-253	(350-500)	30,5	30,5
304-355	(600-700)	35,6	40,6
380-456	(750-900)	45,7	48,2

* Cuando sean tres o más los conductores por terminal, el espacio mínimo para acomodo de cables debe apegarse con lo indicado en el Artículo 373.

430-11. Protección contra líquidos. Debe instalarse protecciones o envoltentes con el fin de dar la protección adecuada, tanto a los alimentadores al motor, como a los aislamientos de éstos en sus conexiones, cuando se instalen en lugares en donde pueda presentarse goteo o rociarse sobre el motor: aceite, agua o cualquier otro líquido que lo pueda dañar, a menos que el motor esté diseñado para soportar esas condiciones existentes.

430-12. Cajas para las terminales de los motores

a) Material. Cuando los motores están provistos de cajas terminales, éstas deben ser metálicas y de construcción robusta.

Excepción: En lugares que no sean clasificados como peligrosos, pueden emplearse cajas de conexiones que no sean metálicas e incombustibles, siempre y cuando se tenga un medio de conexión a tierra entre la carcasa del motor y la conexión a tierra del equipo incorporado al gabinete.

b) Dimensiones y espacio para conexiones y empalmes. Cuando las cajas para terminales de los motores contengan empalmes o conexiones de los alimentadores, éstas deben tener las medidas mínimas que se indican en la Tabla 430-12 (b).

TABLA 430-12 (b).- Medidas mínimas de las cajas terminales para conexión de cable a cable en Motores de 28 cm de diámetro o menores

Kw		CP	Dimensiones mínimas de la caja (cm)		Volumen mínimo utilizable cm³	
0,75 y menores*		(1 o menores*)	4,1		170	
1,12; 1,50 y 2,24**		(1 ½, 2 y 3**)	4,5		275	
3,75 y 5,60		(5 y 7 ½)	5,0		365	
7,50 y 1,19		(10 y 15)	6,5		595	
Motores de corriente alterna (c.a.) de diámetro mayor a 28 cm						
Corriente eléctrica a plena carga para motores trifásicos con un máximo de 12 terminales	Dimensión mínima de la abertura de la caja de terminales	Volumen mínimo utilizable	Potencia típica máxima (trifásico)			
			220 V y 230 V		440 V y 460 V	
			kW	CP	kW	CP
A	cm	cm³				
45	6,5	595	11,2	15	22,4	30
70	8,4	1 265	18,7	25	37,3	50
110	10,0	2 295	20,8	40	56,0	75
160	12,5	4 135	44,8	60	93,3	125
250	15,0	7 380	74,6	100	149	200
400	17,5	13775	119	150	224	300
600	20,0	25255	187	250	373	500
Motores de corriente continua (c.c.)						
Motores de un máximo de 6 terminales, en ampere (A)		Cajas de terminales; dimensiones mínimas cm		Volumen mínimo utilizable cm³		
68		6,5		425		
105		8,4		900		
165		10,0		1 640		
240		12,5		2 950		
375		15,0		5 410		
600		17,5		9 840		
900		20,0		18 030		

* Para motores de potencia nominal de 746 W (1 CP) o menor, y con la caja para conexiones terminales, parcial o completamente integrada a la carcasa del motor o en un extremo de ésta, el volumen de la caja terminal no debe ser menor a 18,0 cm³ para conexiones de cable a cable. No se especifica la dimensión mínima de la abertura de la tapa.

** Para motores de potencia nominal de 1,12 kW; 1,50 kW, y 2,24 kW (1-1/2, 2 y 3 CP), las cajas para conexiones terminales, parcial o completamente integrada a la carcasa del motor a un extremo de ésta, el volumen de la caja no debe ser menor a 23,0 cm³. No se especifica la dimensión mínima de la abertura de la tapa.

c) Dimensiones y espacio para conexiones fijas. Cuando las cajas de conexión contienen terminales fijas (tablillas de terminales), deben ser de tamaño suficiente para proporcionar el espacio mínimo y los volúmenes utilizables de acuerdo con lo indicado en las Tablas 430-12(c)(1) y 430-12(c)(2).

d) Conductores de tamaños superiores o conexiones de fábrica. Para motores de gran capacidad, gran número de terminales o con conductores de gran sección transversal, o cuando los motores son instalados como parte de un equipo armado en fábrica, sin conexiones adicionales requeridas en la caja de conexiones del motor durante la instalación del equipo, la caja para terminales debe ser de tamaño amplio para hacer conexiones; los requerimientos de volumen mínimo anteriormente establecidos para los cajas de terminales no serán aplicables.

e) Conexiones de puesta a tierra del equipo. Se deben proveer medios para fijar un conductor de puesta a tierra al equipo de acuerdo con lo indicado en 250-113 para conexiones cable a cable o conexiones fijas. Los medios para tales conexiones pueden estar dentro o fuera de la caja para terminales.

Excepción: Cuando un motor se instale como parte de un equipo armado en fábrica que requiere ser puesto a tierra y no se necesitan conexiones adicionales en la caja durante la instalación del equipo, no se requiere un medio separado para poner a tierra el motor.

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

Tensión eléctrica nominal V	Espaciamento mínimo en cm	
	Entre las terminales de línea	Entre las terminales de línea y otras partes metálicas No aisladas
240 o menos	0,6	0,6
Mayores de 250 a 600 inclusive	0,9	0,9

TABLA 430-12 (c)(2).- Volúmenes utilizables (terminales fijas)

Tamaño o designación del conductor alimentador		Volumen mínimo utilizable por cada conductor alimentador cm ³
mm ²	AWG	
2,08	14	16
3,31 y 5,26	12 y 10	20
8,37 y 13,3	8 y 6	37

430-13. Boquillas. Cuando los conductores pasan a través de una abertura en una envolvente, caja de paso o barrera de separación, debe usarse una boquilla para protegerlos de los bordes de las aberturas que presenten filo. La boquilla debe ser lisa, de superficie redondeada donde puedan estar en contacto con los conductores, y si se usa donde pueda haber aceites, grasas u otros contaminantes, debe ser de material que no se deteriore por la presencia de los mismos.

NOTA: Para conductores expuestos a agentes deteriorantes, véase 310-9.

430-14. Localización de los motores

a) Ventilación y mantenimiento. Los motores deben ubicarse de manera que tengan una ventilación adecuada y que el mantenimiento tal como la lubricación de soportes y reemplazo de escobillas, pueda hacerse fácilmente.

b) Motores abiertos. Los motores abiertos que tienen conmutadores o anillos colectores deben localizarse o estar protegidos de manera que las chispas no puedan alcanzar los materiales combustibles adyacentes, pero esto no prohíbe la instalación de estos motores sobre pisos o soportes de madera.

430-16. Depósito o acumulaciones de polvo. En lugares donde el polvo o material que flote en el ambiente pueda depositarse sobre el motor o dentro del mismo en cantidades tales que afecten su ventilación o enfriamiento y, por consiguiente, puedan originar temperaturas peligrosas, se deben emplear motores tipo cerrados que no se sobrecalienten al trabajar en esas condiciones.

NOTA: En condiciones especialmente severas puede requerirse el uso de motores cerrados ventilados mediante tuberías o ubicar las envolventes en locales separados herméticos al polvo, debidamente ventilados por una fuente de aire limpio.

430-17. Motor de mayor o menor potencia. En la determinación del cumplimiento de las Secciones 430-24, 430-53 (b) y 430-53 (c), el motor de mayor potencia o el de menor potencia debe ser el que tenga la corriente eléctrica nominal (a plena carga) más grande o más pequeña, respectivamente, tal y como se selecciona en las Tablas 430-147, 430-148 y 430-150.

430-18. Tensión eléctrica nominal de sistemas de rectificación. Para determinar la tensión eléctrica nominal de un sistema derivado de rectificación, se debe usar el valor nominal de tensión eléctrica de la onda de c.a. que esté siendo rectificada.

Excepción: Se debe utilizar la tensión eléctrica nominal de la onda de c.c. del rectificador, si ésta excede el valor de pico de la onda de tensión eléctrica de c.a. que está siendo rectificada.

B. Conductores para circuitos de motores

430-21. Disposiciones generales. En esta Parte B, se especifica el tamaño nominal de los conductores con capacidad para alimentar un motor, los cuales transportan la corriente eléctrica necesaria sin que se presente sobrecalentamiento, bajo las condiciones especificadas.

Excepción: Las disposiciones establecidas en 430-124 se aplican para tensiones superiores a 600 V nominales.

Las disposiciones de los Artículos 250, 300 y 310 no deben aplicarse a los conductores que forman parte integral de un equipo aprobado o a conductores integrados a motores, controles de motores y similares.

NOTA 1: Véase 300-1 (b) y 310-1 para condiciones similares.

NOTA 2: Véase 430-9 (b) para terminales requeridas en dispositivos y de equipos.

430-22. Un solo motor

a) General. Los conductores del circuito derivado para suministrar energía eléctrica a un solo motor, deben tener capacidad de conducción de corriente no menor a 125% de la corriente eléctrica nominal (de plena carga).

Para un motor de varias velocidades, los conductores del circuito derivado de alimentación al controlador, deben seleccionarse tomando como base la corriente eléctrica nominal más alta indicada en la placa del motor; para seleccionar los conductores en el circuito derivado entre el equipo de control y el motor, debe tomarse como base la corriente eléctrica nominal de los devanados que los conductores energizan.

Excepción 1: Para motores de corriente continua (c.c.) con una fuente de poder de rectificación monofásica, los conductores entre el control y el motor deben tener una capacidad de conducción de corriente no menor que los siguientes por cientos de la corriente eléctrica nominal del motor a plena carga:

a. Cuando se usa un rectificador monofásico de media onda, 190%.

b. Cuando se usa un rectificador monofásico de onda completa, 150%.

Excepción 2: Los conductores de circuitos de alimentación de equipos convertidores incluidos como parte de un sistema de control de velocidad ajustable, deben tener una capacidad de conducción de corriente no menor a 125% la capacidad nominal de entrada del equipo convertidor.

Para motores con arranque en estrella, conectados para funcionar en delta, la selección de los conductores de circuitos derivados en el lado de la línea del controlador debe basarse en la corriente eléctrica a plena carga. La selección de conductores entre el controlador y el motor debe basarse en un 58% de la corriente eléctrica del motor a plena carga.

b) Servicio no continuo. Los conductores que alimenten un motor que se utilice por corto tiempo, en forma intermitente, periódica o haciendo variar su carga, deben tener una capacidad de conducción de corriente no menor a la indicada en la Tabla 430-22 (b), a menos que sea autorizado el utilizar un conductor de tamaño nominal menor.

TABLA de 430-22 (b).- Servicio por ciclo de trabajo

Clasificación del servicio	Por ciento de la corriente eléctrica nominal indicada en la placa de datos			
	Régimen de trabajo del motor			
	5 min	15 min	30 min y 60 min	Servicio continuo
Servicio de corto tiempo Accionamiento de válvulas, ascenso y descenso de rodillos	110	120	150	---
Servicio intermitente elevadores y montacargas, máquinas herramientas, bombas y puentes levadizos, mesas giratorias, etc., para soldadoras de arco, véase 630-21	85	85	90	140
Servicio periódico: Rodillos, equipos para manejo de minerales y carbón, etc.	85	90	95	140
Servicio variable	110	120	150	200
Cualquier motor debe considerarse de servicio continuo, a menos que la naturaleza del aparato eléctrico que acciona, sea tal que el motor no opere continuamente con carga bajo cualquier condición de operación.				

c) Envoltentes de terminales separadas. Los conductores entre un motor estacionario de potencia nominal de 746 W (1 CP) o menor y con envoltente de terminales separada, como se permite en 430-145 (b), pueden ser menores al tamaño nominal de 2,08 mm² (14 AWG), pero nunca menor a 0,824 mm² (18 AWG), siempre y cuando el conductor seleccionado tenga la capacidad de conducción de corriente especificada en el inciso a), arriba indicado.

430-23. Secundario del motor de rotor devanado

a) Servicio continuo. Para un motor de corriente alterna (c.a.) con rotor devanado que opera en servicio continuo, los conductores que conecten al rotor devanado del motor con su equipo de control deben tener una capacidad de conducción de corriente no menor a 125% de la corriente eléctrica a plena carga del devanado del motor.

b) Servicio no continuo. Para un motor de c.a. que opera en servicio no continuo, los conductores deben tener una capacidad de conducción de corriente, en por ciento de la corriente eléctrica a plena carga del rotor devanado, no menor a lo especificado en la Tabla 430-22 (b).

c) Resistencia separada de los controles. Cuando la resistencia secundaria está separada de los controles del motor de rotor devanado, la capacidad de conducción de corriente de los conductores entre el control y la resistencia, no debe ser menor a la mostrada en la Tabla 430-23 (c).

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

Clasificación de servicio en función de la resistencia	Capacidad de conducción de corriente del conductor en por ciento de la corriente eléctrica del secundario a plena carga
Arranque ligero	35
Arranque pesado	45
Arranque extra-pesado	55
Arranque intermitente ligero	65
Arranque intermitente medio	75
Arranque intermitente pesado	85
Servicio continuo	110

430-24. Varios motores o motor(es) y otra(s) carga(s). Los conductores que suministren energía eléctrica a varios motores o a motores y otras cargas, deben tener una capacidad de conducción de corriente, cuando menos de la suma de las corrientes a plena carga nominales de todos los motores, más un 25% de la corriente nominal del motor mayor del grupo, más la corriente nominal de las otras cargas determinadas de acuerdo con lo indicado en el Artículo 220 y otras Secciones aplicables.

Excepción 1: Cuando uno o más motores del grupo operan por corto tiempo, en forma intermitente periódica o variable, la corriente eléctrica nominal de estos motores se debe sumar de acuerdo con lo indicado en la Sección 430-22(b). Para determinar el motor de mayor capacidad que debe formar parte de la suma total, se debe tomar el mayor valor en amperes resultante de la aplicación del factor adecuado al régimen de trabajo, según se indica en la Sección 430-22(b) o el motor que en operación continua tome la mayor corriente eléctrica a plena carga, multiplicado por 1,25.

Excepción 2: La capacidad de conducción de corriente de los conductores que alimenten a motores de equipos de calefacción eléctrica fija, debe seleccionarse de acuerdo a lo indicado en 424-3 (b).

Excepción 3: Cuando el circuito se pueda bloquear de forma que impida el arranque de otros motores u otras cargas selectivamente, la capacidad de conducción de corriente del alimentador podrá determinarse como la suma de las corrientes de los motores y las de las otras cargas que puedan operar al mismo tiempo, tomándose esta suma como la corriente eléctrica total.

430-25. Varios motores en combinación con otras cargas. La capacidad de conducción de corriente de los conductores que alimenten varios motores en combinación con otras cargas, no debe ser menor que la capacidad de corriente mínima marcada en el equipo de acuerdo con lo indicado en 430-7 (d). Cuando el equipo no viene cableado de fábrica y las placas de sus diferentes partes están a la vista de acuerdo con lo indicado en 430-7(d)(2), el conductor seleccionado debe tener una capacidad de conducción de corriente como se establece en 430-24.

430-26. Factor de demanda para el alimentador. Cuando resulte un calentamiento reducido en los conductores de los motores que operen por ciclos o en forma intermitente o cuando los motores no operen al mismo tiempo, se permite que los alimentadores tengan una capacidad de conducción de corriente menor que la especificada en 430-24, pero condicionado a que los conductores tengan suficiente capacidad de conducción de corriente para la carga máxima determinada de acuerdo con el tamaño y número de los motores a alimentar y las características y régimen de trabajo de las cargas. Para efectos de aprobación, será necesario presentar el estudio de ingeniería que demuestre fehacientemente la carga máxima a que se someterán los conductores.

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

430-28. Conexiones en derivación en los alimentadores. Los conductores para conexiones en derivación en los alimentadores deben tener una capacidad de conducción de corriente no menor a la indicada en la parte B; deben terminar en un dispositivo de protección de circuito derivado y deben cumplir con los siguientes requisitos:

- (1) estar dentro de un equipo de control cerrado o dentro de una canalización, no tener longitud mayor de 3,00 m y, para instalaciones en campo, deben estar protegidos por un dispositivo de protección de sobrecorriente en el lado de la línea de alimentación de la derivación; la capacidad o ajuste de este dispositivo no excederá 1 000% de la capacidad del conductor de la derivación; o
- (2) tener una capacidad de conducción de corriente de al menos un tercio de la correspondiente al alimentador, estar protegidos contra daño físico, dentro de un equipo de control cerrado o dentro de una canalización, y no tener una longitud mayor de 7,60 m o
- (3) tener la misma capacidad de conducción de corriente que el alimentador.

Excepción: Derivaciones mayores a 7,60 m de longitud. En naves de techo alto (mayores a 10,67 m de altura), se permite que los conductores derivados del alimentador principal no sean mayores a 7,60 m de longitud en dirección horizontal y su longitud total no mayor a 30,50 m, cuando se reúnan las condiciones siguientes:

- a. Que la capacidad de conducción de corriente de los conductores derivados no sea menor a un tercio de la de los alimentadores.
- b. Que los conductores derivados terminen en un solo interruptor automático o en un juego sencillo de fusibles, de conformidad con (1) Parte D, donde la derivación es un circuito derivado (2) Parte E si la derivación es un alimentador.
- c. Que los conductores de la derivación se protejan contra daño físico y sean instalados en canalizaciones.
- d. Que los conductores de la derivación sean continuos sin empalmes en toda su longitud.
- e. Que los conductores de la derivación sean de un tamaño nominal de 13,3 mm² (6 AWG) en cobre o 21,2 mm² (4 AWG) en aluminio o mayores.
- f. Que los conductores de la derivación no se encuentren alojados en muros, pisos o techos.
- g. Que la derivación no se realice a menos de 9 m del piso.

430-29. Motores de corriente continua (c.c.) de tensión eléctrica constante -Resistencias de potencia.- Los conductores que conectan el controlador del motor a las resistencias de potencia para acelerar el motor, así como para el frenado dinámico, éstas se encuentran montadas en forma separada de la armadura, deben tener una capacidad de conducción de corriente no menor a los valores indicados en la Tabla 430-29, para corriente eléctrica del motor a plena carga. Si se usa una resistencia en derivación, la capacidad de conducción de corriente del conductor de aceleración debe estar de acuerdo con la corriente eléctrica a plena carga del motor más la corriente eléctrica de la resistencia en derivación del inducido del motor.

Los conductores de la resistencia en derivación deben tener una capacidad de conducción de corriente no menor a la que se calcula con la Tabla 430-29, tomando la corriente eléctrica de la resistencia a plena carga.

TABLA 430-29. Factores de capacidad de conducción de corriente de los conductores para resistencias de potencia

Tiempo en segundos		Capacidad de conducción de corriente de los conductores en por ciento de la corriente a plena carga del motor
Encendido	Apagado	
5	75	35
10	70	45
15	75	55
15	45	65
15	30	75
15	15	85
Servicio continuo		110

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

430-31. Disposiciones generales. Las disposiciones de la Parte C especifican los dispositivos de sobrecarga destinados a proteger a los motores, a los aparatos para el control de los mismos y a los conductores de los circuitos derivados que los alimentan, contra el calentamiento excesivo debido a sobrecargas y fallas en el arranque.

Una sobrecarga de un aparato eléctrico origina una sobrecorriente que, si persiste por un tiempo prolongado, puede dañar o calentar peligrosamente el aparato. Esto no incluye a los cortocircuitos ni a las fallas a tierra.

NOTA: para el caso de bombas para equipos contra incendio, véase 695.

Los requisitos de esta Sección no son aplicables a circuitos de motores que operen en tensiones eléctricas nominales mayores de 600 V. Véase Parte J.

430-32. Motores de servicio continuo

a) De más de 746 W (1 CP). Cada motor de servicio continuo de más de 746 W (1 CP) debe protegerse contra sobrecarga por uno de los medios siguientes:

1) Un dispositivo separado de sobrecarga que sea sensible a la corriente eléctrica del motor. La corriente eléctrica nominal o de disparo de este dispositivo no debe ser mayor que los por cientos de la corriente de placa a plena carga del motor, como sigue:

- | | |
|--|------|
| - Motores con factor de servicio indicado no menor a 1,15 | 125% |
| - Motores con indicación de elevación de temperatura no mayor a 40°C | 125% |
| - Todos los demás motores | 115% |

Este valor puede ser modificado según lo permitido por la Sección 430-34.

Para un motor de varias velocidades, cada conexión del devanado debe ser considerada por separado.

Cuando el dispositivo de sobrecarga separado del motor esté conectado de manera que no conduzca la corriente eléctrica total indicada en la placa de características del motor, tal como es el caso de arranque en estrella-delta, se debe indicar en el equipo el valor de ajuste apropiado de disparo del dispositivo de protección o debe considerarse la tabla que el fabricante proporcione para su selección.

NOTA: Cuando se utilizan capacitores para corregir el factor de potencia, y son instalados en el lado de la carga, entre el motor y el dispositivo de sobrecarga, véase 460-9.

2) Una protección térmica integrada al motor y aprobada para este uso con el motor que protege, debe prevenir los daños por sobrecalentamiento del motor, así como por fallas en el arranque. La corriente eléctrica de disparo de la protección térmica del motor no debe exceder de los siguientes valores en por ciento sobre los valores de corriente eléctrica a plena carga de los motores que se indican en las Tablas 430-148 y 430-150:

- | | |
|---|------|
| - Motor a carga plena cuya corriente eléctrica sea menor 9 A | 170% |
| - Motor a carga plena con corriente eléctrica de operación entre 9,1 A y 20 A | 156% |
| - Motor a carga plena con corriente eléctrica de operación mayor a 20 A | 140% |

Si el dispositivo de interrupción de corriente se encuentra separado del motor y el circuito de control es operado por la protección integral del motor, debe estar arreglado en forma tal que cuando abra la protección del motor, también abra el circuito de control.

3) Se permite un dispositivo de protección integrado al motor de tal forma que lo proteja contra daños en una falla de arranque, siempre y cuando el motor sea parte integrante de un ensamble aprobado que normalmente no sujete al motor a sobrecargas.

4) En motores mayores a 1 120 kW (1 500 CP) se requiere de un dispositivo de protección con sensores de temperatura, en contacto con el devanado, que provoquen una interrupción de la corriente eléctrica al motor, cuando se presente un incremento mayor al que se indica en la placa del motor, sobre un ambiente de 40°C.

b) Motores de 746 W (1 CP) y menores, con arranque no automático

1) Un motor que opere en servicio continuo de capacidad de 746 W (1 CP) o menor que no esté instalado en forma permanente, con arranque no automático y que esté a la vista de su controlador, se permite considerarlo protegido contra sobrecarga por el dispositivo de protección contra cortocircuito y de falla a tierra del circuito derivado. Este dispositivo no deberá ser mayor a lo que se especifica en la Parte D del Artículo 430.

Excepción: Esta situación se permite para motores en circuitos con tensión eléctrica nominal de 120 V o 127 V, con protección del circuito derivado respectivo de no más de 20 A.

2) Cualquiera de estos motores que no esté a la vista del control debe protegerse de acuerdo con lo especificado en 430-32 (c).

Cualquier motor de 746 W (1 CP) o menor que esté instalado en forma permanente, debe estar protegido de acuerdo con lo especificado en 430-32 (c).

c) Motor de 746 W (1 CP) o menor, con arranque automático. Cualquier motor de 746 W (1 CP) o menor, con arranque automático, debe protegerse contra sobrecarga por uno de los siguientes medios:

1) Un dispositivo de sobrecarga separado que responda a la corriente eléctrica del motor.

Este dispositivo debe seleccionarse para que desconecte o tenga como máximo su capacidad nominal de acuerdo con los siguientes por cientos de la corriente eléctrica de placa a plena carga del motor:

- Motores con factor de servicio indicado no menor a 1,15	125%
- Motores con indicación de elevación de temperatura no mayor a 40°C	125%
- Todos los demás motores	115%

Para motores de varias velocidades cada conexión de los devanados debe considerarse en forma separada. Las modificaciones a estos valores deben estar de acuerdo con lo indicado en 430-34.

2) Una protección térmica integrada al motor y aprobada para ser usada con el motor que protege contra sobrecalentamiento peligroso debido a sobrecarga o falla en el arranque. Si el dispositivo de interrupción de corriente del motor se encuentra separado del mismo y su circuito de control se acciona por un dispositivo protector que forma parte integral del motor, debe disponerse de tal forma que la desconexión del circuito de control interrumpa la corriente eléctrica del motor.

3) Se permite proteger al motor con un dispositivo de protección que forme parte integral del motor y que puede proteger al motor contra sobrecargas y fallas en el arranque si:

- (1) el conjunto es parte de un conjunto aprobado que no someta al motor a sobrecargas.
- (2) el conjunto está equipado también con otros controladores de seguridad (como el controlador de seguridad de combustión de un quemador de petróleo doméstico), que proteja al motor contra daños debidos a fallas en el arranque. Cuando el conjunto tenga controladores de seguridad que protejan al motor, debe indicarse en la placa de especificaciones en un lugar visible incluso después de instalado.

4) Si la impedancia de los devanados del motor es suficiente para prevenir el sobrecalentamiento por fallas en el arranque, se permite proteger al motor como se especifica en 430-32(b)(1) para motores que se arranquen en forma manual, si el motor forma parte de un conjunto ensamblado de fábrica y el motor se limita a sí mismo para no sobrecalentarse en forma peligrosa.

NOTA: Muchos motores de corriente alterna menores a 37 W (1/20 CP), como son motores de relojes, motores tipo serie, etc., y también algunos de mayor capacidad como los de alto par, deben incluirse en esta clasificación. Esto no incluye a motores de fase partida, que tienen desconectador automático que desconectan las bobinas de arranque.

d) Motores de rotor devanado. A los circuitos secundarios de los motores de c.a. de rotor devanado, incluyendo sus conductores, controles, resistencias, etc., se permite considerarlos protegidos contra sobrecargas por el mismo dispositivo de protección de sobrecarga del motor.

430-33. Servicios intermitentes y similares. Un motor cuyas condiciones de funcionamiento sean de operación por corto tiempo, intermitentes, periódico o varíen su servicio, como están ilustrados por la Excepción de la Tabla 430-22(b), se permite su protección contra sobrecargas por el dispositivo de protección contra cortocircuito y falla a tierra del circuito derivado, siempre y cuando la protección no exceda la especificación indicada en la Tabla 430-152.

La aplicación de cualquier motor se debe considerar como de trabajo continuo, a menos que los equipos que acciona sean tal, que éstos no puedan funcionar continuamente con carga bajo ninguna condición de operación.

430-34. Selección del relevador de sobrecarga. Cuando el relevador de sobrecarga se selecciona de acuerdo con lo especificado en 430-32(a)(1) y (c)(1) y no sea suficiente para soportar la carga aplicada, se permite utilizar el relevador inmediato superior, siempre que su corriente eléctrica de disparo no exceda los por cientos de la corriente del motor operando a plena carga indicados a continuación:

- Motores con factor de servicio indicado no menor a 1,15	140%
- Motores con indicación de elevación de temperatura no mayor a 40°C	140%
- Todos los demás motores	130%

Si no se tiene alguna derivación durante el arranque, como se indica en 430-35, el dispositivo de protección contra sobrecarga debe tener el suficiente retardo de tiempo para que permita al motor arrancar y acelerar su carga.

NOTA: Un relevador de sobrecarga clase 20 o 30 da un tiempo de aceleración al motor, mayor que uno de clase 10 o 20. El empleo de un relevador de sobrecarga de clase mayor evita la necesidad de seleccionar un dispositivo de corriente de disparo mayor.

430-35. Derivaciones durante el periodo de arranque

a) Arranque no automático. La protección contra sobrecarga de un motor con arranque no automático, puede ponerse en derivación o desconectarse del circuito durante el periodo de arranque, siempre que el dispositivo que lo ponga en derivación o lo desconecte no pueda quedarse en la posición de arranque, además, que los fusibles o el interruptor automático de tiempo inverso del motor estén calibrados o ajustados a no más de 400% de la corriente eléctrica a plena carga del motor y estén ubicados en el circuito de tal forma que funcionen durante el periodo de arranque del motor.

b) Arranque automático. Si el motor arranca automáticamente, el dispositivo de protección contra sobrecarga no debe ser puesto en derivación o desconectado del circuito.

Excepción: La protección de sobrecarga del motor puede derivarse o desconectarse del circuito durante el arranque automático del motor cuando:

1) El periodo de arranque del motor exceda el tiempo de retardo de los dispositivos de protección contra sobrecarga del motor.

2) Cuando se cuente con los medios aprobados para:

a) Verificar la rotación del motor, previniendo la derivación o la desconexión del circuito en caso de falla del motor en el arranque.

b) Limitar el tiempo de la protección de sobrecarga en derivación o desconexión del circuito, a un tiempo menor que el rango del tiempo de operación del motor a rotor bloqueado.

c) Prever el paro y la restauración manual del arranque del motor si no alcanza la condición de operación normal.

430-36. Uso de fusibles. Cuando se utilicen fusibles para la protección de sobrecarga de los motores, se debe intercalar un fusible en cada conductor de fase. Asimismo intercalar un fusible también en el conductor puesto a tierra, cuando el sistema de alimentación es de tres hilos, tres fases, en c.a., con un conductor puesto a tierra.

430-37. Dispositivos que no sean fusibles. Cuando se utilicen dispositivos que no sean fusibles para la protección contra la sobrecarga del motor, el número mínimo permitido y la ubicación de los dispositivos de sobrecarga, tales como bobinas de disparo o relevadores, debe estar de acuerdo con lo indicado en la Tabla 430-37.

430-38. Número de conductores abiertos por el dispositivo de sobrecarga. Los dispositivos de protección contra sobrecarga de los motores que no sean fusibles, elementos térmicos de corte o protectores térmicos, deben desconectar simultáneamente un número suficiente de conductores de fase para interrumpir el flujo de la corriente eléctrica al motor.

430-39. Control del motor como protección contra sobrecarga. Se permite que el controlador del motor funcione como dispositivo de protección de sobrecarga, si el número de unidades de sobrecarga cumple con la Tabla 430-37 y si estas unidades de sobrecarga funcionan en las posiciones de arranque y de operación normal en el caso de motores de c.c. y en la posición de operación normal en el caso de motores de c.a.

430-40. Relevador de sobrecarga. Los elementos térmicos de corte, relevador de sobrecarga y otros dispositivos para la protección contra sobrecarga del motor, que no sean capaces de interrumpir cortocircuitos, deben estar protegidos por fusibles o por interruptores automáticos con capacidad nominal o ajuste de acuerdo con lo indicado en 430-52 o por un dispositivo interno protector del cortocircuito, de acuerdo con lo indicado en 430-52.

Excepción 1: A menos que estén aprobados para instalación en grupo y lleven marcada la capacidad máxima del fusible o del interruptor automático de tiempo inverso mediante el cual están protegidos.

Excepción 2: La intensidad nominal del fusible o del interruptor automático debe estar marcada sobre la placa de características del equipo aprobado en el cual se use el elemento térmico de corte o relevadores de sobrecarga.

NOTA: Para interruptores automáticos de disparo instantáneo o un dispositivo protector de cortocircuito. Véase 430-52.

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

Tipo de motor	Sistema de alimentación	Número y ubicación de dispositivos de sobrecarga tales como bobinas de disparo o relevadores
1 fase c.a. o c.c.	2 hilos, 1 fase c.a. o c.c. ninguno puesto a tierra.	Uno en cualquier conductor.
1 fase c.a. o c.c.	2 hilos, 1 fase c.a. o c.c., un conductor puesto a tierra.	Uno en el conductor no puesto a tierra
1 fase c.a. o c.c.	3 hilos, 1 fase c.a. o c.c., con neutro puesto a tierra	Uno en cualquiera de los conductores no puestos a tierra
1 fase c.a.	Cualquiera de las 3 fases	Uno en el conductor no puesto a tierra
2 fases c.a.	3 hilos, 2 fases c.a., ninguno puesto a tierra	2, uno en cada fase
2 fases c.a.	3 hilos, 2 fases c.a., con 1 conductor puesto a tierra.	2 en los conductores no puestos a tierra
2 fases c.a.	4 hilos, 2 fases c.a., con o sin conductor de puesta a tierra.	2, uno por fase en conductores no puestos a tierra
2 fases c.a.	5 hilos, 2 fases c.a., con neutro puesto o no a tierra.	2, uno por fase en cualquier conductor no puesto a tierra
3 fases c.a.	Cualquiera de las 3 fases.	3, uno en cada fase*

***Excepción:** No se exige una unidad de sobrecarga en cada fase cuando se suministra protección contra sobrecarga por otros medios aprobados

430-42. Motores en circuitos derivados de uso general. La protección contra sobrecarga para motores instalados en circuitos derivados de uso general, permitida en el Artículo 210, debe disponerse como se indica en los incisos a continuación:

a) No mayor a 746 W (1 CP). En los circuitos derivados de uso general pueden conectarse uno o más motores sin protección individual contra sobrecargas solamente cuando se cumplan las limitaciones especificadas en 430-32(b) y (c) y en 430-53(a)1 y (a)2.

b) Mayor a 746 W (1 CP). Los motores de potencias mayores que las especificadas en 430-53 (a) pueden ser conectados a circuitos derivados de uso general solamente en caso de que cada motor esté protegido contra sobrecargas, según lo indicado en 430-32. Tanto el control como el dispositivo de protección contra sobrecargas deben marcarse para su instalación en grupo con el dispositivo de protección contra cortocircuito y falla a tierra debidamente seleccionado de acuerdo con lo indicado en 430-53.

c) Conectados mediante cordón y clavija a un receptáculo. Cuando un motor se conecta a un circuito derivado por medio de una clavija a un receptáculo y la protección individual contra sobrecarga es omitida, como está indicado en (a) anterior, la capacidad de la clavija y del receptáculo no debe ser mayor de 15 A en 120 V o 127 V o 10 A en 250 V. Cuando la protección individual contra sobrecarga es requerida, como se establece en (b) anterior, para un motor o un artefacto accionado por motor provisto de una clavija para conectarlo a un circuito derivado a través de un receptáculo, el dispositivo contra sobrecarga debe ser parte integral del motor o del artefacto. La capacidad de la clavija y del receptáculo determinará la capacidad nominal del circuito al cual se conectará el motor, como se establece en el Artículo 210.

d) Retardo de tiempo. El dispositivo de protección contra cortocircuito y falla a tierra de un circuito derivado en el cual el motor o artefacto accionado por motor está conectado, debe tener el suficiente retardo de tiempo para permitir que el motor arranque y acelere con carga.

430-43. Reiniciación automática. No debe instalarse ningún dispositivo de protección contra sobrecarga del motor, que pueda iniciar automáticamente el arranque de un motor, después de una desconexión o disparo por sobrecarga, a menos que sea aprobado para su uso con el motor al cual protege. No debe instalarse un sistema o dispositivo que pueda restablecer en forma automática el arranque del motor después de un paro por falla, si la reanudación automática del arranque puede ocasionar daños a personas.

430-44. Paradas programadas. Si una parada automática inmediata de un motor mediante un dispositivo de protección de sobrecarga introduce riesgos adicionales o incrementa los riesgos a personas, y si es necesaria una operación continua del motor para una parada segura del equipo o del proceso, debe conectarse un dispositivo sensor de sobrecarga del motor de acuerdo con las disposiciones de la parte C de esta Sección, que opere una alarma supervisada, en lugar de causar una interrupción inmediata del motor, de tal manera que pueda iniciarse una acción correctiva o una parada programada.

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

430-51. Disposiciones generales. La Parte D especifica los dispositivos destinados a proteger a los conductores de los circuitos derivados para motores, a los aparatos de control de motores y a los motores, contra sobrecorrientes eléctricas debidas a cortocircuitos o fallas a tierra. Estas disposiciones se suman a las disposiciones del Artículo 240 o las modifican. Los dispositivos contemplados en la parte D no incluyen a aquéllos requeridos por 210-8, 230-95 y 305-6.

Las disposiciones de la Parte D no se aplican a circuitos de motores con tensiones mayores de 600 V. Véase Parte J.

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

a) General. El dispositivo de protección contra cortocircuitos y fallas de tierra de circuitos derivados para motores, debe cumplir con (b) y con (c) o (d) cuando sean aplicables.

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

c) Capacidad nominal o ajuste.

1) Debe utilizarse un dispositivo de protección, con una capacidad nominal o ajuste, seleccionado de tal forma que no exceda los valores dados en la Tabla 430-152.

Excepción 1: Cuando los valores determinados por la Tabla 430-152 para los dispositivos de protección contra cortocircuito y falla de tierra no correspondan a los tamaños o capacidades nominales de los fusibles, interruptores automáticos no ajustables o dispositivos térmicos de protección o posibles ajustes de interruptores automáticos, se permite el tamaño, capacidad o ajuste inmediato superior.

Excepción 2: Cuando los valores especificados por la Tabla 430-152 no son suficientes para la corriente eléctrica de arranque de motor:

a. La capacidad nominal de un fusible del tipo sin retardo y no mayor de 600 A puede aumentarse, pero en ningún caso debe exceder 400% de la corriente eléctrica del motor a plena carga.

b. La capacidad nominal de un fusible con retardo de tiempo (doble elemento) puede ser aumentada, pero en ningún caso debe exceder de 225% de la corriente eléctrica a plena carga.

c. El ajuste de un interruptor automático de tiempo inverso puede aumentarse, pero en ningún caso debe excederse (1) 400% de la corriente eléctrica a plena carga del motor de 100 A o menos o (2) 300% para corriente eléctrica a plena carga de 100 A o mayor.

d. La capacidad nominal de un fusible clasificado entre 601 A a 6 000 A puede ser aumentada, pero en ningún caso debe exceder el 300% de la corriente eléctrica del motor a plena carga.

NOTA: Véase 240-6 para capacidades nominales de fusibles o interruptores automáticos.

2) Cuando la capacidad nominal del dispositivo de protección de un circuito derivado contra cortocircuitos y fallas a tierra esté indicada en una tabla de protecciones contra sobrecarga de un fabricante, para ser usada con un controlador de motor o esté marcada en el equipo, estos valores de capacidad no deben ser excedidos, aun cuando sean permitidos mayores valores en las disposiciones anteriores.

3) Sólo se permite utilizar un interruptor automático de disparo instantáneo si es ajustable y forma parte de una combinación aprobada y listada de motor y controlador con protección coordinada del motor contra sobrecargas, cortocircuitos y fallas a tierra en cada conductor, y si el valor de disparo se ajusta para que no supere lo especificado en la Tabla 430-152. Se permite un protector del motor contra cortocircuitos en lugar de los dispositivos de la Tabla 430-152, si ese protector forma parte de una combinación aprobada y listada de motor y controlador con protección coordinada del motor contra sobrecargas, cortocircuitos y fallas a tierra en cada conductor que abra el circuito cuando la corriente eléctrica supere 1300% de la nominal a plena carga. Se permite usar un dispositivo de protección contra cortocircuitos del motor en lugar de los dispositivos indicados en la Tabla 430-152, si forma parte de una combinación protector-controlador aprobada y listada, que tenga en cada conductor activo, protección coordinada contra sobrecarga del motor, protección contra falla a tierra y contra cortocircuito y si va a operar a no más de 1300% de la corriente eléctrica del motor a carga plena. Un interruptor automático de disparo instantáneo o fusible protector de motor debe usarse sólo como parte de un controlador tipo de combinación que provea protección coordinada del circuito derivado del motor contra sobrecarga, cortocircuito y falla a tierra.

NOTA: Para los fines de este Artículo, los interruptores automáticos de disparo instantáneo pueden incorporar un medio para permitir la corriente transitoria del motor, para evitar los inconvenientes del disparo del interruptor automático.

Excepción 1: Cuando el valor especificado en la Tabla 430-152 no sea suficiente para la corriente eléctrica de arranque del motor, se permite aumentar el valor de disparo instantáneo del interruptor automático pero sin que en ningún caso supere 1 300% de la corriente eléctrica del motor a plena carga para motores distintos de los del diseño E, ni 1 700% para los motores para diseño E. Se permite que el valor de disparo de los interruptores automáticos sea superior a 800% para motores distintos de los de diseño E y superior a 1 100% para los motores diseño E, cuando esos valores sean necesarios según se demuestre con una evaluación de ingeniería. En tales casos no será necesario aplicar primeramente la restricción de disparo a 800% o a 1 100%.

Excepción 2: Cuando la intensidad del motor a plena carga sea de 8 A o menos se permite aumentar hasta el valor marcado en el controlador el valor de disparo instantáneo del interruptor automático con una capacidad nominal continua de 15 A o menos en una combinación aprobada y listada del motor y del controlador que ofrezca protección coordinada del circuito derivado del motor contra sobrecargas y cortocircuitos y fallas a tierra.

4) En motores de varias velocidades se permite instalar un solo dispositivo de protección contra cortocircuitos y fallas a tierra para dos o más de los devanados del motor, siempre que el valor nominal del dispositivo de protección no supere los por cientos anteriores sobre la capacidad nominal del devanado protegido más pequeño, según la placa de datos.

Excepción: En un motor de varias velocidades se permite utilizar un solo dispositivo de protección contra cortocircuitos y fallas a tierra, de valor nominal según la capacidad a plena carga del devanado de mayor intensidad, si cada devanado está equipado con protección individual contra sobrecargas de valor nominal de acuerdo con la capacidad a plena carga y si los conductores del circuito derivado que suministran energía a cada devanado, son de una intensidad nominal acorde con la capacidad a plena carga del devanado de mayor capacidad a plena carga.

5) En los sistemas de controladores de motores de estado sólido electrónicos, se permite utilizar fusibles adecuados en lugar de los dispositivos de la Tabla 430-152, siempre que al lado de los fusibles se marque claramente el valor nominal de los fusibles de repuesto.

d) Motores de alto par. Los circuitos para los motores de alto par deben protegerse a la capacidad nominal que aparezca en la placa de datos del motor, según lo indicado en 240-3(b).

430-53. Varios motores o cargas en un circuito derivado. Dos o más motores o uno o más motores y otras cargas, puedan conectarse al mismo circuito en las condiciones indicadas a continuación:

a) No mayor a 746 W (1 CP). Varios motores cuya potencia individual no exceda de 746 W (1 CP) podrán conectarse a un circuito derivado de 120 V o 127 V nominales, protegido a no más de 20 A o un circuito derivado de 600 V nominales o menos, protegido a no más de 15 A, si se cumplen las condiciones siguientes:

- 1) El valor nominal de la corriente eléctrica a plena carga de cada motor no exceda de 6 A.
- 2) No se exceda el valor nominal del dispositivo de protección contra cortocircuito y falla a tierra marcada en cualquiera de los controladores.
- 3) La protección individual contra sobrecarga de los motores esté conforme con lo establecido en 430-32.

b) Si se protege al motor más pequeño. Si el dispositivo de protección contra cortocircuito y falla de tierra del circuito derivado se ha seleccionado para que no sea mayor de lo permitido en 430-52 para el motor de menor potencia, se permite conectar dos o más motores o uno o varios motores y otras cargas, siempre que cada motor tenga su protección individual contra sobrecarga y siempre que se determine que dicho dispositivo protector del circuito derivado no debe abrir en las condiciones de trabajo normales más severas que puedan ocurrir.

c) Otras instalaciones en grupo. Se permite conectar a un circuito derivado dos o más motores de cualquier capacidad nominal o uno o más motores y otra(s) cargas(s), cuando cada motor que tenga protección individual contra sobrecarga, cuando el controlador del motor y el(los) dispositivo(s) de sobrecarga:

(1) estén instalados como un conjunto de fábrica aprobado y el dispositivo de protección contra cortocircuitos y fallas a tierra del circuito derivado del motor sea parte del conjunto o esté marcado en el conjunto;

(2) el dispositivo de protección contra cortocircuitos y fallas a tierra del circuito derivado del motor, el(los) controlador(es) del motor y el o los dispositivos de sobrecarga sean instalados en campo como conjuntos separados, aprobados para tal uso y provistos de las instrucciones del fabricante para usarse entre sí y

(3) cuando todas las condiciones siguientes se cumplan:

1) El dispositivo de protección contra sobrecarga de cada motor está aprobado para instalación en grupo con una capacidad nominal máxima especificada para el fusible, interruptor automático de tiempo inverso o ambos.

2) Cada control del motor está aprobado para instalación en grupo, con una capacidad nominal máxima especificada para el fusible, interruptor automático de tiempo inverso o ambos.

3) Cada interruptor automático es de tipo de tiempo inverso y está aprobado para ser instalado en grupo.

4) El circuito derivado debe estar protegido por fusibles o interruptores automáticos de tiempo inverso que tengan una capacidad no mayor a la especificada en 430-52, para el mayor motor conectado al circuito derivado, más una cantidad igual a la suma de las corrientes de plena carga de los demás motores y las capacidades nominales de otras cargas conectadas al circuito. Cuando este cálculo dé por resultado una capacidad nominal menor que la capacidad de conducción de corriente de los conductores de alimentación, la capacidad del fusible o de los interruptores automáticos puede aumentarse hasta un valor que no sea mayor que el permitido por 240-3(b)

5) Los fusibles del circuito derivado o interruptores automáticos de tiempo inverso no deben ser mayores que lo permitido en 430-40 para el relevador de sobrecarga que protege al motor de menor potencia del grupo.

NOTA: Véase 110-10, impedancia del circuito y otras características.

d) Derivación para un solo motor. Para las instalaciones en grupo descritas anteriormente, los conductores de cualquier derivación que alimenten a un solo motor no necesitan tener un dispositivo individual de protección contra cortocircuito y falla a tierra, siempre que cumplan con cualquiera de las condiciones siguientes:

(1) ningún conductor que alimente al motor debe tener una capacidad de conducción de corriente menor que la capacidad de los conductores del circuito derivado;

(2) ningún conductor que alimente al motor debe tener una capacidad de conducción menor que un tercio de la de los conductores del circuito derivado, teniendo como límite mínimo lo indicado en la Sección 430-22, y siempre que los conductores que van al dispositivo de protección contra sobrecarga del motor no tengan más de 7,5 m de longitud y estén protegidos contra daño físico.

430-54. Equipo con varios motores y cargas combinadas. El valor nominal del dispositivo de protección contra cortocircuitos y fallas a tierra del circuito derivado para equipo con varios motores y cargas combinadas, no debe exceder el valor indicado en el equipo de acuerdo con los requisitos establecidos en 430-7(d).

430-55. Protección combinada contra sobrecorriente. La protección contra cortocircuitos y fallas a tierra de un circuito derivado de motor y la protección contra sobrecarga del motor pueden combinarse en un solo dispositivo de protección, cuando la capacidad o 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 circuitos derivados deben cumplir con los requisitos indicados en 240-20.

430-57. Tamaño de los portafusibles. Cuando se emplea fusibles para la protección contra cortocircuitos y fallas a tierra de un circuito derivado de un motor, los portafusibles deben tener un tamaño no menor al necesario para instalar los fusibles especificados en la Tabla 430-152.

Excepción: Cuando se usen fusibles con retardo de tiempo adecuado para características de arranque del motor, se permite emplear portafusibles de menor tamaño que los especificados en la Tabla 430-152.

430-58. Capacidad nominal de los interruptores automáticos. Los interruptores automáticos destinados a la protección contra cortocircuitos y fallas a tierra de los circuitos derivados de motores deben tener una capacidad de corriente nominal de acuerdo con lo indicado en 430-52 y 430-110.

E. Protección de alimentadores de motores contra cortocircuito y fallas a tierra

430-61. Disposiciones generales. Las disposiciones de la Parte D especifican los dispositivos destinados a la protección de los conductores de los alimentadores de motores contra sobrecorriente, debida a cortocircuito y falla a tierra.

430-62. Capacidad o ajuste (carga de motores)

a) Carga específica. Un circuito alimentador que suministra energía a una carga fija y específica de motores cuyos conductores tienen tamaño nominal basado en 430-24, debe estar provisto de un dispositivo de protección de valor nominal o ajuste no mayor a la capacidad o ajuste del mayor de los dispositivos de protección de circuitos derivados contra cortocircuito y falla a tierra de cualquiera de los motores del grupo, más la suma de las corrientes a plena carga de los otros motores del grupo (selección basada en la Tabla 430-152 o en 440-22(a) para compresores de motores herméticos refrigerantes). Si dos o más circuitos derivados del grupo poseen dispositivos contra cortocircuitos y fallas a tierra de igual capacidad o ajuste, se considera a uno solo de ellos como el mayor para los cálculos anteriores.

Excepción: Cuando uno o más interruptores automáticos de disparo instantáneo o protectores del motor contra cortocircuito se usen para protección del circuito derivado del motor contra cortocircuito y falla a tierra, según se permite en 430-52(a), el procedimiento descrito anteriormente para determinar el máximo ajuste del dispositivo en el alimentador, se debe aplicar de acuerdo con la condición siguiente: para propósitos de cálculo, cada interruptor automático de disparo instantáneo o cada protector de circuito derivado contra cortocircuito o falla a tierra se presume que tiene una capacidad nominal que no excede el valor en por ciento permitido en la Tabla 430-152 para el tipo de dispositivo de protección del alimentador utilizado.

b) Otras instalaciones. Para las instalaciones que incluyan alimentadores de mayor capacidad de conducción de corriente, el valor nominal o ajuste de los dispositivos de protección contra sobrecorriente del alimentador puede basarse en la capacidad de conducción de corriente de sus conductores.

430-63. Capacidad o ajuste-Cargas de fuerza y alumbrado. Cuando un alimentador suministra energía a cargas de motores y además a cargas de alumbrado, o de alumbrado y artefactos, el dispositivo de protección del alimentador puede tener una capacidad o ajuste suficientes para soportar las cargas de alumbrado o de alumbrado y artefactos, determinada de acuerdo con lo indicado en los Artículos 210 y 220, más, para el caso de un solo motor, la capacidad permitida en 430-52 y para dos o más motores, la capacidad permitida en 430-62.

F. Circuitos de control de motores

430-71. Disposiciones generales. La Parte F contiene modificaciones a los requisitos generales y se aplica a las condiciones particulares de los circuitos de control de motores.

NOTA: Véase 430-9(b) para requisitos en terminales de equipo.

Definición de circuito de control de motor: El circuito de control de un aparato eléctrico o sistema de control es el circuito que transporta las señales eléctricas que gobiernan el funcionamiento del controlador, pero no transporta la corriente eléctrica del circuito principal de energía.

430-72. Protección contra sobrecorriente

a) Disposiciones generales. Un circuito de control de motor, derivado del lado de carga de un dispositivo o dispositivos de protección contra cortocircuitos y fallas a tierra de un circuito de motor y que controle al motor o motores conectados al circuito debe estar protegido contra sobrecorriente de acuerdo con lo establecido en 430-72. Dicho circuito de control no es considerado como un circuito derivado y se permite su protección, ya sea por un dispositivo o dispositivos suplementarios o por dispositivos de protección contra sobrecorriente de circuitos derivados.

b) Protección de conductores. La protección de sobrecorriente para los conductores no debe exceder los valores especificados en la Columna A de la Tabla 430-72(b).

Excepción 1: Los conductores que no se extiendan fuera de la envolvente del equipo de control del motor requieren protección sólo contra cortocircuitos y fallas a tierra y pueden protegerse por el o los dispositivos protectores contra cortocircuito y falla a tierra del circuito derivado del motor cuando la capacidad del dispositivo o los dispositivos protectores no sea mayor que el valor especificado en la Columna B de la Tabla 430-72(b).

Excepción 2: Los conductores que se extiendan fuera de la envolvente del equipo de controlador del motor requieren sólo protección contra cortocircuito y falla a tierra y pueden protegerse por el o los dispositivos protectores contra cortocircuitos y fallas a tierra del circuito derivado del motor, cuando la capacidad del dispositivo o los dispositivos protectores no sea mayor que el valor especificado en la Columna C de la Tabla 430-72(b).

Excepción 3: Los conductores en el lado secundario de un transformador monofásico que tenga sólo dos cables en el secundario deben ser considerados como protegidos contra sobrecorriente provista en el lado primario (de suministro) del transformador, siempre y cuando esta protección no exceda el valor determinado al multiplicar el valor máximo apropiado del dispositivo de sobrecorriente para el conductor secundario de la Tabla 430-72(b), por la relación de transformación. Los conductores secundarios del transformador (que no sean de dos hilos) no se consideran protegidos por la protección de sobrecorriente del primario.

Excepción 4: Los conductores de un circuito de control sólo requieren protección contra cortocircuito y falla a tierra y se permite que queden protegidos solamente por la protección del circuito derivado del motor cuando la apertura del circuito de control pudiera crear un riesgo, como por ejemplo el circuito de control de los motores de las bombas de incendio y similares.

TABLA 430-72 (b).- Máximo ajuste de los dispositivos de protección por sobrecorriente en amperes (A)

Conductor del circuito de control		Columna A Regla básica		Columna B Excepción 1		Columna C Excepción 2	
mm ²	AWG	Cobre	Aluminio	Cobre	Aluminio	Cobre	Aluminio
0,824	18	7	---	25	---	7	---
1,31	16	10	---	40	---	10	---
2,08	14	nota 1	---	100	---	45	---
3,31	12	nota 1	---	120	---	60	---
5,26	10	nota 1	---	160	---	90	---
mayor a 5,26	mayor a 10	nota 1	nota 1	nota 2	nota 2	nota 3	nota 3
1.- Valores especificados en 310-15, según sea aplicable.							
2.- 400% del valor especificado en la Tabla 310-17 para conductores de 60 °C.							
3.- 300% del valor especificado en la Tabla 310-17 para conductores de 60 °C.							

c) Transformadores de los circuitos de control. Cuando se provee un transformador en el circuito de control, el transformador debe estar protegido de acuerdo con lo indicado en el Artículo 450.

Excepción 1: Cuando los transformadores del circuito de control con capacidad menor de 50 VA sean parte integral del controlador del motor y estén localizados dentro del envoltorio del controlador del motor.

Excepción 2: Cuando la corriente primaria del transformador del circuito de control sea menor de dos A, se permite un dispositivo de sobrecorriente en el circuito primario, con rango o ajuste a no más de 500% de la corriente primaria.

Excepción 3: Cuando el transformador alimenta a un circuito Clase 1 de energía limitada (véase 725-11 (a), circuitos de control remoto, Clase 2 o Clase 3, en conformidad con los requisitos del Artículo 725. Véase el Artículo 725, Parte C.

Excepción 4: Cuando la protección es proporcionada por otros medios aprobados.

Excepción 5: La protección contra sobrecorriente se omite cuando la apertura del circuito de control pudiera crear un riesgo, como por ejemplo, el circuito de control de los motores de las bombas de incendio y similares.

430-73. Protección mecánica del conductor. Si el daño a un circuito de control de motor pudiera provocar un peligro, todos los conductores de dicho circuito de control remoto del motor que estén fuera del dispositivo de control, deben instalarse en una canalización o estar protegidos de alguna otra manera adecuada contra daño físico.

Cuando el conductor de un lado del circuito de control de motor esté puesto a tierra, el circuito de control remoto del motor debe disponerse de manera tal que si se produce un contacto accidental a tierra en los dispositivos de control remoto:

- (1) no arranque el motor y
- (2) no elimine la operación de los dispositivos manuales de disparo o los dispositivos automáticos de paro de seguridad.

430-74. Desconexión

a) Disposiciones generales. Los circuitos de control de motor deben disponerse de forma que sean desconectados de todas las fuentes de suministro cuando los medios de desconexión estén en la posición de abierto. Los medios de desconexión pueden estar constituidos por dos o más dispositivos separados, uno de los cuales desconecta al motor y al control de la fuente de suministro del motor y los otros al circuito o a los circuitos de control de motor de su(s) fuente(s) de suministro. Cuando se utilicen dos dispositivos separados deben instalarse uno junto al otro.

Excepción 1: Cuando sea necesario desconectar más de doce conductores del circuito de control de motor, se permite que los dispositivos de desconexión no se ubiquen uno junto al otro, siempre y cuando se cumplan todas las siguientes condiciones:

a. Se limite el acceso a las partes vivas solamente a personas calificadas, de acuerdo con lo indicado en la Parte K de esta Sección.

b. Se coloque permanentemente un rótulo de advertencia en la parte de la envolvente o tapa de cada equipo que permita el acceso a las partes activas de los circuitos de control del motor, alertando que los dispositivos de desconexión de los circuitos de control de motor estén ubicados en zonas alejadas al equipo y especificando la localización e identificación de cada conexión. Si las partes vivas no están dentro de la envolvente de un equipo tal como se permite en 430-132 y 430-133, debe ubicarse uno o varios rótulos de advertencia adicionales en un sitio visible, para las personas que pudieran estar trabajando en el área de las partes energizadas.

Excepción 2: Si la apertura de uno o más de los dispositivos de desconexión de los circuitos de control del motor pudiese originar condiciones potencialmente inseguras tanto para el personal como para las propiedades, y se cumplen las condiciones (a) y (b) de la Excepción 1, arriba mencionados.

b) Transformador de control en envoltentes de control. Cuando se utiliza un transformador u otro dispositivo para obtener una tensión eléctrica reducida para el circuito de control de motor y se localiza en la envolvente del controlador, dicho transformador o dispositivo deberá conectarse al lado de la carga de los dispositivos de desconexión del circuito de control del motor.

G. Controladores de motores

430-81. Disposiciones generales. Las disposiciones de la Parte G especifican los controladores adecuados para todos los motores.

a) Definición. Para la definición de "controlador", véase el Artículo 100. Para propósitos de este Artículo, un "controlador" es cualquier desconectador o dispositivo normalmente utilizado para arrancar y parar un motor, cerrando o abriendo el circuito del motor.

b) Motores estacionarios no mayores a 93,0 W (1/8 CP). El dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito derivado puede servir como controlador para motores estacionarios no mayores a 93,0 W (1/8 CP) que normalmente se dejan funcionando y están contruidos de forma que no puedan ser dañados ni por sobrecarga, ni por falla en el arranque, como por ejemplo, motores de relojes y similares.

c) Motores portátiles no mayores a 249 W (1/3 CP). Para un motor portátil no mayor a 249 W (1/3 CP), el controlador puede ser un receptáculo y su clavija.

430-82. Diseño del controlador

a) Arranque y paro. Todo controlador debe ser capaz de arrancar y parar al motor que controla, y ser capaz de interrumpir la corriente eléctrica de rotor bloqueado del motor.

b) Autotransformador. Un controlador de autotransformador debe tener una posición de "abierto", una posición de marcha y, por lo menos, una posición de arranque. Este debe diseñarse de manera que no pueda quedar en la posición de arranque o en cualquier otra posición que pueda dejar inoperante el dispositivo de protección contra sobrecorriente en el circuito.

c) Reóstatos. Los reóstatos de arranque deben cumplir con lo siguiente:

1) Los reóstatos de arranque de motores deben estar diseñados de manera que el brazo de contacto no pueda quedar sobre segmentos intermedios. El punto o placa sobre la cual queda el brazo en la posición de arranque, no debe tener conexión eléctrica con la resistencia.

2) Los reóstatos de arranque de los motores de corriente continua que funcionan con suministro de tensión eléctrica constante, deben estar equipados con dispositivos automáticos que interrumpan el suministro, antes de que la velocidad del motor haya disminuido a menos de la tercera parte de su valor nominal.

430-83. Capacidades nominales

a) Capacidades nominales en kW (CP) a la tensión eléctrica de suministro. El controlador debe tener una capacidad nominal en kW o CP a la tensión eléctrica de suministro que no debe ser menor que la del motor.

Excepción 1: Un controlador para un motor Diseño E de más de 1,50 kW (2 CP) nominales, debe cumplir además una de las dos condiciones siguientes:

a. Estar marcado y aprobado para usarse con un motor Diseño E.

b. Tener una potencia nominal en kW o CP no menor a 1,4 veces la potencia nominal de un motor con capacidad de 2,25 kW a 74,60 kW (3 CP a 100 CP) nominales, o no menor a 1,3 veces la potencia nominal de un motor con capacidad de más de 74,60 kW (100 CP) nominales.

Excepción 2: Se permite que, para un motor estacionario de 1,50 kW (2 CP) nominales o menos y 300 V o menos, el controlador sea un desconectador de uso general de una capacidad nominal no inferior al doble de la capacidad nominal del motor a plena carga.

En los circuitos de c.a. se permite utilizar desconectadores de acción rápida y uso general que sean adecuados sólo para uso en circuitos de c.a. (no desconectadores de uso general de c.a.-c.c.) como controladores de motores de 1,50 kW (2 CP) nominales o menos y 300 V nominales o menos, cuya capacidad nominal a plena carga no sea superior a 80% de la capacidad nominal del desconectador.

Excepción 3: Se permite como controlador a un interruptor automático de tiempo inverso. Cuando ese interruptor automático se use también para protección contra sobrecargas, debe cumplir las disposiciones de este Artículo en lo que se refiere a protección contra sobrecargas.

Excepción 4: El controlador de un motor de alto par debe tener una capacidad nominal en servicio continuo y a plena carga no inferior a la capacidad nominal del motor que conste en su placa de características. Para un controlador clasificado en kW o CP pero no marcado con la anterior capacidad nominal, su capacidad nominal equivalente se deberá determinar a partir de su clasificación en kW o CP, de acuerdo con lo indicado en las Tablas 430-147, 430-148, 430-149 o 430-150.

Excepción 5: No es necesario que los dispositivos, que según 430-81(b) y (c) sirvan como controladores, estén clasificados en kW o en CP.

b) Tensión eléctrica nominal. Un controlador con tensión eléctrica como por ejemplo 240 V o 480 V puede instalarse en un circuito en el cual la tensión eléctrica nominal entre dos conductores no exceda la capacidad de tensión eléctrica del controlador. Un controlador con tensión eléctrica señalada con una diagonal, e.g., 120/240 V o 480/277 V, sólo debe utilizarse en circuitos en los cuales la tensión eléctrica nominal a tierra de cualquier conductor no exceda la tensión eléctrica nominal menor del controlador y la tensión eléctrica nominal entre dos conductores no exceda el valor nominal mayor del controlador.

430-84. No es necesario interrumpir todos los conductores. No se requiere que el controlador interrumpa todos los conductores del motor.

Excepción: Cuando el controlador funcione también como dispositivo de desconexión, debe interrumpir todos los conductores de fase del motor de acuerdo con lo previsto en 430-111.

430-85. En conductores puestos a tierra. Un polo del controlador puede interrumpir un conductor puesto permanente a tierra siempre que el controlador esté diseñado de manera que el polo en el conductor puesto a tierra no pueda abrirse sin interrumpir simultáneamente todos los conductores del circuito.

430-87. Número de motores alimentados por cada controlador. Cada motor debe estar provisto de un controlador individual.

Excepción: Puede preverse un solo controlador para un grupo de motores, hasta 600 V de capacidad nominal no menor a la suma de los valores nominales de los motores en grupo, de acuerdo con lo indicado en cualquiera de las condiciones siguientes:

a. Cuando varios motores accionen varias partes de una misma máquina o partes de un aparato eléctrico, tales como máquinas para trabajar madera y metales, grúas, elevadores y aparatos similares.

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

c. Cuando un grupo de motores esté instalado en el mismo local y todos a la vista desde el controlador.

430-88. Motores de velocidad ajustable. Los motores de velocidad ajustable controlados por medio de un regulador de campo, deben equiparse y conectarse de manera que no puedan arrancar con campo reducido.

Excepción: Cuando están diseñados para arrancar de esa forma.

430-89. Limitación de velocidad. Las máquinas de los tipos indicados a continuación deben estar provistas de dispositivos u otros medios limitadores de velocidad.

a) Motores de corriente continua excitados separadamente.

b) Motores tipo serie.

c) Grupos motor-generador y convertidores. Los grupos motor-generador y convertidores que puedan ser accionados a velocidad excesiva del lado de la corriente continua, ya sea por invertirse el sentido de la corriente eléctrica o por disminución de carga.

Excepción 1: Cuando las características inherentes a las máquinas, el sistema o la carga y la conexión mecánica a ella sean tales que limiten la velocidad de forma segura.

Excepción 2: Cuando la máquina esté siempre bajo el control manual de personal calificado.

430-90. Combinación de desconectador y portafusible como controlador. La capacidad de una combinación de desconectador y portafusible que se use como controlador, debe ser tal que el portafusible admita el tamaño del fusible adecuado como se especifica en la Parte C de este Artículo, para la protección contra sobrecarga del motor.

Excepción: Cuando los fusibles sean de retardo de tiempo adecuado para las características de arranque del motor, se permite usar portafusibles de menor tamaño que los especificados en la Parte C de esta Sección.

430-91. Tipo de envoltente para controladores de motores. Las tablas 430-91 proporcionan los datos para seleccionar el tipo de envoltente a emplear en áreas no peligrosas, de acuerdo con la clasificación norteamericana.

La Tabla 430-91(a) proporcionan los datos para seleccionar el tipo de envoltente a emplear en áreas no peligrosas, de acuerdo con la clasificación internacional (IEC).

Las envoltentes no son para protección contra condensación, congelamiento, corrosión o contaminación, que pueda ocurrir en su interior ya sea por orificios no sellados o por tubo (conduit). Estas condiciones interiores del envoltente requieren una especial consideración del instalador y del usuario.

TABLA 430-91.- Selección de envoltentes para controladores de motores
(Clasificación norteamericana)

USO EXTERIOR							
Protección contra las siguientes condiciones ambientales	Tipo de envoltente**						
	3	3R	3S	4	4X	6	6P
Contacto incidental con el gabinete	X	X	X	X	X	X	X
Lluvia, nieve, granizo	X	X	X	X	X	X	X
Granizo*			X				
Polvo en suspensión en el aire	X		X	X	X	X	X
Escurrimiento en las canalizaciones				X	X	X	X
Agentes corrosivos					X		X
Inmersión temporal						X	X
Inmersión prolongada							X
*El mecanismo debe ser operable cuando está cubierto de hielo							

USO INTERIOR										
Protección contra las siguientes condiciones ambientales	Tipo de envoltente**									
	1	2	4	4x	5	6	6P	12	12k	13
Contacto incidental con el gabinete	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Acumulación de suciedad	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Caída de líquidos y goteo ligero		X	X	X	X	X	X	X	X	X
Polvo circulante, pelusa, fibras.			X	X		X	X	X	X	X
Depósito de polvo, pelusas y fibras			X	X	X	X	X	X	X	X
Escurrimiento y salpicaduras de agua			X	X		X	X			
Filtración aceite y líquido refrigerante								X	X	X
Salpicaduras de aceite y refrigerante										X
Agentes corrosivos				X			X			
Inmersión temporal						X	X			
Inmersión prolongada							X			

** El tipo de envoltente debe estar marcado en la cubierta del controlador del motor

TABLA 430-91(a).- Selección de envoltantes para controladores de motores**(Clasificación IEC)**

Elemento	Números o letras	Significado para protección del equipo	Significado para protección de personas
Letras del código	IP**	---	---
Primer número característico	0 1 2 3 4 5 6	Contra el ingreso de objetos extraños sólidos (No protegido) ≥ 50 mm de diámetro ≥ 12,5 mm de diámetro ≥ 2,5 mm de diámetro ≥ 1,0 mm de diámetro Protegido contra el polvo Hermético al polvo	Contra el acceso a partes peligrosas con (No protegido) Dorso de la mano Dedo Herramienta Alambre Alambre Alambre
Segundo número característico	0 1 2 3 4 5 6 7 8	Contra el ingreso de agua con efectos perjudiciales (No protegido) Goteo vertical Goteo (15° de inclinación) Rocío Salpicado Chorro Chorro fuerte Inmersión temporal Inmersión continua	---
Letra adicional (opcional)	A B C D	---	Contra el acceso a partes peligrosas con: Dorso de la mano Dedo Herramienta Alambre
Letra suplementaria (opcional)	H M S W	Información específica suplementaria: Aparatos de alta tensión Movimiento durante la prueba de agua Fijo durante la prueba de agua Condiciones climáticas	---

** El tipo de envoltante debe estar marcado en la cubierta del controlador del motor

Nota: Ver en el Apéndice D la definición de las clasificaciones norteamericana e Internacional (IEC).

H. Centros de control de motores (CCM)

430-92. Disposiciones generales. La Parte H se refiere a los centros de control de motores (CCM) instalados para controlar motores, sistemas de alumbrado y alimentadores a otros dispositivos eléctricos.

Un CCM es un ensamble de una o más secciones de gabinetes que cuentan con una barra común de alimentación y que están formados principalmente por unidades o secciones de controladores de motores.

430-94. Protección contra sobrecorriente. Los CCM deben contar con una protección de sobrecorriente de acuerdo con lo indicado en el Artículo 240, basado en la capacidad total de las barras comunes de alimentación a todas las secciones. Esta protección se debe proveer ya sea por:

- (1) un dispositivo de protección localizado fuera del CCM en el punto de suministro o
- (2) un dispositivo de protección contra sobrecorriente localizado dentro del CCM.

430-95. Equipo en la acometida. Cuando se use como equipo de acometida, cada CCM debe estar provisto de un medio de desconexión principal para desconectar todos los conductores de fase.

Excepción: Un segundo dispositivo desconectador podrá instalarse para alimentar al equipo adicional.

Cuando se use un conductor puesto a tierra el CCM debe llevar instalado un puente de unión principal dimensionado de acuerdo con lo indicado en la 250-79 (d), dentro de una de las secciones, para conectar los conductores puestos a tierra en el lado de suministro, con la barra de puesta a tierra del CCM.

430-96. Puesta a tierra. Los CCM de varias secciones deben ser puenteados uno con otro por un conductor de puesta a tierra del equipo o mediante una barra de puesta a tierra cuyas dimensiones deben ser las establecidas en la Tabla 250-95. Todas las terminales de puesta a tierra del equipo deben conectarse en la barra de puesta a tierra, que debe estar instalada a todo lo largo de las secciones o a una terminal de tierra en un punto situado en una sección de las que conforman el CCM.

430-97. Barras principales y conductores

a) Soportes y arreglo. Las barras conductoras deben protegerse contra daño físico y mecánico mediante un sistema de sujeción firme, distintos de los requeridos para interconexiones y cables de control. Sólo aquellos conductores que son instalados para terminar en una sección vertical deben estar localizados en esa sección del CCM.

Excepción: Los conductores pueden instalarse a lo largo del CCM y en sus secciones verticales cuando estos conductores se coloquen con barreras de aislamiento que lo separen de las barras conductoras.

b) Arreglo de las fases. En un sistema de tres hilos el arreglo de las fases debe ser A, B, C, visto del frente hacia atrás, de arriba hacia abajo o de izquierda a derecha.

Excepción: Se permite un arreglo de fases de C, B, A, en los CCM de doble frente (montaje frontal y posterior), pero debe identificarse y marcarse adecuadamente este arreglo en el gabinete.

c) Espacios mínimos para cableados. El espacio mínimo en las terminales del CCM debe estar de acuerdo con lo indicado en el Artículo 373.

d) Espaciamiento. La distancia entre las barras espaciadores del CCM y sus partes metálicas no debe ser menor que las distancias indicadas en la tabla 430-97.

e) Barreras. En las alimentaciones a los CCM se deben colocar barreras que aislen las barras de servicio y sus terminales de los demás elementos del CCM.

TABLA 430-97.- Distancias mínimas entre barras y partes metálicas

Tensión involucrada	Entre partes vivas de polaridad opuesta		Entre partes vivas y partes metálicas de puesta a tierra a través del aire y sobre la superficie
	Sobre la superficie	A través del aire	
V	mm	mm	mm
No mayor a 127	19	12	12
No mayor a 250	31	19	12
No mayor a 600	51	25	25

430-98. Marcado

a) CCM. Los CCM deben estar marcados de acuerdo con lo señalado en 110-21. Dicho marcado debe ser plenamente visible después de la instalación, y debe incluir el valor de la capacidad de las barras conductoras y el valor de la corriente de cortocircuito para lo que fue diseñado. Véase 110-2.

b) Unidades de control de motores. Cada controlador instalado en una sección del CCM debe cumplir con lo indicado en 430-8.

I. Medios de desconexión

430-101. Generalidades. Las disposiciones de la Parte I establecen requerimientos para los medios de desconexión de motores y controladores de los circuitos que los alimentan.

NOTA 1: Véase Diagrama 430-1.

NOTA 2: Véase 110-22 para identificación de los medios de desconexión.

430-102. Localización

a) Controlador. Se debe instalar un medio de desconexión a la vista desde la posición del controlador.

Excepción 1: Para circuitos de motores de más de 600 V nominales, el medio de desconexión del controlador puede ser instalado fuera de la vista de éste, siempre y cuando esté marcado con una leyenda de advertencia que indique la ubicación e identificación del medio de desconexión a ser bloqueado en la posición de abierto.

Excepción 2: Puede instalarse un medio de desconexión individual al lado de un grupo de controladores coordinados, de una máquina de proceso continuo con varios motores.

b) Motor. Se debe instalar un medio de desconexión a la vista desde la ubicación del motor y de la máquina que maneja.

Excepción: Cuando sea posible que el medio de desconexión indicado en 430-102 (a) sea bloqueado individualmente en la posición de abierto.

430-103. Operación. Los medios de desconexión deben abrir todos los conductores aislados de alimentación y no deben permitir que una fase o polo pueda ser operado en forma independiente. Los medios de desconexión pueden estar en la misma envolvente del controlador.

NOTA: Véase 430-113 para equipo que recibe energía de más de una fuente.

430-104. Indicadores de posición. Los medios de desconexión deben tener claramente indicado si están en la posición de "abierto" o "cerrado".

430-105. Conductor puesto a tierra. Uno de los polos de un medio de desconexión puede desconectar el conductor puesto a tierra, siempre que este polo puesto a tierra no pueda abrirse sin desconectar simultáneamente todos los conductores del circuito.

430-107. Fácilmente accesible. Uno de los medios de desconexión debe estar fácilmente accesible.

430-108. Cada desconectador. Cada medio de desconexión en el circuito derivado de un motor entre el punto de unión al alimentador y el punto de conexión al motor, debe cumplir con las especificaciones indicadas en 430-109 y 430-110.

430-109. Tipos de medios de desconexión. Los medios de desconexión deben ser uno de los siguientes tipos: un desconectador de navajas con capacidad nominal en kW o en CP, un interruptor automático abierto o en caja, con o sin protección térmica y magnética. Los medios de desconexión deben estar aprobados.

Excepción 1: Un desconectador de circuitos de motores para motores Diseño E de más de 1,50 kW (2 CP) nominales, debe cumplir además uno de los dos requisitos siguientes:

a. Debe estar marcado como adecuado para usarse con un motor Diseño E.

b. Debe tener una capacidad nominal en kW o CP no inferior a 1,4 veces la capacidad nominal de un motor de 2,25 kW a 74,6 kW (3 CP a 100 CP) nominales o no inferior a 1,3 veces la capacidad nominal de un motor de más de 74,6 kW (100 CP) nominales.

Excepción 2: Para motores estacionarios de 93,0 W (1/8 CP) o menos, el dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito derivado que lo alimenta, puede servir como medio de desconexión.

Excepción 3: Para los motores estacionarios de 1,50 kW (2 CP) o menos y 300 V o menos, el medio de desconexión puede ser un desconectador de uso general que tenga una capacidad nominal no menor de dos veces la corriente eléctrica nominal a plena carga del motor. En circuitos de c.a. pueden tenerse desconectadores de seguridad de uso general accionados con resorte (que no sean también para c.c.), para desconectar un motor de 1,50 kW (2 CP) o menos y de 300 V o menos, con una corriente eléctrica nominal a plena carga que no exceda de 80% de la capacidad nominal del desconectador.

Excepción 4: Para motores de más de 1,50 kW (2 CP) y hasta 74,6 kW (100 CP) inclusive, el medio de desconexión separado requerido para un motor con control del tipo autotransformador puede ser un desconectador de uso general cuando se cumplan todas las disposiciones indicadas a continuación:

a. El motor acciona un generador que está provisto de protección contra sobrecarga.

b. El control: (1) es capaz de interrumpir la corriente eléctrica de rotor bloqueado del motor, (2) está provisto de un relevador por falla de tensión eléctrica, y (3) está provisto de protección contra sobrecarga del motor con ajuste no mayor de 125% de la corriente eléctrica nominal a plena carga del motor.

c. El circuito derivado del motor está provisto de fusibles individuales o de un interruptor automático de tiempo inverso con capacidad o ajuste no mayor a 150% del valor de la corriente eléctrica de plena carga del motor.

Excepción 5: Para motores estacionarios de más de 29,84 kW (40 CP) de c.c o de 74,6 kW (100 CP) o más, de c.a., se puede utilizar como medio de desconexión un desconectador de uso general o un desconectador de aislamiento siempre que tenga la leyenda "No operar con carga".

Excepción 6: Para motores hasta de 746 W (1 CP) conectados con cordón y clavija, la capacidad de ésta y del receptáculo al que se va a conectar no deben ser menores a la capacidad nominal del motor, permitiéndose usar como medio de desconexión. No se requiere marcar la capacidad en kW o CP para el cordón y clavija de acuerdo con lo indicado en 422-22, para equipos de aire acondicionado tipo paquete en habitaciones u oficinas de acuerdo con lo indicado en 440-63 para un motor portátil de 248,66 W (1/3 CP) o menos.

Excepción 7: Para motores de alto par, el medio de desconexión puede ser un desconectador de uso general.

Excepción 8: Se permite un interruptor automático de disparo instantáneo como medio de desconexión cuando sea parte de una combinación aprobada y listada de motor y controlador.

430-110. Capacidad nominal e interruptiva

a) Generalidades. Los medios de desconexión para circuitos de motores de tensión eléctrica nominal de 600 V o menos, deben tener una capacidad nominal no menor a 115% de la corriente eléctrica a plena carga del motor.

b) Motores de alto par. Los medios de desconexión del circuito de un motor de alto par de arranque deben tener una capacidad nominal, expresada en A, no menor a 115% de la corriente eléctrica a plena carga del motor.

c) Cargas combinadas. Cuando dos o más motores se utilicen juntos o donde uno o más motores sean utilizados en combinación con otras cargas tales como resistencias calentadoras u otras cargas, y cuando la carga combinada pueda estar conectada sobre un solo medio de desconexión, la capacidad nominal en kW o CP y la capacidad de corriente eléctrica de la carga combinada se determina como sigue:

1) La capacidad nominal de los medios de desconexión se determina con base en la suma de todas las corrientes, incluyendo las cargas de resistencias, en la situación de plena carga y también en la de rotor bloqueado. La suma de las corrientes de plena carga y la de rotor bloqueado se consideran como si correspondieran a un motor único para los fines de este requisito, de la manera siguiente:

La corriente eléctrica de plena carga equivalente a la capacidad nominal en kW o CP de cada motor debe seleccionarse de las Tablas 430-148, 430-149 o 430-150. Estas corrientes de plena carga deben sumarse a la corriente eléctrica nominal de las otras cargas, para así obtener la corriente eléctrica equivalente a plena carga de la carga combinada.

La corriente eléctrica de rotor bloqueado equivalente a la capacidad en kW o CP de cada motor debe seleccionarse de la Tabla 430-151 A o 430-151 B.

Las corrientes de rotor bloqueado deben sumarse a la capacidad nominal de las otras cargas, para así obtener la corriente eléctrica equivalente de rotor bloqueado para la carga combinada. Cuando dos o más motores o la combinación de motores y otras cargas no puedan arrancarse simultáneamente, puede usarse la combinación apropiada de corriente eléctrica de plena carga y de rotor bloqueado para determinar la corriente eléctrica equivalente de rotor bloqueado para estas cargas combinadas.

Excepción: Cuando una parte de la carga considerada es resistiva y el medio de desconexión sea un desconectador con capacidad nominal expresada en kW o en CP y A, el desconectador utilizado debe tener una capacidad en kW o CP no menor a la carga combinada del (los) motor(es), si la capacidad en amperes del desconectador no es menor a la suma de la corriente eléctrica de rotor bloqueado del (los) motor(es) más la carga resistiva.

2) La capacidad nominal de los medios de desconexión no debe ser menor que 115% de la suma de todas las corrientes de plena carga determinadas de acuerdo con lo indicado en (d) (1) anterior.

3) Para motores pequeños no considerados en las Tablas 430-147, 430-148 o 430-150, la corriente eléctrica de rotor bloqueado debe considerarse igual a seis veces la corriente eléctrica de plena carga.

430-111. Desconectador o interruptor automático usado como medio de desconexión y como controlador. Un desconectador de seguridad o un interruptor automático que cumpla con las disposiciones de la Sección 430-83 puede ser utilizado a la vez como medio de desconexión y como controlador, siempre que interrumpa todos los conductores de fase del motor que está protegiendo y que tenga un dispositivo de sobrecorriente (que pueden ser los fusibles del circuito derivado), y que sea uno de los tipos siguientes:

a) Desconectador en aire accionado manualmente.

b) Un interruptor automático de tiempo inverso accionable manualmente.

c) Desconectador en aceite. Un desconectador en aceite usado en un circuito que no exceda de 600 V o 100 A o en un circuito que exceda esta capacidad bajo supervisión de personas calificadas.

El desconectador en aceite mencionado anteriormente puede ser de potencia y de operación manual.

El dispositivo de protección contra sobrecorriente que protege al controlador puede ser parte de éste o bien estar separado.

Un controlador tipo autotransformador debe estar provisto con medios de desconexión separados.

430-112. Motores con un solo medio de desconexión. Cada motor deber estar provisto de un medio de desconexión individual.

Excepción: Un solo medio de desconexión puede servir a un grupo de motores bajo cualquiera de las condiciones siguientes:

a. Cuando varios motores accionan varias partes de una misma máquina o partes de un aparato eléctrico, tales como máquinas para trabajar madera y metales, grúas y elevadores de carga.

b. Cuando un grupo de motores esté protegido por un conjunto de dispositivos de protección contra sobrecorriente, tal como se permite en 430-53 (a).

c. Cuando un grupo de motores esté instalado en el mismo local y todos a la vista desde los medios de desconexión.

430-113. Energía de más de una fuente. Los motores y equipos accionados por motores que reciban energía eléctrica por más de una fuente, deben estar provistos de medios de desconexión en cada una de las fuentes de energía, ubicados inmediatamente adyacente al equipo alimentado. Se permite que cada fuente tenga un medio de desconexión independiente.

Cuando se tengan medios múltiples de desconexión, debe proveerse señalización de advertencia permanente que se localice sobre cada medio de desconexión o adyacente al mismo.

Excepción 1: Si un motor recibe energía eléctrica de más de una fuente, el medio de desconexión para la fuente principal que alimenta el motor no necesariamente tiene que estar adyacente al motor, siempre que el medio de desconexión del control pueda bloquearse en la posición de abierto.

Excepción 2: No se requiere un medio de desconexión separado para circuitos de control remoto Clase 2 de acuerdo con lo indicado en el Artículo 725, que no sea de más de 30 V y que esté aislado y no puesto a tierra.

J. Motores que operan a más de 600 V nominales

430-121. Disposiciones generales. Las disposiciones de esta parte consideran los riesgos adicionales provocados por el uso de una tensión eléctrica más alta; son adicionales o modifican a las demás disposiciones de este Artículo. En el Artículo 710 se establecen otras disposiciones relativas a la operación de equipos de más de 600 V.

430-122. Identificación de los controles. Además de las indicaciones requeridas por 430-8, los controladores deben estar marcados con la tensión eléctrica de operación del propio controlador.

430-123. Canalizaciones adyacentes a motores. Puede usarse tubo (conduit) metálico flexible o tubo (conduit) metálico flexible a prueba de líquidos, de longitud no mayor de 1,83 m, para la conexión de la canalización a la envolvente de las terminales del motor.

430-124. Tamaño nominal de los conductores. Los conductores para alimentar motores deben tener una capacidad de conducción de corriente no menor al valor para el cual su dispositivo de protección contra sobrecarga es seleccionado para dispararse.

430-125. Protección contra sobrecorriente en circuitos de motores

a) **Disposiciones generales.** Cada circuito para motor debe incluir una 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 es esencial para el funcionamiento de una planta y funcionar hasta que se dañe, si esto es necesario, para prevenir un riesgo mayor a personas, se permite entonces que el (los) dispositivo(s) o sensor(es) se conecte(n) a un anunciador de supervisión o a una alarma, en lugar de interrumpir el circuito del motor o de su control.

b) Protección contra sobrecarga

1) Cada motor se debe proteger contra calentamientos peligrosos producidos por sobrecargas y fallas en el arranque, por un protector térmico integrado al motor o por dispositivos externos sensores de corriente o ambas cosas.

2) Los circuitos secundarios de motores de corriente alterna de rotor devanado, incluyendo los conductores, controladores y resistencias de valor adecuado para esta aplicación, se consideran protegidos contra sobrecorriente por los dispositivos de protección contra sobrecarga del motor.

3) El funcionamiento del dispositivo interruptor de sobrecarga debe desconectar simultáneamente todos los conductores de fase.

4) Los dispositivos sensores de sobrecarga no deben restablecerse automáticamente después de un disparo, a menos que el restablecimiento de dicho dispositivo no provoque el arranque automático del motor o que este arranque del motor o de la máquina que acciona no ocasione un peligro a las personas.

c) Protección contra corriente de falla

1) Debe proveerse, en cada circuito de un motor, un medio de desconexión por corriente de falla, por uno de los medios siguientes:

a. Un interruptor automático de tipo y capacidad aprobado e instalado de tal forma que pueda efectuarse su mantenimiento sin peligro, debe desconectar simultáneamente todos los conductores de fase y detectar la corriente de falla por medio de sensores integrales o externos al motor.

b. Deben usarse fusibles de tipo y capacidad aprobados en cada uno de los conductores de fase, empleándose conjuntamente con el medio de desconexión o bien, deben ser del tipo que puedan a la vez ser utilizados como medios de desconexión. Deben estar dispuestos de manera que no puedan ser operados mientras estén energizados.

2) Los dispositivos que interrumpan corrientes de falla no deben cerrar el circuito automáticamente.

Excepción: Donde los circuitos estén expuestos a fallas transitorias y donde el restablecimiento automático no ocasione un riesgo para las personas.

3) Se permite que en un mismo dispositivo se proporcione protección contra sobrecarga y contra corrientes de falla.

430-126. Capacidad nominal de los dispositivos de control de motores. La intensidad máxima de disparo de los relevadores de sobrecorriente (sobrecarga) o de otros dispositivos de protección de los motores, no debe superar 115% de la capacidad nominal del controlador. Cuando el medio de desconexión del circuito derivado de motores sea independiente del controlador, la capacidad nominal del medio de desconexión no debe ser inferior a la corriente eléctrica máxima de disparo de los relevadores de sobrecorriente que haya en el circuito.

430-127. Medio de desconexión. El medio de desconexión del controlador debe quedar bloqueado en posición abierta.

K. Protección de las partes vivas para todas las tensiones eléctricas

430-131. Disposiciones generales. Todas las partes vivas deben estar protegidas en forma adecuada al peligro involucrado.

430-132. Donde se requiere. Las partes vivas expuestas de motores y controles que funcionan a 50 V o más entre terminales deben estar resguardadas contra contacto accidental mediante una envolvente o por su ubicación, como sigue:

a) En un local o en una envolvente que sea accesible exclusivamente a personal calificado.

b) En sala de máquinas, estructura o plataforma a una altura y con una disposición tal que su acceso sea accesible a personal calificado.

c) Elevado sobre el nivel del piso, a 2,40 m o más.

Excepción: Los motores estacionarios que tienen conmutadores colectores y escobillas ubicados dentro del motor y no conectados a circuitos de alimentación que funcionan a más de 150 V con respecto a tierra.

430-133. Resguardos para operadores. Cuando las partes vivas de los motores o de sus controladores operan a más de 150 V con respecto a tierra, están resguardadas contra contacto accidental tan solo por su ubicación en la forma especificada en 430-132 y cuando durante su operación pudiera ser necesario el ajuste u otra operación del aparato, se deben colocar tarimas aislantes o plataformas convenientemente aisladas de forma que el operador del aparato no pueda tocar las partes vivas sino cuando se encuentre sobre la tarima o plataforma aislada.

L. Puesta a tierra para todas las tensiones eléctricas

430-141. Disposiciones generales. Las disposiciones de la Parte L especifican la puesta a tierra de las partes metálicas expuestas no conductoras de motores y de sus controladores para impedir una tensión eléctrica más elevada con respecto a tierra, en el caso de un contacto accidental entre las partes vivas y los armazones y/o gabinetes. El aislamiento eléctrico, separación o resguardos son alternativas adecuadas de la puesta a tierra de motores en ciertas condiciones.

NOTA: Véase espacios de trabajo en 110-16 y 110-34.

430-142. Motores estacionarios. Las armazones de los motores estacionarios deben conectarse a tierra cuando exista cualquiera de las condiciones siguientes:

- 1) si están alimentados por conductores contenidos en canalizaciones metálicas;
- 2) si están ubicados en lugares húmedos y no están aislados o resguardados;
- 3) si están instalados en áreas peligrosas (clasificadas) como se menciona en los Artículos 500 a 517 y
- 4) si el motor funciona con cualquier terminal a más de 150 V con respecto a tierra. Si la armazón del motor no está puesta a tierra debe aislarse permanente y efectivamente de tierra.

430-143. Motores portátiles. Las armazones de los motores portátiles que funcionan a más de 150 V con respecto a tierra deben estar resguardadas o puestas a tierra.

NOTA 1: Véase la Sección 250-45 (d) para la puesta a tierra de artefactos portátiles en locales que no sean residenciales.

NOTA 2: Véase 250-59 (b) para el color del aislamiento del conductor puesto a tierra.

430-144. Controladores. Las cubiertas o gabinetes de los controladores deben ponerse a tierra, cualquiera que sea su tensión eléctrica de operación. Deben tener medios para hacer la conexión del conductor de puesta a tierra de equipo de acuerdo con lo establecido en 250-113.

Excepción 1: Las cubiertas o gabinetes de equipo portátil no puesto a tierra.

Excepción 2: Las tapas o placas de desconectores tipo balancín o de palanca.

430-145. Método de puesta a tierra. Donde sea necesaria la puesta a tierra debe hacerse de la manera especificada en el Artículo 250.

a) Puesta a tierra por medio de las cajas de terminales. Cuando el alambrado a motores fijos sea hecho dentro de canalizaciones metálicas o utilizando cable con cubierta metálica, deben instalarse cajas de conexiones para alojar las terminales del motor, y el blindaje de los cables o las canalizaciones metálicas debe conectarse a ellas como se especifica en el Artículo 250.

NOTA: Véase 430-12 (e) para medios de puesta a tierra en las cajas de terminales del motor.

b) Separación entre la caja de empalmes y el motor. La caja de empalmes a que se refiere el inciso anterior podrá tener una separación del motor no mayor a 1,8 m siempre que los conductores terminales que van al motor sean cable tipo AC, cordón armado o conductores trenzados dentro de tubos (conduit) metálicos flexibles herméticos a los líquidos, no metálicos, metálicos flexibles, metálicos tipo pesado, semipesado o ligero con designación no menor de 12 (3/8), conectándose la armadura del cable o la canalización, tanto a la caja como al motor. Cuando se utilicen conductores terminales trenzados protegidos como se especifica antes, no deben ser de tamaño nominal mayor de 5,26 mm² (10 AWG) y deben cumplir con los otros requisitos de esta norma para conductores en canalizaciones.

Se permite el uso de tubo (conduit) flexible a prueba de líquidos o tipo pesado no metálico para conducir las terminales de conexión al motor, siempre que el conductor de puesta a tierra esté conectado a ambos extremos, el motor y la caja.

c) Puesta a tierra de los dispositivos instalados en el controlador. Los secundarios de transformadores de instrumentos, las partes metálicas expuestas que no conducen corriente eléctrica u otras partes conductoras o cajas de transformadores de instrumentos, medidores y relevadores, deben ser puestos a tierra como se especifica en 250-121 a 250-125.

M. Tablas**TABLA 430-147.- Corriente eléctrica a plena carga, en ampere (A) de motores de corriente continua (c.c.)**

kW	CP	Tensión eléctrica nominal de armadura		
		120 V	240 V	500 V
0,19	1/4	3,1	1,6	---
0,25	1/3	4,1	2,0	---
0,37	1/2	5,4	2,7	---
0,56	3/4	7,6	3,8	---
0,75	1	9,5	4,7	---
1,12	1-½	13,2	6,6	---
1,50	2	17	8,5	---
2,25	3	25	12,2	---
3,75	5	40	20	---
5,60	7-½	58	29	13,6
7,50	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
56,0	75	---	255	123
75,0	100	---	341	164
93,0	125	---	425	205
120	150	---	506	246
149	200	---	675	330
* son valores promedio en c.c.				

TABLA 430-148.- Corriente eléctrica a plena carga, en ampere (A) de motores monofásicos de corriente alterna (c.a.)

Los siguientes valores de corriente eléctrica a plena carga son para motores que funcionen a velocidades normales y con características de par también normales. Los motores de velocidad especialmente baja o de alto par motor pueden tener corrientes a plena carga mayores, y los de velocidades múltiples tendrán una corriente a plena carga que varía con la velocidad, en estos casos debe usarse la corriente a plena carga indicada en la placa de datos. Las tensiones eléctricas listadas son nominales de motores. Las corrientes eléctricas listadas deben utilizarse para tensiones eléctricas de sistemas en los intervalos de 110 V hasta 120 V y 220 hasta 240 V.

kW	CP	115 V	127 V	208 V	230 V
0,12	1/6	4,4	4,0	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	14,0	8,8	8
1,12	1-½	20	18,0	11	10
1,50	2	24	22,0	13,2	12
2,25	3	34	31,0	18,7	17
3,75	5	56	51,0	30,8	28
5,60	7-½	80	72,0	44	40
7,50	10	100	91,0	55	50

Tabla 430-149.- Corriente a plena carga, en ampere (A), de motores a dos fases de corriente alterna (c.a.) (cuatro hilos)

Los siguientes valores de corriente eléctrica a plena carga corresponden a motores que funcionan a las velocidades normales de motores con bandas y a motores con par normal. Los motores construidos especialmente para baja velocidad o alto par, pueden tener corrientes eléctricas mayores. Los motores de varias velocidades tienen corriente eléctrica que varía con la velocidad, en cuyo caso se debe utilizar las corrientes eléctricas nominales que indique su placa de características. La corriente eléctrica del conductor común de los sistemas de dos fases tres hilos será de 1,41 veces el valor dado.

Las tensiones eléctricas son las nominales de los motores. Las corrientes eléctricas listadas son las permitidas para instalaciones a 110 V - 120 V, 220 V - 240 V, 440 V - 480 V y 550 V - 600 V y 2 200 V - 2 400 V.

kW	CP	MOTORES DE INDUCCION DE JAULA DE ARDILLA Y ROTOR DEVANADO, EN AMPERE (A)				
		115 V	230 V	460 V	575 V	2 300 V
0,37	½	4	2	1	0,8	---
		4,8	2,4	1,2	1,0	---
		6,4	3,2	1,6	1,3	---
1,12	1 ½	9	4,5	2,3	1,8	---
		11,8	5,9	3	2,4	---
			8,3	4,2	3,3	---
3,75	5	---	13,2	6,6	5,3	---
		---	19	9	8	---
		---	24	12	10	---
11,2	15	---	36	18	14	---
		---	47	23	19	---
		---	59	29	24	---
22,4	30	---	69	35	28	---
		---	90	45	36	---
		---	113	56	45	---
44,8	60	---	133	67	53	14
		---	166	83	66	18
		---	218	109	87	23
93,0	125	---	270	135	108	28
		---	312	156	125	32
		---	416	208	167	43

Tabla 430-150.- Corriente eléctrica a plena carga de motores trifásicos de c.a.

Los siguientes valores de corriente eléctrica a plena carga son típicos para motores que funcionen a velocidades normales para transmisión por banda y con características de par también normales. Los motores de velocidad especialmente baja o de alto par pueden requerir corrientes a plena carga mayores, y los de velocidades múltiples deben tener una corriente a plena carga que varía con la velocidad; en estos casos debe usarse la corriente a plena carga indicada en la placa de datos. Las tensiones eléctricas listadas son nominales de motores. Las corrientes listadas deben usarse para sistemas de tensiones eléctricas nominales de 110 V hasta 120 V, 220 V hasta 240 V, 440 V hasta 480 V y 550 V hasta 600 V.

kW	CP	Motor de inducción Jaula de ardilla y rotor devanado, en ampere (A)							Motor síncrono, con factor de potencia unitario, en ampere (A)			
		V										
		115	200	208	230	460	575	2 300	230	460	575	2 300
0,37	1/2	4,4	2,5	2,4	2,2	1,1	0,9					
0,56	3/4	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	12,0	6,9	6,6	6,0	3,0	2,4					
1,50	2	13,6	7,8	7,5	6,8	3,4	2,7					
2,25	3		11,0	10,6	9,6	4,8	3,9					
3,75	5		17,5	16,7	15,2	7,6	6,1					
5,60	7-½		25,3	24,2	22	11	9					
7,50	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		53	26	21	
18,7	25		78,2	74,8	68	34	27					
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	

kW	CP	Motor de inducción Jaula de ardilla y rotor devanado, en ampere (A)							Motor síncrono, con factor de potencia unitario, en ampere (A)			
		V										
		115	200	208	230	460	575	2 300	230	460	575	2 300
44,8	60		177	169	154	77	62	16	123	61	49	12
56,0	75		221	211	192	96	77	20	155	78	62	15
75,0	100		285	273	248	124	99	26	202	101	81	20
93,0	125		359	343	312	156	125	31	253	126	101	25
20	150		414	396	360	180	144	37	302	151	121	30
149	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 factor de potencia de 90% y 80%, las cantidades anteriores deben multiplicarse por 1,1 y 1,25, respectivamente.

Tabla 430-151 A.- Conversión de corriente eléctrica máxima a rotor bloqueado para motores monofásicos para la selección de controladores y medios de desconexión de acuerdo con la tensión eléctrica nominal y potencia nominal en kW

(Para ser utilizada solamente con las Secciones 430-110, 440-12, 440-41 y 455-8(c))

kW	CP	Corriente máxima a rotor bloqueado (1 fase) A		
		115 V	208 V	230 V
0,37	1/2	58,8	32,5	29,4
0,56	3/4	82,8	45,8	41,4
0,75	1	96	53	48
1,12	1-½	120	66	60
1,50	2	144	80	72
2,25	3	204	113	102
3,75	5	336	186	168
5,60	7-½	480	265	240
7,50	10	600	332	300

Tabla 430-151 B. Conversión de corriente eléctrica máxima a rotor bloqueado para motores polifásicos, diseños B, C, D y E para la selección de controladores y medios de desconexión de acuerdo con la tensión eléctrica nominal y potencia nominal en kW.
(Para ser utilizada solamente con las secciones 430-110, 440-12, 440-41, y 455-8(c))

kW	CP	Corriente eléctrica máxima a rotor bloqueado (2 y 3 fases y diseños B, C, D y E)											
		115 V		200 V		208 V		230 V		460 V		575 V	
		B, C, D	E	B, C, D	E	B, C, D	E	B, C, D	E	B, C, D	E	B, C, D	E
0,37	1/2	40	40	23	23	22,1	22,1	20	20	10	10	8	8
0,56	3/4	50	50	28,8	28,8	27,6	27,6	25	25	12,5	12,5	10	10
0,75	1	60	60	34,5	34,5	33	33	30	30	15	15	12	12
1,12	1-½	80	80	46	46	44	44	40	40	20	20	16	16
1,50	2	100	100	57,5	57,5	55	55	50	50	25	25	20	20
2,25	3			73,6	84	71	81	64	73	32	36,6	25,6	29,2
3,75	5			105,8	140	102	135	92	122	46	61	36,8	48,8
5,60	7-½			146	210	140	202	127	183	63,5	91,5	50,8	73,2
7,50	10			186,3	259	179	249	162	225	81	113	64,8	90
11,2	15			267	388	257	373	232	337	116	169	93	135
14,92	20			334	516	321	497	290	449	145	225	116	180
18,65	25			420	646	404	621	365	562	183	281	146	225
22,4	30			500	775	481	745	435	674	218	337	174	270
29,84	40			667	948	641	911	580	824	290	412	232	330

37,3	50			834	1 185	802	1 139	725	1 030	363	515	290	412
44,8	60			1 001	1 421	962	1 367	870	1 236	435	618	348	494
55,95	75			1 248	1 777	1 200	1 708	1 085	1 545	543	773	434	618
74,60	100			1 668	2 154	1 603	2 071	1 450	1 873	725	937	580	749
93,0	120			2 087	2 692	2 007	2 589	1 815	2 341	908	1 171	726	936
119,9	150			2 496	3 230	2 400	3 106	2 170	2 809	1 085	1 405	868	1 124
150	200			3 335	4 307	3 207	4 141	2 900	3 745	1 450	1 873	1 160	1 498
187	250									1 825	2 344	1 460	1 875
224	300									2 200	2 809	1 760	2 247
261	350									2 550	3 277	2 040	2 622
298	400									2 900	3 745	2 320	2 996
336	450									3 250	4 214	2 600	3 371
373	500									3 625	4 682	2 900	3 746

Tabla 430-152.- Valor nominal máximo o ajuste para el dispositivo de protección contra cortocircuito y falla a tierra del circuito derivado del motor

Por ciento de la corriente eléctrica a plena carga				
Tipo de motor	Fusible sin retardo de tiempo**	Fusible de dos elementos** (con retardo de tiempo)	Interruptor automático de disparo instantáneo	Interruptor automático de tiempo inverso*
Motores monofásicos	300	175	800	250
Motores de CA, polifásicos, que no sean de rotor devanado.				
Jaula de ardilla	300	175	800	250
Otros que no sean diseño E	300	175	1 100	250
Diseño E				
Motores síncronos +	300	175	800	250
Rotor devanado	150	150	800	250
c.c. (tensión eléctrica constante)	150	150	250	150

Para ciertas excepciones a los valores especificados, véase 430-52 hasta 430-54.

* Los valores dados en la última columna comprenden también las capacidades de los tipos no ajustables de tiempo inverso, los cuales pueden modificarse como se indica en 430-52.

** Los valores en la columna para fusible sin retardo de tiempo aplican para fusibles Clase CC con retardo de tiempo.

+ Los motores síncronos de bajo par de arranque y baja velocidad (comúnmente 450 RPM o menos), como son los empleados para accionar compresores recíprocos, bombas, etc., que arrancan en vacío, no requieren una capacidad de fusible o un ajuste mayor a 200% de la corriente eléctrica a plena carga.

ARTICULO 440 - EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO Y DE REFRIGERACION

A. Disposiciones generales

440-1. Alcance. Los requisitos de este Artículo se aplican a equipo de aire acondicionado y de refrigeración accionado por motor eléctrico y a los circuitos derivados y a los controles del equipo. Se aplica a las condiciones especiales necesarias para los circuitos que alimentan a unidades selladas y a cualquier equipo de aire acondicionado o de refrigeración conectado a un circuito derivado individual que alimenta a una unidad sellada.

440-2. Definiciones

Corriente eléctrica nominal: La corriente eléctrica nominal para un motor compresor hermético de refrigeración es la corriente resultante cuando está trabajando a la carga, tensión eléctrica y frecuencia nominales del equipo que acciona.

Corriente eléctrica para selección del circuito derivado: La corriente eléctrica de selección del circuito derivado es el valor en amperes (A) que debe utilizarse en lugar de la corriente eléctrica nominal para determinar el tamaño nominal de los conductores del circuito derivado del motor, medios de desconexión, controles y dispositivos de protección de cortocircuito y de falla a tierra, donde quiera que el dispositivo de protección de sobrecarga permita una corriente eléctrica sostenida mayor que el por ciento especificado de la corriente eléctrica nominal. El valor de la corriente eléctrica de selección del circuito derivado debe ser siempre igual o mayor que la corriente eléctrica nominal marcada en el equipo.

Motor-compresor hermético de refrigeración: Es una combinación consistente de un compresor y motor encerrados en la misma carcasa sin ejes o sellos de ejes al exterior y el motor opera dentro del medio refrigerante.

440-3. Otros Artículos

a) Artículo 430. Estos requisitos son adicionales o reemplazan los requisitos del Artículo 430 y de otros Artículos de esta norma que sean aplicables, excepto cuando sean modificados por este Artículo.

b) Artículos 422, 424 o 430. Los requisitos de los Artículos 422, 424 o 430, cuando sea el caso, deben aplicarse a equipo de aire acondicionado y de refrigeración que no incorpore una unidad sellada.

Algunos ejemplos de estos equipos son los dispositivos que utilizan compresores de refrigeración accionados por motores convencionales, hornos con serpentines evaporadores de aire acondicionado, unidades manejadoras de aire, capacitores remotos enfriados por aire a circulación forzada, refrigeradores comerciales remotos, etcétera.

c) Artículo 422. Los dispositivos tales como equipo de aire acondicionado para habitaciones, refrigeradores y congeladores domésticos, aparatos eléctricos enfriadores de agua potable y surtidores de bebidas, se deben considerar como aparatos eléctricos y se les aplica también los requisitos del Artículo 422.

d) Otros Artículos aplicables. Los circuitos, controles y equipo deben también cumplir con los requisitos que les sean aplicables indicados a continuación:

Capacitares

Sección 460-9

Talleres de servicio; hangares de aviación; surtidores y estaciones de servicio y plantas de almacenamiento de gasolina; procesos de acabado y locales de anestesia por inhalación

Artículos 511, 513, 514, 515, 516 y 517 Parte D

Áreas peligrosas (clasificadas)

Artículos 500 a 503

Estudios de cine, televisión y locales similares

Artículo 530

Resistencias y reactores

Artículo 470

440-4. Placa de datos de motocompresores herméticos de refrigeración y equipos

a) Placa de datos de un motocompresor hermético de refrigeración. Un motocompresor hermético de refrigeración debe estar provisto de una placa de datos que indique el nombre del fabricante, la marca de fábrica o el símbolo, identificación, número de fases, tensión eléctrica y la frecuencia. El fabricante debe indicar la corriente eléctrica de carga nominal en A del motocompresor hermético de refrigeración, sea en la placa de datos de la unidad o en la del equipo en el cual dicha unidad se utiliza o en ambas. La corriente eléctrica de rotor bloqueado para cada motocompresor hermético de refrigeración monofásico que tenga una corriente eléctrica de carga nominal mayor de 9 A en 115 V a 127 V o mayor de 4,5 A en 208 V a 220 V y en cada unidad sellada polifásica, se debe marcar en la placa de datos de la misma. Cuando se utilice un protector térmico que cumpla con: (a)(2) y (b)(2) de la Sección 440-52, se debe indicar en la placa de datos del motocompresor hermético de refrigeración o en la del equipo, con las palabras "protegido térmicamente".

Donde se proporciona un sistema con protección que cumple con las Secciones 440-52 (a)(4) y (b)(4) y se usa con el equipo, la placa de datos debe indicarlo con las palabras "sistema térmicamente protegido". Donde se especifique un sistema de protección que cumpla con las Secciones 440-52 (a)(4) y (b)(4), la placa de datos del equipo debe indicarlo apropiadamente.

b) Equipo con varios motores y carga combinada. El equipo con varios motores y carga combinada debe estar provisto de una placa de datos visible que indique el nombre del fabricante, tensión eléctrica y frecuencia nominales, número de fases, la capacidad de conducción de corriente mínima del circuito y valor máximo del dispositivo de protección del circuito derivado contra cortocircuito y falla a tierra. La capacidad de conducción de corriente debe calcularse según se indica en la Parte D y teniendo en cuenta todos los motores y demás cargas que pudieran funcionar simultáneamente.

El valor nominal del dispositivo de protección contra cortocircuito y falla a tierra del circuito derivado no debe exceder el valor calculado según se indica en la parte C. El equipo con varios motores o de carga combinada que utilice dos o más circuitos, debe identificarse con la información indicada anteriormente para cada circuito.

Excepción 1: Equipo con varios motores y carga combinada que se ajuste a los requisitos de este Artículo para ser conectados a un solo circuito derivado de 15 A o 20 A, 120 V o 127 V, o 15 A, 208 V, 220 V o 240 V, una fase, se permite que se identifique como una sola carga.

Excepción 2: Los acondicionadores de aire previstos en la Parte G de este Artículo.

c) Corriente eléctrica para selección de un circuito derivado. El motocompresor hermético de refrigeración o de equipo que contenga un compresor en el cual el sistema de protección aprobado para usarse con la unidad sellada que protege, permita una corriente eléctrica constante mayor que el por ciento de la corriente eléctrica de carga nominal especificada en la placa de datos indicado en (b) (2) o (b) (4) de la Sección 440-52, debe también identificarse con el valor de la corriente eléctrica para selección del circuito derivado que cumpla con (b) (2) o (b) (4) de la Sección 440-52. Estas indicaciones deben ser provistas por el fabricante y figurar en la o las placas de datos en las cuales aparece la corriente eléctrica de carga nominal.

440-5. Marcado en los controladores. Un dispositivo de control debe marcarse con el nombre del fabricante, marca de fábrica o símbolo, identificación, tensión eléctrica, fases, valor nominal de la corriente eléctrica de plena carga y de rotor bloqueado (o kW o CP), y otra información necesaria para la adecuada identificación de la unidad sellada a la cual se aplica.

440-6. Capacidad de conducción de corriente y capacidad nominal. Los conductores para el equipo indicado en este Artículo se seleccionan de las Tablas 310-16 a 310-19 o de acuerdo con lo indicado en 310-15. La capacidad de conducción de corriente requerida en los conductores y la capacidad nominal del equipo se determina como sigue:

a) Motocompresor hermético de refrigeración. En el caso de un motocompresor hermético de refrigeración la corriente eléctrica de carga nominal indicada en la placa de datos del equipo en el cual la unidad sellada se utiliza, es para determinar la capacidad de conducción de corriente o el valor de la corriente eléctrica de los medios de desconexión, de los conductores del circuito derivado, el controlador y las protecciones de cortocircuito y de falla a tierra, así como la protección de sobrecarga del motor. Cuando la corriente eléctrica de carga nominal no está indicada en la placa de datos del equipo se utiliza la corriente eléctrica de carga nominal del compresor indicada en su propia placa. Para los medios de desconexión y los controladores véanse 440-12 y 440-41.

Excepción 1: Cuando así se indique, se debe utilizar la corriente eléctrica para selección del circuito derivado en lugar de la corriente eléctrica nominal de plena carga para determinar el valor nominal o la capacidad de conducción de corriente de los medios de desconexión, de los conductores del circuito derivado, del control y de la protección del circuito derivado contra cortocircuito y falla a tierra.

Excepción 2: Según lo permitido en la Excepción 2 de 440-22 (b), para la protección de los circuitos derivados contra cortocircuitos y fallas a tierra de los equipos conectados con cordón y clavija.

b) Equipo con varios motores. En el caso de equipos con varios motores que utilicen un motor para ventilador del tipo de inducción de polos sombreados o de inducción de fase dividida con capacitores, se usa la corriente eléctrica de plena carga de dicho motor indicada en la placa de datos del equipo en el cual el motor para ventilador esté utilizado, en lugar de la potencia nominal en kW o CP, para determinar la capacidad de conducción de corriente o el valor nominal de los medios de desconexión, los conductores del circuito derivado, el control, la protección del circuito derivado contra cortocircuitos y fallas a tierra y la protección contra sobrecarga.

El valor de corriente eléctrica indicado en la placa de datos del equipo no debe ser menor que el valor de la corriente indicada en la placa de datos del motor del ventilador.

440-7. Motor de potencia nominal más grande. Para determinar el cumplimiento de este Artículo y de las Secciones 430-24, 430-53 (b), 430-53 (c) y 430-62 (a), se debe considerar que el motor de potencia más grande es el motor que tiene la corriente eléctrica de carga nominal más elevada. Cuando dos o más motores tienen la misma corriente eléctrica de carga nominal, solamente uno de ellos debe ser considerado como el motor de mayor potencia. Para motores que no sean unidades selladas y motores de ventiladores, tales como los cubiertos por la Sección 440-6 (b), la corriente eléctrica de plena carga utilizada para la determinación del motor de mayor potencia debe ser el valor equivalente que corresponde a la potencia nominal del motor en kW o CP, seleccionada según las Tablas 430-148 o 430-150.

Excepción: Cuando así se indique, debe usarse la corriente eléctrica para selección del circuito derivado en lugar de la corriente de carga nominal para determinar la unidad sellada de mayor potencia.

440-8. Máquina única. Un sistema de aire acondicionado o de refrigeración debe considerarse como una sola máquina para aplicación de los requisitos establecidos en la Excepción de 430-87, y en 430-112, Excepción. Los motores pueden estar ubicados distantes uno del otro.

B. Medios de desconexión

440-11. Requisitos generales. Los requisitos de la Parte B especifican los medios de desconexión con capacidad para desconectar un equipo de aire acondicionado y refrigeración, incluyendo los motocompresores herméticos de refrigeración y los controladores del circuito que los alimenta. Véase la Figura 430-1.

440-12. Capacidad nominal y capacidad de interrupción.

a) Motocompresor hermético de refrigeración. Un medio de desconexión que controla a una unidad sellada debe seleccionarse con base en la corriente eléctrica de carga nominal indicada en la placa de datos o con base en la corriente eléctrica para selección del circuito derivado, la que sea mayor, y de la corriente eléctrica de rotor bloqueado, respectivamente, de la unidad sellada tal como se indica a continuación:

1) La capacidad de corriente nominal debe ser por lo menos 115% de la corriente eléctrica de carga nominal indicada en la placa de datos o de la corriente para selección del circuito derivado, la que sea mayor.

2) Para determinar los kW o CP equivalentes, en cumplimiento con los requisitos de la Sección 430-109, se determinan los kW o CP nominales de las Tablas 430-148 o 430-150, correspondientes a la corriente eléctrica de carga nominal o a la corriente para selección del circuito derivado, la que sea mayor, y los kW o CP de las Tablas 430-151A o 430-151B correspondientes a la corriente eléctrica de rotor bloqueado. En caso de que la corriente eléctrica para selección del circuito derivado y la corriente eléctrica de rotor bloqueado no correspondan a las corrientes indicadas en las Tablas 430-148, 430-150 o 430-151A o 430-151B, se debe utilizar el valor siguiente más elevado de kW o CP. En caso de obtener valores nominales diferentes de kW o CP al aplicar estas tablas, se debe escoger un valor de kW o CP por lo menos igual al más grande de los valores obtenidos.

b) Carga combinada. Cuando se utilice una o más unidades selladas juntas o en combinación con otros motores o cargas, donde la carga combinada pueda ser simultánea en un mismo medio de desconexión, el valor nominal de la carga combinada se determina como sigue:

1) El valor nominal en kW o CP de todos los medios de desconexión se determina a partir de la suma de todas las corrientes, incluyendo cargas de resistencias en la condición de carga nominal y también en la condición de rotor bloqueado. La corriente eléctrica de carga nominal combinada y la corriente de rotor bloqueado combinada obtenidas de esta forma, se consideran como pertenecientes a un único motor para los efectos de este requisito, según se indica a continuación:

a. La corriente eléctrica de plena carga equivalente a los kW o CP nominales de cada motor, siempre que no se trate de unidades selladas en motores para compresores y ventiladores como los que están cubiertos en 440-6 (b), debe ser seleccionada de las Tablas 430-148 o 430-150. Estos valores de corriente eléctrica de plena carga se suman a la corriente o corrientes de carga nominal de las unidades selladas o a la corriente o corrientes para selección del circuito derivado, la que sea mayor, y al valor nominal en A de otras cargas para obtener una corriente de plena carga equivalente para la carga combinada.

b. La corriente eléctrica de rotor bloqueado equivalente a los kW o CP nominales de cada motor que no sea una unidad sellada, debe ser seleccionada de las Tablas 430-151A y 430-151B y para motores del tipo polos sombreados o de inducción de fase dividida con capacitor para ventiladores, identificados con la corriente eléctrica de rotor bloqueado, debe usarse el valor indicado. El valor de las corrientes de rotor bloqueado debe sumarse al valor de la corriente o corrientes de rotor bloqueado de la unidad sellada y a los valores nominales de corriente de otras cargas para obtener una corriente eléctrica de rotor bloqueado equivalente para la carga combinada. Cuando dos o más motores u otras cargas, tales como calentadores de resistencias, no puedan arrancar al mismo tiempo, se permite utilizar combinaciones adecuadas de corriente eléctrica con rotor bloqueado y corriente de carga nominal, o la corriente para seleccionar el circuito derivado, la que sea mayor, para determinar la corriente eléctrica equivalente de rotor bloqueado para la carga combinada simultánea.

Excepción: Cuando una parte de la carga concurrente es una carga de resistencia y los medios de desconexión constan de un interruptor con características indicadas en kW o CP y en A nominales, el desconectador utilizado puede tener un valor en kW o CP nominal no menor a las cargas combinadas de la o las unidades selladas y otro u otros motores en la condición de rotor bloqueado, siempre que la corriente nominal del desconectador no sea menor que dichas cargas de rotor bloqueado más la carga resistiva.

2) La capacidad de corriente nominal de los medios de desconexión debe ser por lo menos 115% de la suma de todas las corrientes en la condición de carga nominal, determinadas de acuerdo con lo indicado en 440-12 (b) (1).

c) Motocompresores pequeños. Para motocompresores pequeños que no tengan la corriente eléctrica de rotor bloqueado indicada en la placa de datos o para motores pequeños que no están cubiertos por las Tablas 430-147, 430-148 o 430-150, la corriente de rotor bloqueado debe estimarse en un valor igual a seis veces la corriente de carga nominal. Véase 440-3 (a).

d) Todos los desconectadores. Cada medio de desconexión del circuito de la unidad sellada entre el punto de conexión al alimentador y el punto de conexión a la unidad sellada, debe cumplir con los requisitos indicados en 440-12.

e) Valores nominales de los medios de desconexión que excedan 74,6 kW (100 CP). Cuando la corriente eléctrica de carga nominal o de rotor bloqueado, determinada según lo establecido anteriormente, indique la necesidad de medios de desconexión que excedan 74,6 kW (100 CP), deben aplicarse los requisitos indicados en la Excepción 4 de 430-109.

440-13. Equipos conectados con cordón. Para equipos conectados con cordón, tales como de aire acondicionado para habitaciones, refrigeradores y congeladores domésticos, enfriadores de agua potable y aparatos eléctricos expendedores de bebidas, se permite utilizar como medio de desconexión un conector separable o un receptáculo y clavija. Véase 440-63.

440-14. Ubicación. Los medios de desconexión deben ser visibles y fácilmente accesibles desde el aparato eléctrico de aire acondicionado o equipo de refrigeración. Pueden instalarse sobre o dentro del equipo de aire acondicionado o de refrigeración.

Los medios de desconexión, no deben instalarse en los paneles diseñados para permitir el acceso a los equipos de aire acondicionado o refrigeración.

Excepción 1: No se requiere que el medio de desconexión esté a la vista desde el equipo, cuando dichos medios de desconexión cumplen con lo establecido en la Sección 430-102(a), pudiendo quedar bloqueados en posición abierta y el equipo de refrigeración o aire acondicionado sea esencial para un proceso industrial en una instalación cuyas condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que los equipos sólo son atendidos por personas calificadas.

Excepción 2: Cuando se utilizan un receptáculo y clavija como medio de desconexión de acuerdo a la Sección 440-13, su ubicación debe ser accesible pero no se requiere que sea fácilmente accesible.

NOTA: Véanse las Partes G e I del Artículo 430 para requisitos adicionales.

C. Protección de los circuitos derivados contra cortocircuito y falla a tierra

440-21. Requisitos generales. La Parte C establece requisitos para dispositivos destinados a proteger a los conductores de los circuitos derivados, aparatos de control y equipo en los circuitos que alimentan a los motocompresores herméticos de refrigeración contra sobrecorrientes debidas a cortocircuito y falla a tierra. Son adicionales o prevalecen sobre los requisitos del Artículo 240.

440-22. Aplicación y selección

a) Capacidad nominal o ajuste para unidades selladas individuales. Los dispositivos de protección contra cortocircuito y falla a tierra del circuito derivado para los motocompresores herméticos de refrigeración, deben ser capaces de transportar la corriente eléctrica de arranque del motor. Se considera que se ha obtenido la protección adecuada cuando este dispositivo tiene un valor nominal o de ajuste que no exceda 175% de la corriente eléctrica para selección del circuito derivado, cualquiera que sea mayor. En caso de que la protección especificada no sea suficiente para la corriente de arranque del motor, el valor puede ser aumentado, pero no debe ser mayor de 225% de la corriente eléctrica de carga nominal del motor o de la corriente para selección del circuito derivado, la que sea mayor.

Excepción: El valor nominal del dispositivo de protección contra cortocircuito y falla a tierra del circuito derivado no debe ser menor de 15 A.

b) Capacidad nominal o ajuste para equipo. Los dispositivos de protección contra cortocircuito y falla a tierra del circuito derivado para equipo, deben ser capaces de transportar la corriente eléctrica de arranque del equipo. Cuando la única carga en el circuito sea una unidad sellada, la protección debe estar conforme con 440-22 (a). Cuando el equipo comprende más de una unidad sellada o un motocompresor hermético de refrigeración y otros motores u otras cargas, el equipo de protección contra cortocircuito y falla a tierra del equipo debe estar conforme con 430-53 y con lo siguiente:

1) Cuando un motocompresor hermético de refrigeración sea la carga más grande conectada al circuito, la capacidad nominal o el ajuste del dispositivo de protección contra cortocircuito y falla a tierra del circuito derivado no debe ser mayor que el valor especificado en 440-22 (a), para la unidad sellada más grande, más la suma de la corriente eléctrica de la carga nominal o la de selección del circuito derivado, la que sea mayor de la otra u otros motocompresores herméticos de refrigeración y el valor nominal de las otras cargas alimentadas.

2) Cuando un motocompresor hermético de refrigeración no es la carga mayor conectada al circuito, la corriente eléctrica nominal o el ajuste del dispositivo de protección contra cortocircuitos y fallas a tierra del circuito derivado no debe ser mayor que un valor igual a la suma de la corriente de carga nominal o la corriente para selección del circuito derivado, la que sea mayor, los valores nominales de la unidad o unidades selladas más el valor especificado en 430-53(c) (4), cuando otras cargas de motores son alimentadas o el valor especificado en 240-3, cuando sólo se alimenten cargas que no son motores en adición a la o las unidades selladas.

Excepción 1: Equipo que arranca y funciona en circuitos derivados monofásicos de 15 A o 20 A, 120 V o 127 V o 15 A, 208 V, 220 V o 240 V, se considera protegido por el dispositivo de protección contra sobrecorriente de 15 A o 20 A que protege al circuito derivado, pero si la máxima capacidad nominal del dispositivo de protección contra cortocircuito y falla a tierra del circuito derivado indicado sobre el equipo es menor que estos valores, el dispositivo de protección del circuito no debe exceder el valor indicado en la placa de datos del equipo.

Excepción 2: Para la determinación de los requisitos del circuito derivado se deben utilizar los valores indicados en la placa de datos del equipo conectado con cordón y clavija, de tensión eléctrica nominal no mayor de 250 V, monofásicos, tales como refrigeradores y congeladores domésticos, aparatos eléctricos enfriadores de agua potable, expendedores de bebidas, y cada unidad se debe considerar como de un solo motor, a menos que la placa de datos indique lo contrario.

c) Valores nominales de los dispositivos de protección que no excedan los valores del fabricante. Cuando los valores nominales de los dispositivos de protección indicados en la tabla de elementos térmicos dada por el fabricante para ser utilizados en un controlador de motor, sean menores que la capacidad nominal o ajuste seleccionado según (a) y (b) de la Sección 440-22, el valor nominal del dispositivo de protección no debe ser mayor que el valor indicado por el fabricante.

D. Conductores del circuito derivado

440-31. Requisitos generales. Los requisitos de la parte D y del Artículo 310 especifican los tamaños nominales de los conductores necesarios para transportar la corriente eléctrica del motor en las condiciones especificadas sin calentamiento excesivo, excepto como se modifica en la Excepción 1 de 440-6 (a).

Los requisitos de esta Sección no aplican a los conductores que forman parte integral de motores, controladores de motores y equipo similar o a conductores que forman parte integral de equipos aprobados.

NOTA: Véanse 300-1(b) y 310-1 para requisitos similares.

440-32. Una sola unidad sellada. Los conductores de un circuito derivado que alimenten un solo motocompresor hermético de refrigeración deben tener una capacidad de conducción de corriente no menor a 125% de la corriente eléctrica de carga nominal de la unidad sellada o de la corriente para selección del circuito derivado, la que sea mayor.

440-33. Unidades selladas con cargas adicionales de motores o sin ellas. Los conductores que alimenten una o más unidades con cargas adicionales de motores o sin ellas, deben tener una capacidad de conducción de corriente no menor a la suma de valores de la corriente eléctrica de carga nominal o de la corriente para selección del circuito derivado, la que sea mayor, de todas las unidades selladas, más la corriente de plena carga de los otros motores y más un 25% del mayor valor nominal del motor o de la unidad sellada del grupo.

Excepción 1: Cuando el circuito está bloqueado de manera que impide el arranque y funcionamiento de una segunda unidad de un motor de compresor refrigerante hermético o grupo de unidades, el tamaño nominal de los conductores debe determinarse con base en la unidad sellada o grupo de unidades selladas más grande que deban funcionar simultáneamente en un momento dado.

Excepción 2: Los acondicionadores de aire de habitación como se indica en la Parte G del Artículo 440.

440-34. Carga combinada. Los conductores que alimentan a una carga de motocompresores herméticos de refrigeración que sea adicional a una carga de alumbrado o aparatos eléctricos, según se indica en el Artículo 220 y en otras Secciones aplicables, deben tener una capacidad de conducción de corriente suficiente para la carga de alumbrado o de artefactos más la requerida para la carga de las unidades selladas, determinada de acuerdo con lo indicado en 440-33 o, para una sola unidad sellada, de acuerdo con lo indicado en 440-32.

Excepción: Cuando el circuito está bloqueado de manera que impide el funcionamiento simultáneo de la unidad o de motocompresores herméticos de refrigeración y de todas las demás cargas conectadas, el tamaño nominal del conductor debe determinarse con base en el tamaño nominal mayor requerido por la unidad o unidades selladas y las otras cargas que deban funcionar simultáneamente en un momento dado.

440-35. Equipo de varios motores y de cargas combinadas. La capacidad de conducción de corriente de los conductores que alimenten equipos de varios motores y de cargas combinadas no debe ser menor que la mínima capacidad de conducción de corriente del circuito marcada en el equipo, de acuerdo con lo indicado en 440-4 (b).

E. Controladores para motores de compresor

440-41. Capacidad nominal

a) Controlador del motocompresor. Un controlador de la unidad sellada debe tener al mismo tiempo una corriente eléctrica nominal de plena carga para servicio continuo y una corriente nominal de rotor bloqueado, no menores que la corriente de carga nominal indicada en la placa de datos o que la corriente para selección del circuito derivado, la que sea mayor y, respectivamente, la corriente eléctrica de rotor bloqueado del compresor. (Véanse 440-6 y 440-7). En caso de que el controlador del motor esté dimensionado en kW o en CP, pero no lleve indicación de una o ambas corrientes nominales mencionadas anteriormente, los valores equivalentes de la corriente eléctrica deben ser determinados de acuerdo con las características nominales como se indica a continuación: úsense las Tablas 430-148 y 430-150, para determinar el valor nominal de la corriente equivalente de plena carga. Usense las Tablas 430-151A 430-151B para determinar el valor nominal de la corriente eléctrica de rotor bloqueado.

b) Controlador que sirve a más de una carga. Un controlador que sirve a más de un motocompresor o a una unidad y otras cargas; debe tener un valor nominal de corriente eléctrica de plena carga para servicio continuo y una corriente de rotor bloqueado, no menores a la carga combinada según se determina en la Sección 440-12 (b).

F. Protección contra sobrecarga de los motocompresores y de los circuitos derivados

440-51. Requisitos generales. Los requisitos de la Parte F se aplican a los dispositivos destinados a proteger a los motocompresores, a los aparatos de control de motores y a los conductores de los circuitos derivados contra calentamiento excesivo debido a sobrecargas del motor y fallas en el arranque. Véase 240-3 (e) a (h).

NOTA: Una sobrecarga de un aparato accionado eléctricamente es una sobrecorriente de funcionamiento, la cual, si es mantenida por un periodo suficientemente largo, puede provocar daños o sobrecalentamientos peligrosos. No incluye cortocircuito o falla a tierra.

440-52. Aplicación y selección

a) Protección al motocompresor. Cada motocompresor debe estar protegido contra sobrecargas y fallas en el arranque por uno de los medios indicados a continuación:

1) Un relevador de sobrecarga separado que sea adecuado para la corriente eléctrica de la unidad. Este dispositivo debe escogerse para disparar a no más de 140% de la corriente de carga nominal de una unidad sellada.

2) Un protector térmico que forme parte integral de la unidad sellada, aprobado para usarse con la unidad sellada que protege, con objeto de evitar un sobrecalentamiento peligroso provocado por sobrecargas y fallas en el arranque.

Si el dispositivo que interrumpe la corriente eléctrica está separado del motocompresor y su circuito de control está accionado por un dispositivo de protección que forma parte integral de dicha unidad, debe disponerse de manera que la abertura del circuito de control provoque la interrupción de la corriente hacia el moto compresor.

3) Un fusible o interruptor automático de tiempo inverso sensible a la corriente eléctrica del motor, el cual puede también servir como dispositivo de protección del circuito derivado contra cortocircuito y falla a tierra. Este dispositivo debe tener una capacidad nominal no mayor a 125% de la corriente de carga nominal del motocompresor. Debe tener suficiente retardo de tiempo para permitir que el motocompresor arranque y acelere su carga. El equipo o motocompresor debe llevar identificación de la máxima capacidad de este fusible, del circuito derivado o de la capacidad nominal del interruptor automático de tiempo inverso.

4) Un sistema de protección suministrado o especificado y aprobado para usarse con el motocompresor, el cual protege evitando el sobrecalentamiento peligroso del equipo provocado por sobrecargas y fallas en el arranque. Si el dispositivo de interrupción de corriente está separado de la unidad sellada y su circuito de control es accionado por un dispositivo de protección que no forma parte integral del dispositivo de interrupción de corriente, debe disponerse de tal manera que la abertura del circuito de control provoque la interrupción de la corriente eléctrica hacia la unidad sellada.

b) Protección de los aparatos de control de unidades selladas y de los conductores de circuitos derivados. El controlador del motocompresor, los medios de desconexión y los conductores del circuito derivado deben estar protegidos contra sobrecorriente debida a sobrecargas en el motor y fallas en el arranque, por uno de los medios indicados a continuación, el cual puede ser el mismo dispositivo o sistema que protege a la unidad sellada de acuerdo con lo indicado en 440-52 (a).

Excepción: Para unidades selladas y equipo en un circuito derivado monofásico de 15 A o 20 A como se indica en 440-54 y 440-55.

1) Un relevador de sobrecarga seleccionado de acuerdo con lo indicado en 440-52 (a)(1).

2) Un protector térmico aplicado de acuerdo con lo indicado en 440-52 (a)(2) y que no permita una corriente eléctrica constante mayor de 156% de la corriente de carga nominal indicada o de la corriente para selección del circuito derivado.

3) Un fusible o interruptor automático de tiempo inverso seleccionado de acuerdo con lo indicado en 440-52 (a)(3).

4) Un sistema de protección de acuerdo con lo indicado en 440-52 (a)(4) y que no permita una corriente eléctrica constante mayor de 156% de la corriente de carga nominal indicada o de la corriente para selección del circuito derivado.

440-53. Elementos térmicos de sobrecarga. Los relevadores de sobrecarga y otros dispositivos para protección de motores contra sobrecarga, que no son capaces de interrumpir corrientes de cortocircuito, deben protegerse con fusibles o interruptores automáticos de tiempo inverso, de capacidad o ajuste de acuerdo con lo indicado en la Parte C, a menos que estén aprobados para ser instalados en grupo o para motores con devanado partido y que lleven la identificación de la capacidad máxima del fusible o del interruptor automático de tiempo inverso por los cuales deben estar protegidos.

Excepción: La identificación del tamaño del fusible o del interruptor automático de tiempo inverso puede ubicarse en la placa de datos del equipo aprobado en el cual se utilice el relevador de sobrecarga u otros dispositivos de sobrecarga.

440-54. Motocompresor y equipo en circuitos derivados de 15 A o 20 A no conectados por medio de cordón y clavija. Para el motocompresor y equipos utilizados en circuitos derivados monofásicos de 15 A o 20 A en 120 V o 127 V, o 15 A en 208 V o 240 V, tal como se permite en el Artículo 210, se debe proveer protección contra sobrecarga como se indica en (a) y (b) a continuación.

a) Protección contra sobrecarga. El motocompresor debe estar provisto de 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 aprobados para ser usados con el dispositivo de protección contra cortocircuitos y fallas a tierra del circuito derivado al cual el equipo está conectado.

b) Retardo de tiempo. El dispositivo de protección contra cortocircuito y falla a tierra del circuito derivado al cual el motocompresor está conectado, debe tener suficiente retardo de tiempo para permitir que el motor de la unidad y los otros motores arranquen y aceleren con carga.

440-55. Motor-compresor y equipo en circuitos derivados de 15 A o 20 A conectados por medio de cordón y clavija. La protección contra sobrecarga del motocompresor y de equipo conectados por medio del cordón y clavija y usados en circuitos derivados monofásicos de 15 A o 20 A en 120 V, 127 V, o 15 A en 208 V, 220 V o 240 V, tal como se permite en el Artículo 210, puede ser como se indica a continuación:

a) Protección contra sobrecarga. El motocompresor debe estar provisto de protección contra sobrecargas como se especifica en 440-52 (a). Tanto el controlador como el dispositivo de protección contra sobrecarga del motor deben estar aprobados para uso con el dispositivo de protección contra cortocircuito y falla a tierra del circuito derivado al cual está conectado el equipo.

b) Capacidad de la clavija y del receptáculo. La capacidad de la clavija y del receptáculo no debe exceder 20 A en 120 V o 127 V o 15 A en 250 V.

c) Retardo de tiempo. El dispositivo de protección contra cortocircuito y falla a tierra que protege al circuito derivado debe tener suficiente retardo como para permitir que el motocompresor y otros motores arranquen y aceleren con carga sin que opere la protección.

G. Requisitos para acondicionadores de aire para habitación

440-60. Requisitos generales. Los requisitos de la Parte G deben aplicarse a los acondicionadores de aire para habitación energizados eléctricamente que controlan la temperatura y la humedad. Para los efectos de la parte G, un acondicionador de aire para habitación (con o sin calefacción) debe considerarse como un artefacto de c.a. del tipo ventana, consola o pared, instalado en el cuarto que se ventila y provisto de una o varias unidades selladas. La Parte G se aplica a los equipos monofásicos de tensión eléctrica no mayor de 250 V y el equipo puede estar provisto de cordón y clavija.

Un acondicionador de aire para habitación que sea trifásico o con tensión eléctrica mayor de 250 V, debe conectarse por medio de una instalación del tipo indicado en el Capítulo 3 y no le aplican los requisitos de esta Parte G.

440-61. Puesta a tierra. Los acondicionadores de aire para habitación deben ser puestos a tierra de acuerdo con lo indicado en 250-42, 250-43 y 250-45.

440-62. Requisitos para circuitos derivados

a) Acondicionadores de aire para habitación como unidad con un solo motor. Un acondicionador de aire para habitación debe considerarse como una unidad de un solo motor al determinar los requisitos de su circuito derivado, cuando se cumplen las siguientes condiciones:

1) Está provisto de cordón y clavija.

2) Su capacidad no es mayor de 40 A y hasta 250 V y es monofásico.

3) La corriente eléctrica de carga nominal total está indicada en la placa de datos del acondicionador de aire, en lugar de la corriente individual del motor.

4) La capacidad nominal de los dispositivos de protección contra cortocircuito y falla a tierra del circuito derivado no excede la capacidad de conducción de corriente de los conductores del circuito derivado o del receptáculo, la que sea menor.

b) Donde no haya otras cargas conectadas. La capacidad total especificada en la placa de datos de un acondicionador de aire para habitación del tipo cordón y clavija no debe exceder 80% de la capacidad de un circuito derivado donde no haya otras cargas adicionales.

c) Donde haya unidades de alumbrado y/u otros artefactos conectados. La capacidad total especificada de un acondicionador de aire para habitación del tipo de cordón y clavija no debe exceder 50% de la capacidad de un circuito derivado cuando esté alimentando también unidades de alumbrado u otros artefactos.

440-63. Medios de desconexión. Un cordón con clavija y un receptáculo pueden utilizarse como medios de desconexión de un acondicionador de aire para habitación monofásico de 250 V o menos, si:

1) Los controles manuales del acondicionador de aire son fácilmente accesibles y están dentro de una altura de 1,80 m sobre el nivel del piso.

2) Se instala un desconectador de operación manual, en un lugar fácilmente accesible y a la vista desde el acondicionador de aire para habitación.

440-64. Cordones de alimentación. Cuando se utilicen cordones flexibles para alimentar un acondicionador de aire para habitación, su longitud no debe ser mayor de:

(1) 3 m para un equipo de 120 V o 127 V nominales o

(2) 1,80 m para equipo de 208 V, 220 V o 240 V nominales.

ARTICULO 445 – GENERADORES

445-1. Alcance. Los generadores y equipos asociados, así como su sistema de alambrado deberán cumplir, además de los requisitos de este Artículo, lo aplicable de los Artículos 230, 250, 695, 700, 701, 702 y 705.

445-2. Ubicación. Los generadores y equipo asociado deben ser adecuados para el local en que vayan a ser instalados. Deben cumplir además con los requisitos establecidos en 430-14.

Los generadores instalados en áreas clasificadas como peligrosas, deben cumplir con los requisitos aplicables de los Artículos 500 a 503, 510 a 517, 520 y 530.

445-3. Marcado. Cada generador debe tener una placa de datos en la que se indique, nombre del fabricante, frecuencia nominal, factor de potencia, número de fases para c.a., régimen nominal en kW o kVA, tensión y corriente eléctricas nominales y las revoluciones nominales por minuto, la clase de aislamiento, la temperatura ambiente nominal o el aumento de temperatura nominal y su tiempo nominal de funcionamiento.

445-4. Protección contra sobrecorriente

a) Generadores de tensión eléctrica constante. Los generadores deben estar protegidos por diseño contra sobrecargas, basándose en interruptores automáticos, fusibles, u otro medio aceptable que proporcione adecuada protección contra sobrecorriente. Se exceptúan los excitadores de los generadores de c.a.

b) Generadores de dos hilos. Se permite que los generadores de c.c. de dos hilos se protejan contra sobrecorriente en un solo conductor, si el dispositivo es accionado por la totalidad de la corriente eléctrica generada, excepto la corriente eléctrica del campo en derivación. El dispositivo de sobrecorriente no debe abrir el circuito del campo en derivación.

c) Generadores para 65 V o menos. Los generadores que funcionen a 65 V o menos, cuando se accionen por motores individuales, se considerarán protegidos por el dispositivo de sobrecorriente que protege al motor, si este dispositivo actúa cuando los generadores suministran no más de 150% de su corriente eléctrica nominal de plena carga.

d) Sistemas compensadores. Los generadores de c.a. de dos hilos, asociados a sistemas de compensadores para obtener neutros para sistemas de tres hilos, deben estar equipados con dispositivos de sobrecorriente que deben desconectar el sistema de tres hilos en el caso de desequilibrio excesivo de tensión o de corriente eléctricas.

e) Generadores de c.c. de tres hilos. Los generadores de c.c. de tres hilos, ya sean en derivación o compuestos, deben equiparse con dispositivos de sobrecorriente, uno en cada terminal de cable de armadura, conectados para que sean accionados por toda la corriente de la misma. Dichos dispositivos deben formarse por un interruptor automático, ya sea de dos polos y de dos bobinas o por uno de compensador y disparado por dos dispositivos de sobrecorriente, uno en cada terminal del cable de armadura. Tales dispositivos de protección deben tener bloqueo eléctrico de manera que ningún polo pueda abrirse sin desconectar simultáneamente del sistema ambas terminales del cable de armadura.

Excepción a los incisos "(a)" hasta "(e)": Cuando se considera que un generador es vital para la operación de un sistema eléctrico y el generador debe funcionar hasta fallar para evitarle a las personas riesgos mayores, al elemento detector de protección contra sobrecargas puede conectarse un indicador o una alarma supervisada por persona calificada en vez de interrumpir el circuito del generador.

445-5. Capacidad de conducción de corriente de los conductores. La capacidad de conducción de corriente de los conductores de fase que van desde las terminales del generador al primer dispositivo de sobrecorriente, no debe ser menor a 115% de la corriente eléctrica de placa nominal del generador. El tamaño nominal del conductor neutro debe estar de acuerdo con lo indicado en 220-22. Los conductores que transportan corrientes de falla a tierra no deben ser de tamaño nominal inferior al requerido en 250-23 b).

Excepción 1: Cuando el diseño y la operación del generador impidan sobrecargas, la capacidad de conducción de corriente de los conductores no debe ser menor a 100% de la corriente eléctrica nominal, expresada en la placa de datos del generador.

Excepción 2: Cuando las terminales del generador están conectadas de fábrica directamente a un dispositivo de sobrecorriente, que es una parte integral del grupo generador.

Excepción 3: Los conductores puestos a tierra de generadores de corriente continua que deben soportar las corrientes eléctricas de falla, no deben ser de menor tamaño nominal al del mayor conductor activo o portador de corriente.

445-6. Protección de las partes vivas. Las partes vivas de los generadores que operen a más de 150 V respecto de tierra no deben estar expuestas a contacto accidental si son accesibles a personas no calificadas.

445-7. Resguardos para operadores. Cuando la seguridad de los operadores lo requiera, debe cumplirse con los requisitos indicados en 430-133.

445-8. Boquillas. Cuando los conductores pasan por una abertura de un envoltorio, caja de conexiones o por una barrera, debe usarse una boquilla para proteger a los conductores de los bordes agudos de la abertura. La boquilla debe ser lisa y de superficie perfectamente redondeada para estar en contacto con el conductor; si se usa donde pudiera haber aceite, grasa y otros contaminantes, debe ser de un material que no sufra deterioro.

ARTICULO 450 - TRANSFORMADORES Y BOVEDAS PARA TRANSFORMADORES

450-1. Alcance. Este Artículo se aplica a la instalación de transformadores.

Excepción 1: Transformadores de corriente.

Excepción 2: Transformadores tipo seco que formen parte de aparatos y que cumplan con los requisitos de dichos aparatos.

Excepción 3: Transformadores que sean parte integral de equipo de rayos X, de aparatos de alta frecuencia o de aparatos de revestimiento por proceso electrostático.

Excepción 4: Transformadores utilizados en circuitos de clases 2 y 3 que cumplan con el Artículo 725.

Excepción 5: Transformadores para rótulos luminosos y alumbrado de realce, que cumplan con lo establecido en el Artículo 600.

Excepción 6: Transformadores para lámparas de descarga eléctrica que cumplan con el Artículo 410.

Excepción 7: Transformadores para circuitos de alarmas contra incendio, de potencia limitada, que cumplan con la Parte C del Artículo 760.

Excepción 8: Transformadores utilizados para la investigación, desarrollo o pruebas, cuando se provean de medios efectivos para proteger a las personas del contacto con partes energizadas.

Las disposiciones establecidas en este Artículo aplican a la instalación de transformadores utilizados para las instalaciones de bombas contra incendio con las modificaciones que se indican en el Artículo 695.

Este Artículo se aplica además a la instalación de transformadores en áreas peligrosas (clasificadas) con las modificaciones que indican los Artículos 501 a 503.

Estos requisitos se aplican a toda instalación nueva y a las modificaciones o ampliaciones de instalaciones ya existentes. En el caso de instalaciones temporales (que pueden requerirse en el proceso de construcción de fábricas o en subestaciones que estén siendo reestructuradas o reemplazadas), se puede eximir al usuario del cumplimiento de alguno de estos requisitos, de acuerdo con la justificación que exista para ello y siempre que se obtenga la debida seguridad por otros medios.

A. Disposiciones generales

450-2. Definiciones. Para el propósito de este Artículo:

Transformador: La palabra "transformador" se entiende como un transformador individual de una o múltiples fases, identificado por una sola placa de datos a menos que se identifique de otra forma en este Artículo.

450-3. Protección contra sobrecorriente. La protección contra sobrecorriente de los transformadores debe cumplir con lo indicado en (a), (b) o (c) descritos a continuación. Se permite que el dispositivo de protección en el secundario consista de no más de seis interruptores automáticos o no más de seis juegos de fusibles agrupados en un solo lugar. Cuando se usen varios dispositivos contra sobrecorriente, el valor total de todas las capacidades o ajustes de estos dispositivos, no debe exceder el valor que se permita para un solo dispositivo de sobrecorriente. Si se instalan tanto interruptores automáticos como fusibles, el valor total de todas las capacidades o ajustes de estos dispositivos, no debe exceder el valor que se permita para fusibles. Como se usa en esta Sección, la palabra "transformador" significa un transformador o un banco polifásico de dos o más transformadores monofásicos que operen como una unidad.

NOTA 1: Véanse 240-3, 240-21, 240-100 para la protección contra sobrecorriente de los conductores.

NOTA 2: Las cargas no lineales pueden incrementar la temperatura en el transformador, sin que su protección de sobrecorriente opere.

a) Transformadores de tensión eléctrica nominal mayor a 600 V

1) Primario y secundario. Cada transformador de más de 600 V nominales debe tener dispositivos de protección para el primario y para el secundario, de capacidad o ajuste para abrir a no más de los valores anotados en la Tabla 450-3 (a)(1). Los fusibles que actúen electrónicamente y que puedan ajustarse para abrir con una corriente eléctrica específica, deben ajustarse de acuerdo con el valor de ajuste para los interruptores automáticos.

Excepción 1: Cuando la capacidad nominal del fusible requerido o el ajuste del interruptor automático no corresponda a la capacidad o ajuste normalizado, se permite usar el valor o ajuste normalizado próximo más alto.

Excepción 2: Como se especifica en (a) (2) a continuación.

TABLA 450-3 (a)(1).- Transformadores de más de 600 V

Máximo ajuste para el dispositivo de protección contra sobrecorriente					
Primario			Secundario		
Más de 600 V			Más de 600 V		600 V o menos
Impedancia del transformador	Ajuste del interruptor automático	Capacidad del fusible	Ajuste del interruptor automático	Capacidad del fusible	Ajuste del interruptor automático o capacidad del fusible
No más del 6%	600%	300%	300%	250%	125%
Más del 6% y no más del 10%	400%	300%	250%	225%	125%

2) Instalaciones supervisadas. Cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que sólo personal calificado proporcionará servicio y controlará la instalación del transformador, se permite que la protección de sobrecorriente sea como se especifica en (a)(2)a.

a. Primario. Cada transformador de más de 600 V nominales debe estar protegido por un dispositivo individual de sobrecorriente en el lado del primario. Cuando se usen fusibles, su corriente eléctrica nominal continua no debe exceder 250% de la corriente primaria nominal del transformador. Cuando se usen interruptores automáticos o fusibles con actuadores electrónicos, deben ajustarse a no más de 300% de la corriente primaria nominal del transformador.

Excepción 1: Cuando la capacidad nominal del fusible requerido o el ajuste del interruptor automático no correspondan a la capacidad o ajuste normalizado, se permite la capacidad o ajuste normalizado próximo superior.

Excepción 2: No se requiere un dispositivo individual de sobrecorriente cuando el dispositivo de sobrecorriente del circuito primario proporciona la protección especificada en esta Sección.

Excepción 3: Como se indica en (a) (2) b siguientes.

b. Primario y secundario. Un transformador con tensión eléctrica nominal mayor a 600 V, que tenga un dispositivo de sobrecorriente en el secundario, de capacidad o ajuste para abrir no mayor que los valores indicados en la Tabla 450-3(a)(2)b o un transformador equipado con una protección térmica coordinada contra sobrecarga proporcionada por el fabricante, no requiere tener un dispositivo de sobrecorriente individual en la conexión del primario, siempre que el dispositivo de sobrecorriente del alimentador tenga la capacidad o esté calibrado para abrir a un valor de corriente eléctrica no mayor a los valores anotados en la Tabla 450-3(a)(2)b.

TABLA 450-3 (a)(2)(b).- Transformadores de más de 600 V en lugares supervisados

Máximo ajuste para el dispositivo de protección contra sobrecorriente					
Primario			Secundario		
Más de 600 V			Más de 600V		600 V o menos
Impedancia del transformador	Ajuste del interruptor automático	Capacidad del fusible	Ajuste del interruptor automático	Capacidad del fusible	Ajuste del interruptor automático o capacidad del fusible
No más de 6%	600%	300%	300%	250%	250%
Más de 6% y no más de 10%	400%	300%	250%	225%	250%

b) Transformadores de tensión eléctrica de 600 V o menos. La protección de sobrecorriente de los transformadores de 600 V, nominales o menos, debe cumplir con (1) o (2) siguientes:

1) Primario. Cada transformador con tensión eléctrica nominal de 600 V o menos, debe protegerse en el primario con un dispositivo de sobrecorriente individual con capacidad o ajustado a no más de 125% de la corriente primaria nominal del transformador.

Excepción 1: Cuando la corriente primaria nominal de un transformador es de 9 A o mayor y 125% de esta corriente no corresponde a la capacidad nominal de un fusible o de un interruptor automático no ajustable, se permite el valor nominal próximo superior indicado en la Sección 240-6. Cuando la corriente primaria nominal sea menor de 9 A, se permite que la capacidad o el ajuste del dispositivo de sobrecorriente sea de un valor no mayor a 167% de la corriente primaria.

Para corriente primaria nominal menor de 2 A se permite que la capacidad o el ajuste del dispositivo de protección contra sobrecorriente sea de un valor no mayor a 300%.

Excepción 2: No se requiere un dispositivo de sobrecorriente individual cuando el dispositivo de sobrecorriente del circuito primario proporciona la protección especificada en esta Sección.

Excepción 3: Cuando el transformador esté instalado en un circuito de control de motores, de acuerdo con lo indicado en una de las excepciones de 430-72(c)

Excepción 4: Lo indicado en (b)(2) siguiente.

2) Primario y secundario. Un transformador de tensión eléctrica nominal de 600 V o menos, que tenga un dispositivo de sobrecorriente en el secundario, de capacidad o ajuste no mayor de 125% la corriente nominal del secundario del transformador, no requiere tener un dispositivo de protección individual contra sobrecorriente en el lado del primario, si el dispositivo de sobrecorriente del alimentador primario tiene un valor nominal o está ajustado a un valor de corriente eléctrica no mayor a 250% de la corriente nominal primaria del transformador.

Un transformador con tensión eléctrica nominal de 600 V o menos, equipado con una protección térmica contra sobrecarga coordinada dada por el fabricante y dispuesto para interrumpir la corriente eléctrica primaria, no requiere tener un dispositivo individual de sobrecorriente en el primario, si el dispositivo de sobrecorriente del alimentador primario tiene un valor nominal o se ajusta a un valor de corriente no mayor a seis veces la corriente nominal del transformador, para transformadores con impedancia no mayor a 6%, y no mayor a cuatro veces la corriente nominal del transformador, para transformadores con impedancia mayor a 6% y no más de 10%.

Excepción: Cuando la corriente nominal secundaria de un transformador es de 9 A o mayor y 125% de esta corriente no corresponde a un valor nominal de un fusible o de un interruptor automático no ajustable, se permite escoger el valor próximo superior indicado en la Sección 240-6.

Cuando la corriente nominal del secundario es menor de 9 A, se permite un dispositivo de sobrecorriente de valor nominal o de ajuste no mayor a 167% del valor nominal de la corriente nominal secundaria.

c) Transformadores de potencial. Los transformadores de potencial instalados en interiores o encerrados deben protegerse con fusibles primarios.

NOTA: Para la protección de circuitos de instrumentos incluyendo transformadores de potencial, véase 384-32.

450-4. Autotransformadores de 600 V nominales o menos

a) Protección contra sobrecorriente. Cada autotransformador de 600 V nominales o menos debe protegerse por un dispositivo individual de protección contra sobrecorriente instalado en serie con cada conductor de fase en la entrada. Tal dispositivo de sobrecorriente debe tener un valor nominal o estar ajustado a no más de 125% de la capacidad de corriente de entrada a plena carga del autotransformador. Un dispositivo de corriente no debe instalarse en serie con el devanado en derivación (el devanado común, tanto para los circuitos de entrada o de salida) del transformador entre los puntos A y B como se muestra en la Figura 450-4.

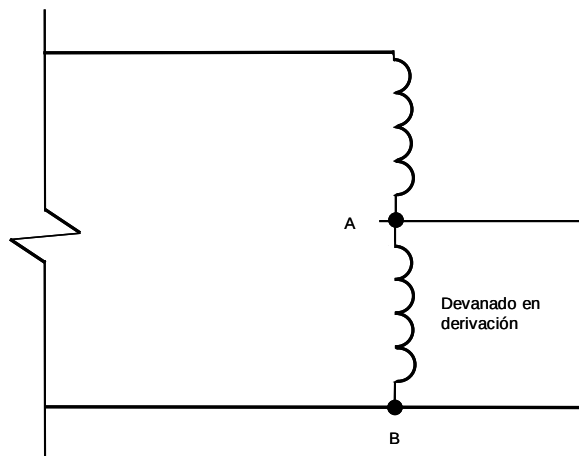


FIGURA 450-4.- Autotransformador

Excepción: Cuando la corriente eléctrica nominal de entrada de un autotransformador es de 9 A o más y 125% de esta corriente no corresponde a la capacidad nominal del fusible o del interruptor automático no ajustable, se permite la capacidad nominal próxima superior descrita en la Sección 240-6 y debe instalarse un dispositivo de sobrecorriente ajustado a no más de 167% de la corriente de entrada.

b) Transformador conectado en campo como autotransformador. Un transformador conectado en campo como autotransformador debe estar identificado para usarse a la tensión eléctrica elevada.

NOTA: Para información sobre los usos permitidos de los autotransformadores, véase 210-9.

450-5. Autotransformadores para conexión a tierra. Los autotransformadores para conexión a tierra cubiertos por esta Sección son transformadores conectados en zig-zag o en T, conectados a sistemas trifásicos de tres hilos de fase, con el propósito de obtener un sistema de distribución de tres fases, cuatro hilos, o para proveer una referencia de neutro para fines de puesta a tierra. Tales autotransformadores deben tener una capacidad de corriente nominal de servicio continuo por fase y una para la corriente de servicio continuo del neutro.

NOTA: La corriente eléctrica de fase de un autotransformador de puesta a tierra es de 1/3 la del neutro.

a) Sistema trifásico, cuatro hilos. Un autotransformador de puesta a tierra usado para crear un sistema de distribución de tres fases, cuatro hilos, a partir de un sistema no aterrizado de tres fases, tres hilos, debe cumplir con lo siguiente:

1) Conexiones. El transformador debe conectarse directamente a los conductores de fase no puestos a tierra y no debe ser controlado por un desconectador, ni provisto de una protección contra sobrecorriente independiente del desconectador principal y de la protección contra sobrecorriente de disparo común del sistema trifásico de cuatro hilos.

2) Protección contra sobrecorriente. Se debe instalar un dispositivo sensible a las sobrecorrientes, que provoque la apertura del interruptor principal o de la protección contra sobrecorriente de disparo común indicada en (a)(1) anterior, cuando la carga del autotransformador alcance o sobrepase 125% de la corriente nominal de fase o la del neutro. Se permite el retardo del disparo del dispositivo contra sobrecorrientes temporales, con el fin de asegurar el funcionamiento correcto de los dispositivos de protección del circuito derivado o del alimentador del sistema de cuatro hilos.

3) Detector de fallas en transformadores. Se debe prever un sistema de detección de fallas que provoque el disparo de un interruptor principal o del dispositivo de protección contra sobrecorriente de disparo común, para sistemas trifásicos de cuatro hilos, para proteger contra fallas internas o del funcionamiento en una sola fase.

NOTA: Esto puede lograrse con el uso de dos transformadores de corriente del tipo “dona” con conexión sustractiva, instalados para detectar y señalar cualquier desbalance de 50% o más de la corriente nominal en la alimentación del autotransformador.

4) Capacidad. El autotransformador debe tener una capacidad nominal de servicio continuo de corriente del neutro suficiente para soportar al máximo posible el desbalance de la corriente de carga en el neutro de un sistema de cuatro hilos.

b) Referencia de tierra para dispositivos de protección contra fallas. Un autotransformador de conexión a tierra que se utilice para que pueda manejar una cantidad especificada de corriente de falla para el funcionamiento de un dispositivo de protección, debe cumplir los requisitos siguientes:

1) Capacidad. El autotransformador debe tener una capacidad nominal de corriente del neutro suficiente para la corriente de falla a tierra especificada.

2) Protección contra sobrecorriente. Se debe colocar en el circuito derivado del autotransformador un dispositivo de protección contra sobrecorriente, de capacidad de cortocircuito adecuada, que abra simultáneamente todos los conductores de fase cuando es accionado y que tenga una capacidad nominal o de ajuste no mayor a 125% de la capacidad de corriente del autotransformador o 42% de la capacidad de corriente de cualquiera de los dispositivos conectados en serie con la conexión del neutro y del autotransformador. Se permite un retardo de disparo para sobrecorrientes temporales para obtener el funcionamiento correcto de los dispositivos de disparo que responda a fallas a tierra en el sistema principal, pero éste no debe exceder los valores que serían mayores que la capacidad de corriente de tiempo corto del autotransformador de puesta a tierra o de cualquiera de los dispositivos que puedan estar conectados en serie con la conexión del neutro.

C) Referencia a tierra para amortiguar sobretensiones eléctricas transitorias. Un autotransformador de conexión a tierra utilizado para limitar sobretensiones eléctricas transitorias debe ser de capacidad nominal adecuada y estar conectado de acuerdo con lo indicado en (a)(1) anterior.

450-6. Enlace secundario. Un enlace secundario es un circuito que opera a tensión eléctrica nominal de 600 V o menos entre fases, el cual conecta dos fuentes de alimentación o dos puntos de suministro de energía, tales como los secundarios de dos transformadores. El enlace puede estar formado por uno o más conductores por fase.

a) Circuitos de enlace. Los circuitos de enlace deben estar provistos de una protección en cada extremo contra sobrecorriente como lo especifica el Artículo 240 de esta norma.

Excepción: Según las condiciones descritas en (a)(1) y (a) (2) siguientes se permite que la protección contra sobrecorriente esté de acuerdo con lo indicado en (a)(3) que se describe adelante.

1) Cargas conectadas solamente en los puntos de alimentación del transformador. Cuando todas las cargas están conectadas en los puntos de alimentación del transformador en cada extremo del enlace, y la protección contra sobrecorriente no está provista de acuerdo con lo indicado en el Artículo 240, la capacidad nominal de conducción de corriente del enlace no debe ser menor de 67% de la corriente nominal del secundario del transformador de mayor capacidad conectado al sistema de enlace del secundario.

2) Cargas conectadas entre los puntos de alimentación del transformador. Cuando las cargas están conectadas al enlace en cualquier punto entre los puntos de alimentación del transformador y no se ha provisto protección contra sobrecorriente de acuerdo con lo indicado en el Artículo 240, la capacidad nominal de conducción de corriente del enlace no debe ser menor de 100% de la corriente nominal del secundario del transformador de mayor capacidad conectado al sistema de enlace del secundario.

Excepción: Lo que se indica en (a) (4) siguiente.

3) Protección del circuito de enlace. En las condiciones descritas en (a)(1) y (a)(2) anteriores, ambos extremos de cada conductor de enlace deben estar equipados con un dispositivo de protección que opere a una temperatura predeterminedada del conductor de enlace bajo condiciones de cortocircuito. Esta protección debe ser una de las siguientes:

(1) un conector de cable, borne o terminal fundibles, comúnmente conocido como un limitador, cada uno de tamaño nominal correspondiente al del conductor, de construcción y características de acuerdo con la tensión eléctrica utilizada y con el tipo de aislamiento de los conductores de enlace, o

(2) interruptores accionados por dispositivos con características tiempo/corriente comparables.

4) Conexión de los conductores de cada fase entre los puntos de alimentación del transformador.

Cuando el enlace está formado por más de un conductor por fase, los conductores de cada fase se deben conectar entre sí, con el fin de obtener un punto de alimentación de la carga y se debe prever la protección especificada en (a)(3) anterior en cada conductor de enlace a este punto.

Excepción: Se pueden conectar cargas a los conductores individuales de un enlace de conductores en paralelo sin conectar entre sí los conductores de cada fase y sin disponer de la protección especificada en (a)(3) en los puntos de conexión de la carga, si los conductores del enlace de cada fase tienen una capacidad combinada no menor a 133% de la corriente nominal del secundario del transformador de mayor capacidad conectado al sistema de enlace del secundario; si la carga total de dichas derivaciones no es mayor que la corriente nominal del secundario del transformador de mayor capacidad, y si las cargas están igualmente repartidas sobre cada fase y sobre los conductores individuales de cada fase, hasta donde sea posible.

5) Control del circuito de enlace. Cuando la tensión eléctrica de servicio sea mayor de 150 V con respecto a tierra, los enlaces del secundario equipados con limitadores deben tener un desconectador en cada extremo que, al operar, interrumpa el suministro de energía a los conductores de enlace asociados y a los limitadores. La capacidad de corriente del desconectador no debe ser menor que la capacidad de conducción de corriente de los conductores conectados al mismo. El desconectador debe ser capaz de interrumpir su corriente nominal y construido de forma que no opere por el efecto de las fuerzas magnéticas originadas por la corriente de cortocircuito.

b) Protección contra sobrecorrientes de las conexiones en el secundario. Cuando se utilicen enlaces en el secundario del transformador, se debe proveer en las conexiones del secundario de cada transformador un dispositivo de sobrecorriente de una capacidad o ajuste no mayor a 250% de la corriente nominal del secundario de los transformadores; además, se debe instalar en la conexión secundaria de cada transformador un interruptor automático accionado por un relevador de corriente inversa, ajustado para abrir el circuito a una intensidad no mayor a la corriente nominal del secundario del transformador.

450-7. Funcionamiento en paralelo. Los transformadores pueden funcionar en paralelo y conectarse y desconectarse como una unidad, siempre que la protección contra sobrecorriente en cada transformador cumpla con los requisitos indicados en 450-3(a)(1) o 450-3(b)(2).

450-8. Protección. Los transformadores se deben proteger como se indica a continuación:

a) Protección mecánica. Deben tomarse todas las medidas para reducir a un mínimo la posibilidad de daño a los transformadores por causas externas, cuando estén expuestos a daño físico.

b) Envoltente o cubierta. Los transformadores de tipo seco deben estar dotados de una cubierta o envoltente resistente a la humedad e incombustible, que dé una protección razonable contra la entrada accidental de objetos extraños.

c) Partes energizadas expuestas. Los transformadores deben estar instalados de modo que las partes vivas estén resguardadas de acuerdo con lo indicado en 110-17 y 110-34.

d) Advertencia de la tensión eléctrica. La tensión eléctrica de operación de las partes vivas expuestas en las instalaciones de transformadores se deben indicar por medio de señales o marcas visibles sobre el equipo o estructuras.

450-9. Ventilación. La ventilación debe ser adecuada para disipar las pérdidas a plena carga del transformador, sin que se produzca un aumento de temperatura que exceda la nominal del transformador.

NOTA: En algunos transformadores pueden presentarse pérdidas adicionales, cuando estén presentes corrientes no senoidales causando un incremento de temperatura dentro del transformador, por arriba de su valor nominal.

Los transformadores con aberturas para ventilación deben instalarse de manera que no sean bloqueados por paredes u otras obstrucciones. Las separaciones necesarias deben estar marcadas claramente en el transformador.

450-10. Puesta a tierra. Las partes metálicas de las instalaciones de transformadores, que no transporten corriente y estén expuestas, incluyendo las cercas, resguardos, etc., se deben poner a tierra en las condiciones y en la forma prevista en el Artículo 250 para equipo eléctrico y para otras partes metálicas expuestas.

450-11. Marcado. Cada transformador debe estar provisto de una placa de datos en la que se indique el nombre del fabricante, la capacidad nominal en kVA; la frecuencia; la tensión eléctrica en el primario y en el secundario; la impedancia para transformadores de 25 kVA y mayores; el espacio requerido para transformadores con aberturas de ventilación, y la cantidad y clase de líquido aislante, cuando se use. La placa de cada transformador tipo seco debe indicar además la clase de temperatura para el sistema de aislamiento.

450-12. Espacio de alambrado para terminales. Debe proporcionarse el espacio para formar curvas, de las guías de línea o en carga del transformador fijo de 600 V o menos, de acuerdo con lo requerido en 373-6. El espacio de alambrado para empalmes torcidos debe estar de acuerdo con lo indicado en la Tabla 370-16 (b).

450-13. Ubicación. Los transformadores y bóvedas de transformadores deben ser fácilmente accesibles al personal calificado para inspección y mantenimiento.

Excepción 1: Los transformadores tipo seco de 600 V nominales o menos, localizados en espacio abierto sobre paredes, columnas o estructuras, no es necesario que estén fácilmente accesibles.

Excepción 2: Los transformadores de tipo seco, de menos de 600 V nominales y que no excedan de 50 kVA, se permiten en espacios huecos de edificios, resistentes al fuego, que no estén permanentemente cerrados por estructuras, siempre y cuando se reúnan las condiciones de ventilación indicadas en 450-9. Los transformadores instalados de esta manera no se requiere que sean fácilmente accesibles.

A menos que sea especificado de otra manera en este Artículo, el término "resistente al fuego" se refiere a una construcción que tenga una resistencia al fuego de una hora como mínimo.

NOTA: La ubicación de los diferentes tipos de transformadores está cubierta en la Parte B del Artículo 450. La ubicación de bóvedas de transformadores está cubierta en 450-41.

B. Disposiciones específicas aplicables a los diferentes tipos de transformadores

450-21. Transformadores de tipo seco instalados en interiores

a) No mayores a 112,5 kVA. Los transformadores de tipo seco con una capacidad de 112,5 kVA o menos, instalados en interiores, deben tener una separación no menor a 30 cm de cualquier material combustible.

Excepción 1: Cuando estén separados del material combustible por una barrera resistente al fuego y aislante al calor.

Excepción 2: Transformadores de 600 V nominales o menos y que estén totalmente cerrados, con o sin aberturas de ventilación.

b) Mayores a 112,5 kVA. Los transformadores individuales de tipo seco de una capacidad mayor de 112,5 kVA se deben instalar en un cuarto de transformadores resistente al fuego.

Excepción 1: Los transformadores con aislamiento para una elevación de temperatura de 80 °C o mayor y separados de cualquier material combustible por una barrera resistente al fuego y aislante del calor, o separados de cualquier material combustible por una distancia no menor 1,83 m horizontalmente y 3,66 m verticalmente.

Excepción 2: Los transformadores contruidos con aislamiento para una elevación de temperatura de 80 °C o mayor que estén completamente encerrados, excepto por las aberturas de ventilación.

c) Mayores de 35 000 V. Los transformadores de tipo seco para más de 35 000 V se deben instalar en una bóveda que cumpla con la parte C de este Artículo.

450-22. Transformadores secos instalados en exteriores. Los transformadores secos instalados en exteriores deben tener una envoltente a prueba de intemperie.

Los transformadores de capacidad mayor de 112,5 kVA deben estar situados a una distancia mayor de 305 mm de cualquier material combustible de los inmuebles.

Excepción: Los transformadores contruidos con aislamiento para una elevación de temperatura de 80 °C o mayor que estén completamente encerrados, excepto por las aberturas de ventilación.

450-23. Transformadores en líquidos de alto punto de ignición. Se permite la instalación de transformadores aislados con líquidos de alto punto de ignición (aprobados) que tengan un punto de ignición no menor a los 300 °C, de acuerdo con lo indicado en a) o b), siguientes:

a) Instalaciones interiores, de acuerdo con lo indicado en (1), (2) o (3) siguientes:

1) En edificios, en áreas donde se cumplan todos los requerimientos siguientes:

- a.** La tensión eléctrica nominal del transformador sea de 35 000 V o menos.
- b.** No se almacenen materiales combustibles.
- c.** Se tenga un área de confinamiento del líquido.
- d.** El área cumpla con todas las restricciones previstas en la aprobación del líquido.

2) Para transformadores con tensión eléctrica nominal de 35 000 V o menos, se cuenta con un sistema automático de extinguidores de fuego y un área de confinamiento de líquidos.

3) De acuerdo con lo indicado en 450-26.

b) Instalaciones en exteriores. Se permite instalar transformadores aislados con líquidos de alto punto de ignición fuera de, adjunto a, o en techo de edificios, de acuerdo con lo siguiente:

- 1) La instalación debe cumplir con las restricciones de la aprobación de estos líquidos.

NOTA: Instalaciones adjuntas a materiales combustibles, salidas de emergencia o puertas y ventanas deben requerir avisos de emergencia adicionales tales como los indicados en 450-27.

- 2) De acuerdo con lo indicado en 450-27.

450-24. Transformadores aislados con fluidos no inflamables. Los transformadores aislados con un fluido dieléctrico no inflamable pueden ser instalados en interiores o exteriores. Cuando estos transformadores instalados en interiores sean de tensión eléctrica nominal superior a 35 000 V deben instalarse en bóvedas. Cuando se instalen, deben contar con un área para el confinamiento del líquido y una válvula de alivio de la presión. El transformador debe estar equipado con medios para absorber cualquier gas generado por arqueo eléctrico dentro del transformador, o la válvula de alivio debe estar conectada a una chimenea o conducto, que lleve estos gases hasta un área segura.

Para el propósito de esta Sección, un fluido dieléctrico no inflamable es aquel que no posee punto de ignición o punto de inflamación y no es inflamable en el aire.

450-25. Transformadores en Askarel. No se permite el uso de bifenilospoliclorados -PCB (Askarel) como medio aislante en transformadores.

450-26. Transformadores en aceite instalados en interiores. Los transformadores en aceite deben instalarse en una bóveda construida como se especifica en la Parte C de este Artículo.

Excepción 1: Cuando la capacidad total no exceda de 112,5 kVA, las bóvedas de transformadores especificadas en la Parte C de este Artículo pueden estar construidas de concreto reforzado de un espesor no menor a 10 cm.

Excepción 2: Cuando la tensión eléctrica nominal no es mayor de 600 V no se requiere una bóveda, si se han tomado las provisiones necesarias para impedir que el fuego producido por el aceite del transformador se extienda a otros materiales y cuando la capacidad total de transformadores en un lugar no es mayor de 10 kVA, en una sección del inmueble clasificada como combustible; o 75 kVA cuando la estructura que lo rodea es de construcción clasificada como resistente al fuego.

Excepción 3: Los transformadores para hornos eléctricos de una capacidad total no mayor a 75 kVA pueden estar instalados sin bóvedas, dentro de un inmueble o local resistente al fuego, siempre que se hayan tomado las medidas necesarias para impedir que el fuego producido por el aceite pueda extenderse a otros materiales combustibles.

Excepción 4: Los transformadores pueden instalarse en un edificio separado que no cumpla con las disposiciones especificadas en la Parte C de este Artículo, siempre que este edificio o su contenido no presenten peligro de fuego a otros edificios y el edificio citado se use únicamente para el suministro del servicio eléctrico y que su interior sea accesible solamente a personal calificado.

Excepción 5: Se permite el uso de transformadores sumergidos en aceite sin bóveda en equipos portátiles y móviles de minería en superficie (tales como las excavadoras eléctricas), si se satisface cada una de las condiciones siguientes:

- a. Se han tomado las provisiones para el drenaje de las fugas de fluido.
- b. Se provee un medio de salida seguro para el personal.
- c. Se dispone de una barrera de acero de un espesor mínimo de 6,35 mm para protección del personal.

450-27. Transformadores en aceite instalados en exteriores. Los materiales combustibles, los inmuebles y partes de inmuebles combustibles, puertas, ventanas y salida de emergencia para caso de incendio, deben estar resguardadas contra incendios que se originen en los transformadores aislados con aceite, instalados sobre techos, que estén cercanos a, o adyacentes a un inmueble o material combustible.

En casos donde la instalación del transformador presente peligro de incendio deben aplicarse uno o más de los siguientes resguardos según el grado de riesgo involucrado:

- a).- Espacios para aislar del fuego.
- b).- Barreras separadoras resistentes al fuego.
- c).- Sistemas automáticos extinguidores de incendio.
- d).- Confinamientos para contener el aceite en caso de ruptura del tanque del transformador.

Los confinamientos para el aceite pueden consistir en diques resistentes al fuego, brocales, depósitos o fosas de captación con rejilla y piedra bola (de 12 cm a 20 cm). Cuando la cantidad de aceite y las condiciones locales sean tales que su eliminación sea importante, las fosas de captación de aceite deben estar dotadas de medios para drenar el aceite.

450-28. Modificación de transformadores. Cuando se hacen modificaciones a un transformador en una instalación existente, la cual cambia el tipo de transformador con respecto a la Parte B de este Artículo, dicho transformador debe marcarse para mostrar el tipo de líquido aislante puesto y la instalación modificada del transformador debe cumplir con los requisitos aplicables para este tipo de transformador.

C. Bóvedas de Transformadores

450-41. Ubicación. Las bóvedas deben ubicarse donde puedan ser ventiladas al aire exterior sin el uso de tubos extractores o conductos, siempre que sea posible.

450-42. Paredes, techos y piso. Las paredes y el techo de las bóvedas deben construirse de materiales que tengan la resistencia estructural adecuada a las condiciones que puedan presentarse y una resistencia mínima al fuego de tres horas.

Los pisos de las bóvedas en contacto con la tierra deben ser de concreto de un espesor mínimo de 10 cm y cuando la bóveda se construya sobre un espacio libre o arriba de otros pisos, el piso debe tener la adecuada resistencia estructural para la carga soportada y una resistencia mínima al fuego de tres horas. Para los propósitos de esta Sección no se permiten construcciones atornilladas ni con paredes de paneles.

NOTA: Una construcción típica que posee una resistencia al fuego de tres horas es una construcción de concreto reforzado de 15 cm de espesor.

Excepción: Se permite la construcción de bóvedas para transformadores de resistencia al fuego de una hora, cuando los transformadores estén protegidos con rociadores automáticos, rociadores de agua, dióxido de carbono o gas halón o equivalente.

450-43. Entradas. Las entradas de las bóvedas deben estar protegidas como sigue:

a) Tipo de puerta. Cada espacio que conduzca a una bóveda desde el interior de un inmueble debe estar provisto de una puerta de cierre hermético, de un tipo que tenga una resistencia mínima al fuego de tres horas. Este tipo de puerta debe instalarse en una abertura de una pared exterior, cuando las condiciones lo justifiquen.

Excepción: Se permite la construcción de bóvedas para transformadores de resistencia al fuego de una hora cuando los transformadores estén protegidos con rociadores automáticos, rociadores de agua, dióxido de carbono, gas halón o equivalente.

b) Murete. Cada una de las puertas debe proveerse de un murete de altura suficiente para confinar dentro de la bóveda el aceite del transformador de mayor volumen y en ningún caso debe ser menor de 10 cm.

c) Cerraduras. Las puertas de entrada deben tener cerraduras y deben mantenerse cerradas. Permitiendo el acceso solamente a personal calificado. Las puertas para el personal deben abrir hacia afuera y estar equipadas con barras de pánico, placas de presión o cualquier medio que las mantenga cerradas, pero que puedan abrirse desde adentro bajo presión simple.

450-45. Abertura de ventilación. Donde lo exija la Sección 450-9, deben proveerse aberturas de ventilación de acuerdo con lo siguiente:

a) Ubicación. Las aberturas de ventilación deben ubicarse lo más lejos posible de puertas, ventanas, salidas de incendio y materiales combustibles.

b) Disposición. Una bóveda ventilada por circulación natural de aire puede tener la mitad, aproximadamente, del área total de aberturas necesarias para la ventilación en una o más aberturas cerca del suelo y el resto en una o más aberturas en el techo o en las paredes cerca del techo; toda el área que se requiera para la ventilación se permite en una o más aberturas en o cerca del techo.

c) Tamaño. En el caso de bóvedas con ventilación natural hacia el exterior, el área neta combinada de todas las aberturas de ventilación, después de restar áreas ocupadas por pantallas, rejas o celosías, no debe ser menor de 20 cm² por cada kVA de capacidad de los transformadores en servicio, excepto el caso de transformadores de capacidad menor de 50 kVA, donde el área neta no debe ser menor de 9,30 cm².

d) Cubiertas. Las aberturas de ventilación deben estar cubiertas con pantallas, rejas o celosías de tipo duradero, de acuerdo con las condiciones requeridas para evitar condiciones inseguras.

e) Compuertas. Todas las aberturas de ventilación que den hacia adentro deben estar provistas de compuertas de cierre automático, que sean accionadas al producirse un fuego dentro de la bóveda. Estas compuertas deben tener una resistencia al fuego no menor de 1,5 horas.

f) Conductos. Los conductos de ventilación deben ser de material resistente al fuego.

450-46. Drenaje. Cuando sea factible en las bóvedas que contengan más de 100 kVA de capacidad de transformadores, se debe construir un drenaje u otro medio que evacue hacia un depósito especial de confinamiento cualquier acumulación de líquido aislante o agua, a menos que las condiciones del local lo impidan; en este caso, el piso debe tener una inclinación hacia dicho drenaje.

450-47. Tubería y accesorios de agua. Ningún sistema de tubería o conductos extraños a la instalación eléctrica debe entrar o atravesar una bóveda de transformadores. La tubería u otros medios previstos para la protección contra incendios de las bóvedas o para el enfriamiento de los transformadores, no se consideran extraños a la instalación eléctrica.

450-48. Almacenamiento dentro de las bóvedas. No deben almacenarse materiales dentro de las bóvedas de los transformadores.

ARTICULO 455 - CONVERTIDORES DE FASE

A. Disposiciones generales

455-1. Alcance. Este Artículo cubre la instalación y uso de convertidores de fase.

455-2. Definiciones

Convertidor de fase: Es un aparato eléctrico que convierte un sistema de suministro de energía eléctrica monofásico a otro 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 corriente eléctrica a rotor bloqueado de los motores a los que alimenta; por tanto, para cada carga específica, debe tenerse cuidado para seleccionar los convertidores de fase.

Convertidor estático de fase: Dispositivo formado por partes no rotatorias dimensionado para una carga trifásica determinada, operada desde una alimentación monofásica.

Convertidor rotatorio de fase: Dispositivo que consiste en un tablero formado de un transformador rotatorio y un(os) tablero(s) de capacitores, que permite la operación de cargas trifásicas a partir de una alimentación monofásica.

Fase fabricada: La fase derivada o fabricada se origina en el convertidor de fase y no está conectada sólidamente a los conductores de entrada monofásicos.

455-3. Otros Artículos. Todos los requisitos de la presente Norma se aplican a los convertidores de fase, excepto por las modificaciones de este Artículo.

455-4. Identificación. Cada convertidor de fase debe identificarse con una placa permanente que indique:

- (1) nombre del fabricante;
- (2) tensiones eléctricas de alimentación y salida;
- (3) frecuencia;
- (4) corriente monofásica nominal de entrada a plena carga ampere (A);
- (5) cargas monofásicas mínima y máxima nominales en kVA o C.P.,
- (6) cargas máxima total en kVA o C.P. y
- (7) La corriente eléctrica trifásica a plena carga, para un convertidor de fase rotatorio.

455-5. Conexiones de puesta a tierra del equipo. Debe proporcionarse un medio de conexión para la terminal de puesta a tierra de acuerdo con lo indicado en 250-113.

455-6. Capacidad de conducción de corriente del conductor. La capacidad de conducción de corriente en amperes de los conductores que alimentan el lado monofásico, no debe ser menor de 125% de la capacidad de conducción de corriente en amperes de plena carga de alimentación, indicada en la placa del convertidor de fase.

Excepción: Cuando el convertidor de fase suministra energía a una carga fija específica y cuando las tensiones eléctricas de entrada y salida del convertidor de fases son idénticas, los conductores de alimentación deben tener una capacidad de conducción de corriente no menor a 250% de la suma de las corrientes de carga plena trifásica de los motores y de otras cargas alimentadas.

Cuando las tensiones eléctricas de entrada y salida del convertidor de fase son diferentes, las corrientes se multiplican por la relación de tensión de salida a tensión de entrada.

NOTA: Los conductores monofásicos seleccionados para evitar una caída de tensión no mayor de 3% desde la fuente de alimentación hasta el convertidor de fase, pueden contribuir al mejor arranque y funcionamiento de las cargas de motores.

455-7. Protección contra sobrecorriente. El conductor monofásico y el convertidor de fase deben estar protegidos contra una sobrecorriente no mayor del 125% de la corriente eléctrica a plena carga monofásica de entrada indicada en la placa del convertidor.

Excepción 1: Cuando el convertidor de fase suministra energía a una carga fija específica y las tensiones eléctricas de entrada y salida del convertidor de fase son idénticas, la protección de sobrecorriente no debe ser mayor de 250% de la suma de las corrientes eléctricas de carga plena trifásica de los motores y de otras cargas alimentadas.

Cuando las tensiones eléctricas de entrada y salida del convertidor de fase son diferentes, las corrientes se multiplican por la relación de tensión de salida a la tensión de alimentación.

Excepción 2: Cuando el valor de protección del fusible o interruptor automático no corresponde a un valor normalizado, se permite el valor normalizado inmediato superior.

455-8. Medios de desconexión. Debe suministrarse un medio de desconexión simultánea de todos los conductores que no estén conectados a tierra del sistema monofásico de la alimentación del convertidor de fase.

a) Localización. El dispositivo de desconexión debe quedar fácilmente accesible y a la vista del convertidor de fase.

b) Tipo. El dispositivo de desconexión debe ser un interruptor o desconectador o un interruptor automático especificado en kW o en CP.

Excepción: Cuando las cargas que se alimenten no sean motores, puede usarse un desconectador especificado en amperes.

c) Capacidad. La capacidad en A de los medios de desconexión no debe ser menor a 115% de la carga máxima monofásica de plena carga.

Excepción 1: Cuando el convertidor de fases alimenta cargas específicas fijas y las tensiones eléctricas de alimentación y salida son idénticas, los medios de desconexión pueden ser interruptores automáticos con una capacidad en amperes no menor a 250% de la suma de lo siguiente:

a. Corriente eléctrica trifásica a carga plena de los motores.

b. Otras cargas alimentadas. Cuando las tensiones eléctricas de entrada y salida del convertidor de fase son diferentes, las corrientes se multiplican por la relación de tensión de salida a la tensión de alimentación.

Excepción 2: Cuando el convertidor de fase alimenta cargas específicas fijas y las tensiones eléctricas de alimentación son idénticas, los medios de desconexión puede ser un desconectador con capacidad en kW (CP) equivalente a 200% de la suma de lo siguiente:

a. Cargas que no sean motores.

b. La corriente eléctrica trifásica a rotor bloqueado del motor más grande, de acuerdo con lo indicado en la Tabla 430-151A y 430-151B.

c. La corriente eléctrica de carga plena de todos los motores que operan al mismo tiempo. Cuando las tensiones eléctricas de entrada y salida del convertidor de fases son diferentes, las corrientes se multiplican por la relación de tensión eléctrica de salida a la tensión eléctrica de alimentación.

455-9. Conexión de cargas monofásicas. Cuando se conecten cargas monofásicas en el lado trifásico del convertidor de fase, éstas no deben conectarse a la fase derivada.

455-10. Caja de conexiones. En un convertidor de fase, debe proporcionarse una caja de conexiones, la cual debe estar de acuerdo con lo previsto en 430-12.

B. Especificaciones aplicables a diferentes tipos de convertidores de fase

455-20. Medios de desconexión. El desconectador monofásico de entrada de un convertidor de fase estático puede usarse como medio de desconexión para el convertidor de fase y para una carga, si la carga queda a la vista desde el desconectador.

455-21. Arranque. No debe conectarse ninguna carga al equipo de utilización en el lado trifásico con un convertidor de fase tipo rotatorio hasta que el convertidor haya arrancado.

455-22. Interrupciones de energía. El equipo de utilización alimentado por un convertidor de fase rotario, deben controlarse de tal forma que al haber una interrupción de energía, el equipo se desconecte de la línea de suministro.

NOTA: Los arrancadores magnéticos de motores, contactores magnéticos y dispositivos similares con accionamiento manual con retardo de tiempo para la carga, deben proveer al equipo de un medio de restablecimiento en caso de una falla de energía.

455-23. Capacitores. Los capacitores que no son parte integral del sistema convertidor de fase rotatorio sino parte de la carga de motores, deben conectarse en el lado de línea de suministro del dispositivo de protección de sobrecarga del motor respectivo.

ARTICULO 460 – CAPACITORES

460-1. Alcance. Este Artículo se aplica a las instalaciones de capacitores en circuitos eléctricos.

Los capacitores supresores de pico u otros que sean partes componentes de otros aparatos que cumplan con su propia norma de producto, no requieren cumplir con estos requisitos.

Este Artículo cubre también la instalación de capacitores en áreas peligrosas (clasificadas), según lo indicado en los Artículos 501 a 503.

460-2. Gabinetes y resguardo

a) Capacitores que contienen más de 11 L de líquido inflamable. Los capacitores que contengan más de 11 L de líquido inflamable deben ser encerrados en bóvedas o protegidos por cercas o cubiertas en exteriores de acuerdo con lo indicado en el Artículo 710. Esta limitación se aplica a cualquier unidad individual en la instalación de capacitores.

b) Contacto accidental. Los capacitores deben encerrarse, colocarse o resguardarse de manera que ninguna persona pueda ponerse en contacto accidental con sus partes energizadas expuestas o con las barras o terminales anexos a ellos.

Excepción: No se requiere resguardo adicional en recintos accesibles solamente a personal calificado.

A. Tensión eléctrica nominal de 600 V y menos

460-6. Descarga de la carga acumulada. Los capacitores deben estar provistos de medios para descargar la carga acumulada.

a) Tiempo de descarga. La tensión eléctrica residual de un capacitor debe reducirse a 50 V, nominal o menos, durante el término de un minuto después de que el capacitor haya sido desconectado de la fuente de alimentación.

b) Medios de descarga. El circuito de descarga debe estar, ya sea permanentemente conectado a las terminales del capacitor o banco de capacitores o provisto de medios automáticos para conectarse a las terminales del banco de capacitores, cuando se retire la tensión eléctrica de la línea. No se debe utilizar medios de conmutación manuales para el circuito de descarga.

460-8. Conductores

a) Capacidad de conducción de corriente. La capacidad de conducción de corriente de los conductores del circuito de los capacitores no debe ser menor de 135% de la corriente eléctrica nominal del capacitor. La capacidad de conducción de corriente de los conductores que conectan un capacitor a las terminales de un motor o a los conductores de circuito del motor, no debe ser menor que 1/3 de la capacidad de conducción de corriente de los conductores del circuito del motor y nunca menor a 135% de la corriente eléctrica nominal del capacitor.

b) Protección contra sobrecorriente

1) En cada conductor de fase debe colocarse un dispositivo de protección contra sobrecorriente para cada banco de capacitores.

Excepción: Un capacitor conectado en el lado de la carga de un dispositivo contra sobrecarga de un motor no requiere otro dispositivo contra sobrecorriente.

2) La capacidad o ajuste del dispositivo de protección contra sobrecorriente debe ser tan bajo como sea factible.

c) Medios de desconexión

1) Cada conductor de fase debe estar provisto de un medio de desconexión para cada banco de capacitores.

Excepción: Cuando un capacitor está conectado del lado de la carga de un dispositivo de protección contra sobrecarga del motor.

2) El medio de desconexión abre simultáneamente todos los conductores de fase.

3) El medio de desconexión permite desconectar el capacitor de la línea como una maniobra normal.

4) La capacidad de corriente del medio de desconexión no debe ser menor a 135% de la corriente eléctrica nominal del capacitor.

460-9. Capacidad nominal o ajuste del dispositivo de protección contra sobrecarga del motor.

Cuando la instalación de un motor incluye un capacitor conectado en el lado de la carga (del dispositivo de protección del motor), la capacidad nominal o de ajuste del dispositivo de sobrecarga del motor debe estar basada en el nuevo factor de potencia mejorado del circuito.

El efecto del capacitor debe ser omitido al determinar la capacidad de los conductores en el circuito del motor de acuerdo con lo indicado en 430-32.

460-10. Puesta a tierra. Los gabinetes metálicos de los capacitores deben ser puestos a tierra de acuerdo con lo establecido en el Artículo 250.

Excepción: Cuando las unidades de capacitores están soportadas por una estructura destinada a funcionar a un potencial eléctrico distinto del de tierra.

460-12. Identificación. Cada capacitor debe llevar una placa de datos con el nombre del fabricante, tensión eléctrica nominal, frecuencia, kVAR o A, número de fases y si está lleno de líquido combustible, el volumen de líquido en litros. Cuando esté lleno de líquido no inflamable, la placa de características lo debe indicar. La placa debe indicar también si el capacitor tiene un dispositivo de descarga dentro del gabinete.

B. Tensión eléctrica nominal mayor a 600 V**460-24. Desconexión**

a) Corriente eléctrica de carga. Deben utilizarse desconectores operados en grupo para la desconexión de capacitores y estos desconectores deben ser capaces de:

1) Conducir de manera continua no menos de 135% de la corriente eléctrica nominal de la instalación de capacitores.

2) Interrumpir la corriente eléctrica de carga continua máxima de cada capacitor, banco de capacitores o instalación de capacitores que deba desconectarse como unidad.

3) Soportar la corriente eléctrica repentina máxima incluyendo la adicional debida a instalaciones de capacitores adyacentes.

4) Transportar corrientes eléctricas producidas por fallas en el lado del capacitor del desconector.

b) Aislamiento

1) Deben instalarse medios para aislar de cualquier fuente de potencial eléctrico, a cada capacitor, banco de capacitores o instalación de capacitores, que deben ser puestos fuera de servicio como una unidad.

2) Los medios de aislamiento deben proveer una separación visible en el circuito eléctrico, adecuada para la tensión eléctrica de funcionamiento.

3) Los desconectores de seccionamiento o desconexión (sin corriente de interrupción) deben bloquearse con el dispositivo de interrupción de la carga o deben estar provistos de letreros de precaución visibles, de acuerdo con lo indicado en 710-22, para impedir la desconexión de la corriente eléctrica de carga.

c) Requisitos adicionales para capacitores en serie. Debe asegurarse la secuencia de desconexión correcta por el uso de los medios siguientes:

- 1) Secuencia mecánica del desconector de seccionamiento y de derivación.
- 2) Bloqueo.
- 3) Procedimientos de desconexión o conexión perfectamente indicados o visibles, en el lugar de desconexión.

460-25. Protección contra sobrecorriente

a) Provisto para detectar e interrumpir corrientes eléctricas de falla. Se debe proveer un medio para detectar e interrumpir corrientes de falla que pudieran provocar presiones peligrosas dentro de un capacitor individual.

b) Dispositivos monofásicos o polifásicos. Se permite instalar para este objetivo dispositivos monofásicos y polifásicos.

c) Protegidos individualmente o en grupos. Los capacitores pueden protegerse individualmente o en grupos.

d) Dispositivos de protección ajustados o calibrados. Los dispositivos de protección para capacitores o equipos de capacitores deben calibrarse o estar ajustados para funcionar dentro de los límites de la zona de seguridad para capacitores individuales.

460-26. Identificación. Cada capacitor debe llevar una placa de datos permanente, con el nombre del fabricante, tensión eléctrica nominal, frecuencia, kVAR, A, número de fases y la cantidad en L de líquido identificado y aprobado como inflamable, si fuese el caso.

460-27. Puesta a tierra. En el caso de que los gabinetes metálicos y neutros de los capacitores estén puestos a tierra, se debe cumplir con lo dispuesto en el Artículo 250.

Excepción: Cuando las unidades de capacitores estén soportadas por una estructura diseñada para funcionar a un potencial eléctrico distinto del de tierra.

460-28. Medios de descarga

a) Medios para reducir la tensión eléctrica residual. Debe proveerse un medio para disminuir la tensión eléctrica residual de un capacitor hasta 50 V o menos dentro de los cinco minutos posteriores a que el capacitor se haya desconectado de la fuente de alimentación.

b) Conexión a terminales. Un circuito de descarga debe estar ya sea permanentemente conectado a las terminales del capacitor, o provisto de un medio automático para conectarlo a las terminales del banco de capacitores después de que se ha interrumpido el suministro de energía. Los devanados de motores, transformadores o de otro equipo conectado directamente a los capacitores sin un dispositivo contra sobrecorriente intercalado, deben cumplir con los requisitos de (a) anterior.

ARTICULO 470 - RESISTENCIAS Y REACTORES

A. Tensión eléctrica nominal de 600 V y menos

470-1. Alcance. Este Artículo cubre la instalación de resistencias individuales y reactores en circuitos eléctricos.

Excepción: Cuando las resistencias y/o reactores forman parte de un aparato.

Este Artículo cubre también la instalación de resistencias y reactores en áreas peligrosas (clasificadas) como los descritos en los Artículos 501 al 504.

470-2. Localización. Las resistencias y los reactores no deben colocarse expuestos a daño físico.

470-3. Espacio de separación. Cuando el espacio entre las resistencias y los reactores o entre éstos y cualquier material combustible es menor de 30 cm, debe usarse una barrera térmica.

470-4. Aislamiento del conductor. Los conductores aislados que se usan para conexiones entre resistencias y controles deben estar aprobados para una temperatura de operación no menor a 90 °C.

Excepción: Se permite usar otros aislamientos para servicio de arranque de motores.

B. Tensión eléctrica nominal mayor a 600 V

470-18. General

a) Protegidos contra daño físico. Las resistencias y los reactores deben protegerse contra daño físico.

b) Aisladas en envolventes o en alto. Las resistencias y los reactores deben aislarse por medio de una envolvente o poniéndolas en alto para proteger el personal contra contacto accidental con partes vivas.

c) Materiales combustibles. Las resistencias y los reactores no deben instalarse cerca de materiales combustibles que constituyan un peligro de incendio y en ningún caso a una distancia menor de 305 mm del material combustible.

d) Distancias. Las distancias entre las resistencias y reactores puestos a tierra deben ser las que le correspondan al nivel de tensión eléctrica utilizada.

NOTA: Véase el Artículo 710.

e) Elevación de temperatura por las corrientes eléctricas circulantes inducidas. Los gabinetes metálicos de los reactores y las partes metálicas adyacentes deben instalarse de modo que la elevación de temperatura por corrientes eléctricas circulantes inducidas no sea un peligro para el personal o constituya un peligro de incendio.

470-19. Puesta a tierra. Los gabinetes metálicos o cajas de las resistencias o reactores deben estar puestos a tierra de acuerdo con lo indicado en el Artículo 250.

470-20. Reactores en aceite. En la instalación de reactores en aceite debe observarse además de lo anterior, que se cumpla con los requerimientos aplicables del Artículo 450.

ARTICULO 480-BATERIAS DE ACUMULADORES

480-1. Alcance. Las disposiciones de este artículo se aplican a todas las instalaciones estacionarias de baterías de acumuladores.

La tensión eléctrica nominal del acumulador se determina, sin considerar las celdas de emergencia o de reserva que se conectan al circuito únicamente para mantener la tensión eléctrica durante la descarga.

480-2. Definiciones

Batería de acumuladores. Batería formada por una o más celdas recargables de plomo-ácido, níquel-cadmio o de otro tipo electro-químico recargable.

Batería o celda sellada. Una batería o celda sellada es aquella que no tiene previsión para la adición de agua o electrolito, o medición externa de la gravedad específica del electrolito. Se permite que las celdas individuales tengan un arreglo de ventilación como el que se describe en la Sección 480-9(b).

Tensión eléctrica nominal de la batería. Tensión eléctrica calculada con base en 2 V por celda para el tipo plomo-ácido y 1,2 V por celda para las alcalinas.

480-3. Alambrado y equipo alimentado por baterías. El cableado y equipo alimentado por baterías está sujeto a los requisitos de esta norma, aplicables a cableado y equipo que operen a la misma tensión eléctrica.

480-4. Puesta a tierra. Debe aplicarse las disposiciones del artículo 250.

480-5. Aislamiento de baterías a no más de 250 V. Esta Sección debe aplicarse a baterías de acumuladores que tengan celdas conectadas de tal manera que operen a una tensión eléctrica nominal de la batería no mayor de 250 V.

a) Baterías ventiladas de tipo plomo-ácido. Las celdas y las baterías de varios compartimentos con tapas selladas a contenedores de material no conductor, resistente al calor no requieren un soporte aislante adicional.

b) Baterías ventiladas del tipo alcalino. Las celdas con tapas selladas en recipientes de materiales no conductivos resistentes al calor no requieren un soporte aislante adicional. Las celdas en recipientes de material conductor deben instalarse en bandejas de material no conductor con no más de 20 celdas (24 V nominales) en el circuito en serie en cualquier bandejas.

c) Recipientes de hule. Las celdas en contenedores de hule o compuestos sintéticos no necesitan un soporte aislante adicional, si la tensión eléctrica nominal de todas las celdas en serie no es mayor de 150 V. Cuando la tensión eléctrica total es mayor de 150 V, las baterías deben dividirse en grupos de 150 V o menos y cada grupo debe tener las celdas individuales instaladas en bandejas o bastidores.

d) Celdas o baterías selladas. Las celdas selladas y baterías de varios compartimentos construidas de material no conductor resistente al calor, no requieren soporte aislante adicional. Las baterías construidas con recipientes de material conductor deben tener un soporte aislante si existe tensión eléctrica entre el recipiente y tierra.

480-6. Aislamiento de baterías de tensión eléctrica mayor de 250 V. Las disposiciones de la Sección 480-5 deben aplicarse a los acumuladores que tengan las celdas conectadas de tal manera que operen a tensión eléctrica nominal mayor a 250 V y, además, debe aplicarse a dichas baterías las disposiciones de esta Sección. Las celdas deben instalarse en grupos que tengan una tensión eléctrica nominal total no mayor a 250 V. Debe proveerse aislante que puede ser el aire entre los estantes y debe tener una separación mínima entre partes vivas de la batería con polaridad opuesta de 5 cm para tensiones que no excedan 600 V.

480-7. Bastidores y bandejas. Los bastidores y las bandejas deben cumplir con (a) y (b) siguientes:

a) Bastidores. Los bastidores, que se requieren en este artículo, son estructuras rígidas diseñadas para soportar celdas o bandejas. Para zonas sísmicas debe contar con travesaños o tensores triangulados para soportar oscilaciones. Deben ser de construcción sólida, firmemente anclados y estar hechos de:

1) Metal tratado para que sea resistente a la acción deteriorante del electrolito y provisto de elementos no conductores que soporten directamente las celdas o de material aislante continuo que no sea pintura, sobre los elementos conductores.

2) De otro material como fibra de vidrio u otro material adecuado que no sea conductor.

b) Bandejas. Las bandejas son estructuras tales como huacales o cajas de poca profundidad, generalmente de madera u otro material no conductor y construidas o tratadas de modo que sean resistentes a la acción deteriorante del electrolito.

480-8. Locales para baterías. Los locales deben cumplir con lo indicado con lo siguiente:

a) Ventilación. Deben tomarse las medidas necesarias para una suficiente ventilación y difusión de los gases de las baterías, a fin de impedir la acumulación de una mezcla explosiva en el local. Cuando se utilice ventilación forzada, las fallas en el sistema de ventilación deben operar una señal preventiva.

b) Partes vivas. Los resguardos de las partes vivas deben cumplir con lo indicado en 110-17.

c) Local independiente. Las baterías deben instalarse en un local independiente.

Dentro de los locales debe dejarse un espacio suficiente y seguro alrededor de las baterías para la inspección, el mantenimiento, las pruebas y reemplazo de celdas.

d) Conductores y canalizaciones. No deben instalarse conductores desnudos para conexión de baterías en lugares de tránsito de personas, a menos que se coloquen en partes altas para quedar protegidos. Para instalar los conductores aislados puede usarse canalización metálica con tapa siempre que estén debidamente protegidos contra la acción deteriorante del electrolito.

e) Terminales. Si en el local de las baterías se usan canalizaciones u otra cubierta metálica, los extremos de los conductores que se conecten a las terminales de las baterías deben estar fuera de la canalización, por lo menos a una distancia de 30 cm de las terminales, y resguardarse por medio de una boquilla aislante.

El extremo de la canalización debe cerrarse herméticamente para no permitir la entrada del electrolito.

f) Pisos. Los pisos de los locales donde se encuentren baterías y donde sea probable que el ácido se derrame y acumule, deben ser de material resistente al ácido o estar protegidos con pintura resistente al mismo. Debe existir un recolector para contener los derrames de electrolito.

g) Equipos de calefacción. No deben instalarse equipos de calefacción de llama abierta o resistencias incandescentes expuestas en el local de las baterías.

h) Iluminación. Los locales de las baterías deben tener una iluminación natural adecuada durante el día. En los locales para baterías, se deben usar luminarias con portalámparas a prueba de vapor y gas protegidos de daño físico por barreras o aislamientos. Los receptáculos e interruptores deben localizarse fuera del local.

480-9. Métodos de ventilación

a) Celdas ventiladas. Las celdas y baterías selladas deben equiparse con una ventila de alivio de presión para prevenir la acumulación excesiva de gases, o deben diseñarse para prevenir que las partes de las celdas se esparzan en el caso de la explosión de una celda.

b) Celdas selladas. Las celdas selladas de baterías deben estar equipadas con válvulas de sobrepresión para evitar una acumulación excesiva de gases, o bien, la celda de una batería sellada debe ser diseñada para prevenir la dispersión de partes de celdas en el caso de una explosión.

480-10. Equipos y avisos preventivos

a) Equipos de protección. Los locales para alojamiento de baterías deben tener equipo de protección que consista en:

- 1) Anteojos o careta.
- 2) Guantes resistentes al ácido.
- 3) Delantal protector y protector de zapatos.
- 4) Agua entubada o garrafón portátil con agua o agentes neutralizadores de ácido para enjuague de ojos y piel.

b) Avisos de precaución. Debe haber avisos de precaución dentro y fuera de los locales de baterías indicando la prohibición de fumar, no usar herramientas que produzcan chispas, no usar llamas abiertas, no usar fuentes de ignición, utilizar el equipo de seguridad. Asimismo debe colocarse un aviso de riesgo existente al contacto del electrolito de las baterías con la piel, ropa o por inhalación.

c) Protección de partes vivas en las baterías. Las conexiones de las celdas para tensión eléctrica mayor a 150 V deben estar resguardadas. Para tal efecto, debe tomarse en cuenta lo indicado en 110-17.

4.5 AMBIENTES ESPECIALES**CAPITULO 5****ARTICULO 500 - AREAS 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: Véase el artículo 505 para los requisitos de los equipos eléctricos y electrónicos y para el alambrado a todas las tensiones eléctricas en áreas peligrosas (clasificadas) de Clase I, Zona 0, Zona 1 y Zona 2 en donde pueden existir riesgos de incendio o explosión debidos a gases, vapores o líquidos inflamables.

500-2. Otros Artículos. Excepto como se modifica en los artículos 500 hasta 504, todas las demás reglas aplicables contenidas en esta Norma deben aplicarse al equipo eléctrico y al alambrado instalado en áreas peligrosas (clasificadas).

500-3. Generalidades.

(a) Clasificación de áreas. Las áreas se clasifican dependiendo de las propiedades de los vapores, líquidos o gases inflamables, o de polvos o fibras combustibles o de fácil ignición que puedan estar presentes, así como la posibilidad de que se encuentren en cantidades o concentraciones inflamables o combustibles. Cuando los materiales pirofóricos son los únicos usados o manipulados, estas áreas no deben ser clasificadas.

Cada cuarto, sección o área debe ser considerada individualmente al determinar su clasificación.

NOTA 1: Los materiales pirofóricos son aquellos que se inflaman espontáneamente en el aire.

NOTA 2: Ejerciendo un juicio apropiado durante el diseño de las instalaciones eléctricas para áreas peligrosas (clasificadas), frecuentemente es posible situar la mayoría del equipo en áreas menos peligrosas y, por tanto, reducir la cantidad de equipo especial requerido.

(b) Documentación. Todas las áreas designadas como áreas peligrosas (clasificadas) deben estar documentadas apropiadamente. Esta documentación debe estar disponible para quienes están autorizados para diseñar, instalar, inspeccionar, mantener u operar el equipo eléctrico en el lugar.

(c) Referencias.

NOTA: Para la evaluación de la conformidad de esta norma de Instalaciones Eléctricas los evaluadores deben estar familiarizados 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.

NOTA: 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 B2.

d) Tubo (Conduit) roscado. Todo tubo (conduit) roscado, a los que refiere la presente norma, deben llevar rosca cónica NPT hecha con una máquina de roscar que proporcione una rosca con una conicidad de 1 a 16 (0,625 mm por cada centímetro). El tubo (conduit) debe apretarse herméticamente para evitar la producción de chispas en caso de que una corriente eléctrica de falla fluya por el sistema de canalización y, donde sea aplicable, asegurar la integridad del sistema de canalización en caso de explosión o de ignición de polvo.

Para los equipos provistos con rosca métrica, tal entrada debe identificarse como métrica o utilizar adaptadores compatibles aprobados para permitir la conexión con tubo (conduit) con roscado NPT.

NOTA: Para información adicional respecto a las especificaciones de entradas con rosca métrica, véase en el apéndice B2.

(e) Conjuntos de cable de fibra óptica. Cuando un conjunto de cable de fibra óptica contenga conductores capaces de conducir corriente, dicho conjunto debe instalarse de acuerdo con los requisitos de los artículos 500, 501, 502 o 503, según sean aplicables.

500-4 Técnicas de protección. En los siguientes incisos se indican las técnicas de protección aceptables para equipo eléctrico y electrónico en áreas clasificadas como peligrosas.

a) Aparatos a prueba de explosión. Esta técnica de protección se permite para equipos instalados en áreas Clase I, División 1 y 2 para las cuales estén aprobados.

NOTA: Los aparatos a prueba de explosión se definen en el artículo 100.

NOTA: Para información adicional respecto a los aparatos a prueba de explosión, véase en el apéndice B2.

b) Equipo a prueba de ignición de polvo. Esta técnica de protección se permite en áreas Clase II, División 1 y 2 para las cuales estos equipos estén aprobados.

NOTA: Los aparatos a prueba de ignición de polvo se definen en el artículo 502-1.

NOTA: Para información adicional respecto a los aparatos a prueba de ignición, véase el apéndice B2.

c) Hermético al polvo. Se permite aplicar esta técnica de protección a los equipos instalados en áreas Clase II, División 2 y Clase III para los cuales estén aprobados.

NOTA: Los envoltentes herméticos al polvo se construyen de manera que el polvo no entre en las carcasas del envoltente bajo condiciones específicas de prueba.

NOTA: Para información adicional respecto a equipo no incendiario para uso en áreas Clase II, División 2 y Clase III, Divisiones 1 y 2, así como equipo para uso en áreas Clase I y II, División 2 y Clase III, véase el apéndice B2.

NOTA: Para información adicional sobre condiciones de prueba para equipos diferentes de los rotatorios, véase el apéndice B2.

d) Purgado y presurizado. Esta técnica de protección se permite para equipo en cualquier área peligrosa (clasificada) para la cual esté aprobado.

NOTA: En algunos casos pueden reducirse los riesgos o limitar e incluso eliminar las áreas clasificadas peligrosas, por medio de un adecuado sistema de ventilación forzada (presión positiva) desde una fuente de aire limpio, conjuntamente con un dispositivo eficiente para evitar fallas en la ventilación.

NOTA: Para información adicional sobre equipo eléctrico y envoltentes presurizadas, véase el apéndice B2.

e) Sistemas intrínsecamente seguros. El equipo y alambrados intrínsecamente seguros se permiten en cualquier área clasificada como peligrosa para la cual han sido aprobados. Las disposiciones de los artículos 501 al 503, 505 y del 510 al 516 no deben ser considerados 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.

NOTA: Para información adicional sobre aparatos intrínsecamente seguros y aparatos asociados para uso en Clase I, II y III, División 1, véase el apéndice B2.

f) No incendiario. Técnica de protección en la cual, bajo condiciones normales de operación, ningún arco o efecto térmico tiene capacidad para encender la mezcla inflamable de aire con gas, vapor o polvo. Esta técnica de protección se permite en áreas Clase I, División 2, Clase II, División 2 y Clase III para las cuales el equipo esté aprobado.

(1) Circuito no incendiario. Circuito en el cual cualquier arco o efecto térmico producido, bajo condiciones de operación previstas del equipo o debido a la apertura, cortocircuito o puesta a tierra del alambrado en sitio, no tiene capacidad, bajo las condiciones de prueba especificadas, para encender gas, vapor o mezcla de polvo-aire, inflamables.

NOTA: Para información adicional de las condiciones de prueba para equipo eléctrico para uso en áreas Clase I y II, División 2 y Clase III, División 1 y 2, véase el apéndice B2.

NOTA: Circuito no incendiario se define en el artículo 100.

(2) Equipo no incendiario. Equipo que tiene circuitos eléctricos/electrónicos y que, bajo condiciones normales de operación, no tiene capacidad para causar la ignición de un gas, vapor o mezcla de polvo-aire especificados inflamables, debido a arcos o medios térmicos.

NOTA: Para información adicional para equipo eléctrico para uso en áreas Clase I y II, División 2 y Clase III, División 1 y 2, véase el apéndice B2.

(a) Componente no incendiario. Componente que tiene contactos para abrir o cerrar un circuito incendiario. El mecanismo de contacto debe estar construido de modo que el componente no tenga capacidad para encender una mezcla inflamable específica de aire con gas o vapor. La carcasa de un componente no incendiario no está prevista para que evite la entrada de la atmósfera inflamable, o para que contenga una explosión.

Se permite aplicar esta técnica de protección a los contactos de interrupción de corriente en áreas Clase I, División 2, para los cuales el componente esté aprobado.

NOTA: Para información adicional sobre equipo para uso en áreas Clase I y II, División 2 y áreas Clase III, véase el apéndice B2.

g) Inmersión en aceite. Esta técnica de protección se permite para contactos de interrupción de corriente eléctrica en áreas Clase I, División 2 como se describe en 501-6(b)(1)(b).

NOTA: Véase las Secciones 501-3(b)(1), excepción (a); 501-5(a)(1), excepción (b); 501-6(b)(1); 501-14(b)(1), excepción (a); 502-14(a)(2), excepción; y 502-14(a)(3), Excepción.

NOTA: Para información adicional sobre equipo de control en áreas peligrosas (clasificadas), véase el apéndice B2.

h) Sellado herméticamente. Un dispositivo sellado herméticamente debe impedir la entrada de cualquier atmósfera externa y el sello debe ser por fusión, es decir, por soldadura, cobresoldadura, soldadura eléctrica o por la fusión de vidrio a metal.

Esta técnica de protección se permite para contactos de interrupción de corriente eléctrica en áreas Clase I División 2.

NOTA: Véase 501-3(b)(1) Excepción b; 501-5(a)(1) Excepción a; 501-6(b)(1)(a); y 501-14(b)(1) Excepción b.

500-5. Precauciones especiales. Los artículos 500 al 504 requieren que la construcción del equipo y de la instalación garantice 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: 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 Clase I, División 1, a temperatura ambiente normal.

Excepción: Equipo aprobado para un gas, vapor o polvo específico.

NOTA: Esta agrupación está basada en las características de los materiales. El equipo que ha sido aprobado, está disponible para usarse en los diversos grupos de atmósfera.

Clasificación por grupos: Con el propósito de prueba, aprobación y clasificación de un área, se han clasificado mezclas con aire (no enriquecidas con oxígeno) las cuales deberán ser agrupadas de acuerdo con lo indicado en 500-5(a) y 500-5(b).

a) Clasificación por grupos Clase I. Los grupos Clase I deben ser los siguientes:**1) Grupo A:** Acetileno.

2) Grupo B: Gas inflamable, líquido que produzca vapor, o líquido combustible que produzca vapor mezclado con aire que pueda incrementarse o explotar, que tiene un valor de espacio máximo experimental seguro entre juntas menor o igual a 0,45 mm, o una relación de corriente mínima de ignición menor o igual que 0,40.

NOTA: Un material típico de áreas Clase I, Grupo B, es el hidrógeno.

Excepción 1: Se permite usar equipos del Grupo D en atmósferas con butadieno si todos los tubos (conduit) que llegan hasta el equipo a prueba de explosión están equipados con sellos a prueba de explosión instalados a una distancia no mayor de 450 mm del envolvente.

Excepción 2: Se permite usar equipos del Grupo C en atmósferas que contengan Alil glicidilo éter, n-butilo glicidilo éter, óxido de etileno, óxido de propileno y acroleína, si todos los tubos (conduit) que llegan hasta el equipo a prueba de explosión están equipados con sellos a prueba de explosión instalados a una distancia no mayor de 450 mm del envolvente.

3) Grupo C: Gas inflamable, líquido inflamable que produzca vapor, o líquido combustible que produzca vapor mezclado con aire que pueda incendiarse o explotar, que tiene un valor de espacio máximo experimental seguro entre juntas mayor que 0,45 mm y menor o igual que 0,75 mm, o una relación de corriente mínima de ignición mayor que 0,40 y menor o igual que 0,75 mm, o una relación de corriente mínima de ignición mayor que 0,40 y menor o igual que 0,80.

NOTA: Un material típico de áreas Clase I, Grupo C, es el etileno.

4) Grupo D: Gas inflamable, líquido inflamable que produzca vapor, o líquido combustible que produzca vapor mezclado con aire que pueda incendiarse o explotar que tiene un valor de espacio máximo experimental seguro entre juntas mayor que 0,75 mm o una relación de corriente mínima de ignición mayor que 0,80.

NOTA: Un material típico de áreas Clase I, Grupo D es el propano.

Excepción: Para atmósferas que contengan amoníaco, se permite reclasificar el área a una menos peligrosa o a una absolutamente no peligrosa.

NOTA 5: Para información adicional sobre las propiedades y clasificación por grupos de los materiales de Clase I, véase el apéndice B2.

NOTA 1: Las características de explosión de la mezcla de aire con gases o vapores, varían de acuerdo con el tipo de material involucrado. Para áreas Clase I, Grupos A, B, C y D, la clasificación involucra determinar la máxima presión de explosión y la máxima distancia de seguridad entre las juntas de unión de la envolvente. Entonces, es necesario que el equipo esté aprobado no sólo para esta clase, sino también para un grupo específico de gas o vapor que pueda estar presente.

NOTA 2: Algunas atmósferas químicas pueden tener características que requieren salvaguardas mayores, que aquéllas requeridas por cualquiera de los grupos antes mencionados. El bisulfuro de carbono es uno de estos productos químicos, debido a su baja temperatura de ignición (100 °C) y al pequeño intersticio de la junta permitido para detener su flama.

NOTA: Para información adicional de la clasificación de áreas con atmósfera de amoníaco, véase el apéndice B2.

b) Clasificación por grupos Clase II. Los grupos Clase II deben ser los siguientes:

1) Grupo E: Atmósferas que contengan polvos metálicos combustibles, incluyendo aluminio, magnesio y sus aleaciones comerciales y otros polvos combustibles, donde el número de partículas, su abrasividad y conductividad, presenten peligro similar en la utilización del equipo eléctrico.

NOTA: Ciertos polvos metálicos pueden tener características que requieren salvaguardas mayores, a aquellas para atmósferas que contienen 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 de ignición mínimas menores que cualquier otro material clasificado en cualquiera de los grupos de Clase I o de Clase II.

2) Grupo F: Atmósferas que contengan polvos carbonosos, combustibles con más del 8% del total de partículas volátiles atrapadas o que han sido sensibilizados por otros materiales, de tal manera que presenten peligro de explosión.

NOTA 1: Ejemplos de polvos carbonosos, son los polvos de carbón negro de humo, carbón vegetal y coque.

NOTA: Para información adicional para el método de prueba para materiales volátiles en el análisis de muestras para carbón vegetal y coque, véase el apéndice B2.

3) Grupo G: Atmósferas que contengan polvos combustibles tales como harina, granos, madera, plástico y químicos, no incluidos en los grupos E o F.

NOTA 5: Para información adicional sobre la clasificación por grupos de los materiales de Clase II, véase el apéndice B2.

NOTA 1: Las características de explosión de las mezclas de aire con polvo, varían de acuerdo con los materiales involucrados. Para áreas Clase II, grupos E, F y G, la clasificación involucra ajuste, apriete o estrechez de las uniones o juntas de ensamble y el intersticio de la flecha para prevenir la entrada de polvos en envoltentes a prueba de ignición de polvo, el efecto de acumulación de las capas de polvo sobre el equipo, que puede causar sobrecalentamiento y la temperatura de ignición del polvo. Entonces, es necesario que el equipo sea aprobado no sólo para esta clase, sino también para el grupo específico del polvo que esté presente.

NOTA 2: Ciertos polvos pueden requerir precauciones adicionales debido a fenómenos químicos que pueden resultar en la generación de gases combustibles.

NOTA: Para información adicional de las áreas de manejo de carbón, véase el apéndice B2.

c) Aprobación para Clases y propiedades. Independientemente de la clasificación del área en donde estén instalados, los equipos que dependen de un solo sello de compresión, diafragma, o tubería para prevenir la entrada de fluidos combustibles o inflamables al equipo, deben ser aprobados para áreas Clase I, División 2.

Excepción: El equipo instalado en áreas Clase I, División 1 debe estar aprobado para áreas División 1.

NOTA: Para requerimientos adicionales véase 501-5(f)(3).

El equipo debe estar aprobado no sólo para la clase del área, sino también para las propiedades explosivas, combustibles o de ignición del gas, vapor, polvo, fibra o partículas volátiles, específicos que estén presentes. Además, el equipo Clase I no debe tener ninguna superficie expuesta que opere a una temperatura que exceda de la temperatura de ignición del gas o vapor específico.

El equipo Clase II no debe tener una temperatura externa más alta que la especificada en 500-5(f).

El equipo Clase III no debe exceder las temperaturas máximas superficiales especificadas en 503-1.

El equipo aprobado para un área clasificada como División 1 puede ser instalado en un área clasificada como División 2 de la misma clase y grupo.

El equipo de uso general, o equipo instalado en envoltentes de uso general permitidos en los artículos 501 al 503, se puede instalar en áreas División 2, si el equipo, bajo condiciones normales de operación, no constituye una fuente de ignición.

A menos que se especifique otra cosa, se debe asumir que las condiciones normales de operación para motores son las de funcionamiento constante a plena carga.

Cuando haya o pueda haber presentes, al mismo tiempo, gases inflamables y polvos combustibles, se debe considerar la presencia simultánea de ambos elementos para establecer 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.

d) Marcado. El equipo aprobado debe marcarse para indicar la clase, el grupo y la temperatura de operación o intervalo de temperatura con referencia a una temperatura ambiente de 40 °C.

Excepción 1: No se requiere que lleven marcada la temperatura o intervalo de temperatura de funcionamiento los equipos que no generen calor, como las cajas de empalme, tubo (conduit) y herrajes, y los que produzcan calor con una temperatura máxima no mayor de 100 °C.

Excepción 2: No se requiere que las luminarias fijas marcadas exclusivamente para lugares Clase I, División 2 o Clase II, División 2, lleven marcado el grupo.

Excepción 3: No se requiere que los equipos fijos de propósito general en lugares Clase I, que no sean luminarias fijas, que sean aceptables para utilizarse en lugares Clase I, División 2, lleven marcada la clase, grupo, división o temperatura de funcionamiento.

Excepción 4: No se requiere que los equipos fijos herméticos al polvo distintos de las luminarias fijas, que son aceptables para su uso en lugares Clase II, División 2 y Clase III lleven marcada la clase, grupo, división o temperatura de funcionamiento.

Excepción 5: Los equipos eléctricos adecuados para funcionar a temperatura ambiente superiores a 40 °C deben ir marcados con la temperatura ambiente máxima y además con la temperatura o intervalo de temperatura de funcionamiento a esa temperatura ambiente.

NOTA: El equipo que no esté marcado para indicar una división específica, o marcado "División 1" o "Div. 1", se considera adecuado para áreas División 1 y 2. El equipo marcado "División 2" o "Div. 2" se considera adecuado únicamente para áreas División 2.

Cuando en el marcado se proporciona la temperatura de operación o intervalo de temperatura, ésta debe indicarse por medio de los números de identificación, mostrados en la Tabla 500-5(d).

Los números de identificación marcados sobre las placas de datos de equipo, deben estar de acuerdo con lo indicado en la Tabla 500-5(d).

TABLA 500-5(d).- Números de identificación

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

Los equipos aprobados para Clase I y Clase II deben estar marcados con la temperatura máxima segura de operación, que se determina por medio de la exposición simultánea a las combinaciones de las condiciones Clase I y Clase II.

Nota: Debido a que no existe una relación directa y consistente entre las propiedades de explosión y la temperatura de ignición, ambas propiedades se consideran requisitos independientes.

e) Temperatura Clase I: La temperatura marcada, según lo especificado en (d) anterior, no debe exceder la temperatura de ignición del gas o vapor específico que se pueda encontrar en el área.

NOTA: Para información adicional sobre las temperaturas de ignición de gases y vapores, así como en áreas de procesos químicos, véase el apéndice B2.

f) Temperatura Clase II. La temperatura marcada, según lo especificado en (d) 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.

NOTA: Para información adicional sobre las temperaturas de ignición mínimas de polvos específicos, véase el apéndice B2.

La temperatura de ignición para la cual estaban anteriormente aprobados los equipos para este requisito, es como se indica en la Tabla 500-5(f).

TABLA 500-5(f).- Temperatura de ignición

Equipo que no está sujeto a sobrecarga		Equipo que puede sobrecargarse, tal como motores o transformadores	
Clase II Grupo	°C	Operación normal °C	Operación anormal °C
E	200	200	200
F	200	150	200
G	165	120	165

500-6. Locales específicos. Los artículos 510 al 517 cubren requisitos para los siguientes locales: garajes, estacionamientos comerciales, talleres de servicio y reparación para vehículos automotores; hangares de aviación; gasolineras y estaciones de servicio; plantas de almacenamiento a granel; procesos de aplicación por rociado, por inmersión y recubrimiento y centros para el cuidado de la salud.

500-7. Areas Clase I. Las áreas Clase I son aquellas en las cuales están o pueden estar presentes en el aire, gases o vapores inflamables en cantidades suficientes para producir mezclas explosivas o inflamables. Las áreas Clase I, deben incluir aquellas especificadas en los incisos (a) y (b) descritos a continuación.

a) Clase I, División 1. Un área Clase I División 1 es aquella:

(1) en donde, bajo condiciones normales de operación, puede haber concentraciones combustibles de gases o vapores inflamables, o

(2) en donde frecuentemente, debido a labores de reparación, mantenimiento o, a fugas, puede haber concentraciones inflamables de tales gases o vapores, o

(3) en donde debido a fallas o mal funcionamiento de equipos o procesos, pueden liberarse concentraciones combustibles de gases o vapores inflamables, y pueden también causar simultáneamente una falla en el equipo eléctrico, que provoque que éste se comporte como una fuente de ignición.

NOTA 1: Esta clasificación generalmente incluye las áreas siguientes:

(1) las áreas donde se transfieren, de un recipiente a otros, líquidos volátiles inflamables o gases licuados inflamables;

(2) los interiores de las cabinas pulverizadoras de pintura y áreas cercanas a donde se realizan operaciones de pintura y rociado con uso de disolventes volátiles inflamables;

(3) las áreas que contienen tanques abiertos o tanques de líquidos volátiles inflamables;

(4) los locales para el secado o los compartimentos para la evaporación de disolventes inflamables;

(5) los locales que contienen equipo para la extracción de grasas y aceites que usan disolventes volátiles inflamables;

(6) las secciones de las plantas de limpieza y teñido donde se utilizan líquidos inflamables;

(7) los cuartos de los generadores a gas y otras secciones de las plantas manufactureras de gas donde puede haber fugas de gases inflamables;

(8) los cuartos de bombas de gases inflamables o líquidos volátiles inflamables que estén inadecuadamente ventilados;

(9) el interior de los refrigeradores y congeladores que almacenen materiales volátiles inflamables en recipientes abiertos, ligeramente tapados o que se puedan romper fácilmente; y

(10) todas las demás áreas donde puedan ocurrir, concentraciones combustibles de vapores o de gases inflamables, durante el transcurso de su operación normal.

NOTA 2: En algunas áreas de División 1 se pueden presentar concentraciones combustibles de gases o vapores inflamables, continuamente o por largos periodos de tiempo. Algunos ejemplos incluyen:

(1) el interior de envoltorios con respiraderos inadecuados que contienen instrumentos, que normalmente descargan gases inflamables o vapores al interior del envoltorio;

(2) el interior de tanques con respiraderos (venteos) que contengan líquidos volátiles inflamables;

(3) el área entre el interior y el exterior de secciones del techo de un tanque de techo flotante que contenga fluidos volátiles inflamables;

(4) áreas inadecuadamente ventiladas dentro de procesos de rociado y recubrimiento que utilizan fluidos volátiles inflamables;

(5) interiores de ductos de extracción utilizados para ventilar concentraciones de gases o vapores inflamables.

La experiencia ha demostrado que es prudente evitar la instalación de instrumentos u otro equipo eléctrico en la totalidad de estas áreas particulares. Cuando esto no pueda evitarse, debido a que es esencial para el proceso y donde no sea factible hacer la instalación en otras áreas (véase 500-3 NOTA), debe utilizarse equipo eléctrico o de instrumentación aprobados para la aplicación específica o que sean sistemas intrínsecamente seguros como se describe en el artículo 504.

b) Clase I, División 2. Un área Clase I, División 2, es aquella:

(1) en donde se manejen, procesan o se usan líquidos volátiles inflamables o gases inflamables, pero en donde normalmente los líquidos, vapores, o gases, están confinados dentro de recipientes cerrados o sistemas cerrados de donde ellos pueden escapar sólo en el caso de una ruptura accidental o avería de los recipientes o sistemas, o en el caso de una operación anormal del equipo; o

(2) en donde concentraciones combustibles de gases o vapores son normalmente evitados por medio de una ventilación mecánica forzada (positiva). Estos pueden convertirse en peligrosa por la falla o por la operación anormal del equipo de ventilación; o

(3) que el área se encuentre adyacente a un área Clase I División 1, hacia donde pueden llegar ocasionalmente concentraciones combustibles de gases o vapores, a menos que la vía de comunicación se evite por medio de un adecuado sistema de ventilación de presión positiva de una fuente de aire limpio y se disponga de dispositivos adecuados para evitar las fallas del sistema de ventilación.

NOTA 1: Esta clasificación generalmente incluye áreas donde se usen líquidos volátiles inflamables o gases o vapores inflamables, pero que pueden volverse peligrosos solamente en caso de accidente o de alguna condición de operación inadecuada. Los factores que merecen consideración al determinar la clasificación y la extensión de cada área, son la cantidad de material inflamable que puede escaparse, en caso de accidente, la suficiencia del equipo de ventilación, el área total involucrada y el historial de la industria o empresa con respecto a explosiones o incendios.

NOTA 2: No se considera que la tubería sin válvulas, los puntos de inspección, los medidores y dispositivos similares, pueden generalmente causar condiciones de peligro, aun al usarse líquidos o gases inflamables. Las áreas utilizadas para el almacenamiento de líquidos inflamables o gases licuados o comprimidos dentro de recipientes sellados, no se consideran normalmente peligrosas, a menos que estén sujetas también a otras condiciones peligrosas.

NOTA: Para información adicional sobre líquidos combustibles y flamables, así como gas licuado, véase el apéndice B2.

500-8. Areas Clase II. Las áreas Clase II, son aquellas peligrosas debido a la presencia de polvos combustibles. Las áreas Clase II deben incluir aquellas especificadas en (a) y (b) que se enuncian a continuación:

a) Clase II, División 1. Un área Clase II, División I es un lugar:

1) En el cual bajo condiciones normales de operación hay polvo combustible en el aire en cantidades suficientes para producir mezclas explosivas o fácil ignición; o

2) En el cual una falla mecánica o un funcionamiento anormal de una maquinaria o equipo puede causar explosión o producir mezclas explosivas o fácil ignición, y puede haber una fuente de ignición debido a una falla simultánea del equipo eléctrico, la operación de dispositivos de protección, o por otras causas; o

3) En donde pueden estar presentes polvos combustibles eléctricamente conductores en cantidades peligrosas.

NOTA: Los polvos combustibles eléctricamente no conductores incluyendo los polvos producidos en el manejo de granos y productos de los granos, azúcar pulverizada y cacao, huevo seco y leche en polvo, pastas, especias pulverizadas, almidones y pastas, papas y harinas, harinas producidas de frijoles y semillas, heno seco, aserrín u otros materiales orgánicos que pueden producir polvos combustibles durante su procesamiento o manejo. Solamente los polvos del grupo E son considerados eléctricamente conductores para el propósito de la clasificación. Los polvos que contienen magnesio o aluminio son particularmente peligrosos, y deben manejarse con extrema precaución para evitar su ignición y explosión.

b) Clase II, División 2. Un área Clase II, División 2, es aquella donde:

(1) En el que normalmente no hay polvo combustible en el aire en cantidad suficiente para producir mezclas explosivas o fácil ignición y en el que la acumulación de polvo normalmente 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 inusual mal funcionamiento de los equipos de manejo o de proceso y

(2) En que las acumulaciones de polvo combustible sobre, dentro o en la proximidad del equipo eléctrico, pueden ser suficientes para interferir con la disipación segura de calor del equipo eléctrico, o pueden ser combustibles por la operación anormal o falla del equipo eléctrico.

NOTA 1: Los factores que deben considerarse para establecer la clasificación de un área y que puedan dar como resultado un área no clasificada, son entre otros, la cantidad de polvo combustible que puede estar presente y los sistemas adecuados para remover el polvo.

NOTA 2: Cuando productos tales como semillas se manejan de modo que produzcan bajas cantidades de polvo, pero la cantidad depositada de éste, puede justificar su clasificación.

500-9. Áreas Clase III. Las áreas Clase III son aquellas peligrosas debido a la presencia de fibras o partículas volátiles de fácil ignición, pero en las cuales es poco probable que dichas partículas permanezcan en suspensión en suficientes cantidades para producir mezclas de fácil ignición. Las áreas Clase III deben incluir aquellas especificadas en (a) y (b), descritas a continuación.

a) Clase III, División 1. Un área Clase III División 1 es aquella donde se manejan, manufacturan o utilizan fibras de fácil ignición o materiales que producen partículas volátiles combustibles.

NOTA 1: Estas áreas generalmente incluyen algunos sitios que utilizan rayón, algodón y otros textiles; en las plantas manufactureras y procesadoras de fibras que son combustibles; desmotadoras de algodón y plantas trituradoras de semillas de algodón, plantas procesadoras de lino; plantas manufactureras de ropa, plantas de madera y establecimientos e industrias involucradas en procesos o condiciones peligrosas similares.

NOTA 2: Entre las fibras de fácil ignición y partículas volátiles se encuentran las de rayón, algodón (incluyendo las fibras de residuo de algodón desmotado y desperdicios de algodón), henequén, ixtle, yute, cáñamo, fibra de coco, estopa, desperdicio de lana, de ceiba, musgo español, virutas de maderas y otros materiales de similar naturaleza.

b) Clase III, División 2. Un área Clase III, División 2, es aquella donde se almacenan o manejan fibras de fácil ignición, en procesos diferentes de los de manufactura.

ARTICULO 501 - AREAS CLASE I

501-1. Disposiciones generales. Las reglas generales de esta norma se deben aplicar a las instalaciones de alambrado y equipo eléctrico en las áreas clasificadas como Clase I en 500- 7.

Se permite que los equipos marcados y aprobados de acuerdo con la sección 505-10 para uso en lugares Clase I, Zona 0, 1 o 2, estén en lugares Clase I división 2 para el mismo gas y con una temperatura nominal adecuada

Excepción: Lo que está modificado en este artículo.

501-2. Transformadores y capacitores

a) Clase I, División 1. En las áreas Clase I, División 1, los transformadores y capacitores deben cumplir con lo siguiente:

1) Cuando contengan líquido inflamable. Los transformadores y capacitores que contengan líquido combustible se deben instalar únicamente en bóvedas aprobadas que cumplan con las Secciones 450-41 a 450-48 y además:

- (a) no debe haber puertas ni otra abertura de comunicación entre la bóveda y el área División 1; y
- (b) debe haber ventilación suficiente para expulsar continuamente los gases o vapores inflamables; y
- (c) las aberturas o ductos de ventilación deben conducir a un lugar seguro fuera de la construcción, y
- (d) los ductos y aberturas de ventilación deben ser de una sección suficiente para disminuir las presiones de explosión dentro de la bóveda; y todas las partes de los ductos de ventilación dentro de la edificación deben ser de concreto reforzado.

2) Cuando no contengan líquido inflamable. Los transformadores y capacitores que no contengan líquido inflamable deben instalarse en bóvedas de acuerdo con lo indicado en los requisitos de la Sección 501-2(a)(1) anterior o estar aprobados para áreas Clase I,

b) Clase I, División 2. En las áreas Clase I, División 2, los transformadores y capacitores deben cumplir con las Secciones 450-21 a 450-27.

501-3. Medidores, instrumentos y relevadores

a) Clase I, División 1. En las áreas Clase I, División 1, los medidores, instrumentos y relevadores, incluyendo kilowattímetros, transformadores de instrumento, resistencias, rectificadores y válvulas termoiónicas, deben estar en envoltentes aprobados para áreas Clase I División 1.

Los envoltentes aprobados para áreas Clase I, División 1, incluyen envoltentes a prueba de explosión, y envoltentes purgados y presurizados.

b) Clase I, División 2. En las áreas Clase I, División 2, los medidores, aparatos de medición y relevadores deben cumplir con lo siguiente:

1) Contactos. Los desconectores, interruptores automáticos, así como los contactos de cierre y apertura de los pulsadores, relevadores, sirenas, y campanas de alarma, deben tener envoltentes aprobados para áreas Clase I, División 1, de acuerdo con la Sección 501-3(a) anterior.

Excepción: Se permiten envoltentes de uso general si los contactos de interrupción de corriente eléctrica, están:

- a. Sumergidos en aceite.
- b. Encerrados en una cámara herméticamente sellada contra la entrada de gases o vapores.
- c. En circuitos no incendiarios; o
- d. Son parte de un componente no incendio aprobado.

2) Resistencias y equipo similar. Las resistencias, dispositivos con resistencias, válvulas termoiónicas, rectificadores y equipo similar, usados en conexión o dentro de aparatos de medición, instrumentos y relevadores, deben cumplir con Sección 501-3(a) anterior.

Excepción: Se permiten envoltentes de uso general, si estos equipos no tienen contactos de cierre y apertura o deslizantes, si cumple lo previsto en la Sección 501-3(b)(1) anterior y si la temperatura máxima de operación de cualquier superficie expuesta no excede de 80% de la temperatura de ignición (°C), del gas o vapor involucrado, o se pruebe y se encuentre incapaz de provocar la ignición de dicho gas o vapor. Esta excepción no aplica a tubos termoiónicos.

3) Sin contactos de cierre o apertura. Los devanados de los transformadores, las bobinas de impedancia, los solenoides y otros devanados que no lleven contactos deslizantes o de cierre y apertura, pueden estar en envoltentes de uso general.

4) Ensamblajes de uso general. Cuando un ensamble está formado por componentes para los cuales son aceptables las envoltentes de uso general, según las Secciones 501-3(b)(1), 501-3(b)(2) y 501-3(b)(3) anteriores, se puede aceptar una envoltente única de uso general para todos ellos, si dicho ensamble comprende algunos de los equipos descritos en la Sección 501-3(b)(2) anterior, debe indicarse clara y visiblemente en la parte externa del envoltente, la temperatura máxima a que puede llegar cualquiera de los componentes. Como alternativa se permite marcar el equipo aprobado para indicar la temperatura máxima para la cual está aprobado, usando los números de identificación de la Tabla 500-5(d).

5) Fusibles. Donde se permitan envoltentes o cajas de uso general, según las Secciones 501-3(b)(1), 501-3(b)(2), 501-3(b)(3) y 501-3(b)(4) anteriores, los fusibles para protección contra sobrecorriente de los circuitos de instrumentos, no sujetos a sobrecarga bajo uso normal, pueden montarse en envoltentes de uso general, si cada fusible es precedido por un desconector que cumpla con la Sección 501-3(b)(1) anterior.

6) Conexiones. Para facilitar el reemplazo, los instrumentos de control de procesos pueden conectarse por medio de cordones flexibles, clavijas y receptáculos si se cumplen todas las condiciones que siguen:

(1) se tenga un desconector que cumpla con lo previsto en la Sección 501-3(b)(1) anterior, para que la interrupción no se haga en la clavija; y

(2) la corriente eléctrica no es mayor de 3 A en 120 V o 127 V nominal; y

(3) el cordón de alimentación no debe ser mayor de 90 cm, si es de un tipo aprobado para uso extrarrudo o, para uso rudo si está protegido por su ubicación, y se alimenta a través de una clavija y receptáculo de tipo de retención mecánica con conexión de puesta a tierra; y

(4) solamente se instalan los receptáculos necesarios; y

(5) cada receptáculo lleva un letrero que indique "no desconectar bajo carga".

501-4. Métodos de alambrado. Los métodos de alambrado deben cumplir con lo indicado en los incisos (a) y (b) que se enuncian a continuación:

a) Clase I, División 1

(1) Alambrado fijo. Las áreas Clase I, División 1, se deben alambrear en tubo (conduit) metálico rígido roscado, tubo (conduit) intermedio de acero roscado o cables tipo MI con accesorios terminales aprobados para esos lugares. Todas las cajas, accesorios y uniones deben tener conexiones roscadas para la unión del tubo (conduit) o terminales de cables y deben ser a prueba de explosión. Las uniones roscadas deben entrar por lo menos con cinco cuerdas completas de rosca. Los cables tipo MI se deben instalar y apoyar de modo que se eviten esfuerzos de tensión en los accesorios terminales.

Excepción 1: Se permite usar tubo(conduit) rígido no metálico que cumpla con lo indicado en el artículo 347, cuando esté encofrado en concreto con espesor de 50 mm, y con una cobertura mínima de 600 mm medida desde la parte superior del conduit hasta el nivel del suelo. Se permite omitir el encoframiento de concreto cuando esté sujeto a las disposiciones de la sección 511-4 , excepción; 514-8 excepción 2 y sección 515-5(a).

Cuando se utilice tubo (conduit) rígido no metálico, se debe usar tubo rígido roscado o tubo (conduit) tipo semipesado roscado de acero para los últimos 600 mm del tramo subterráneo hasta que salga de la tierra o hasta el punto de conexión con la canalización que vaya sobre el terreno. Se debe incluir un conductor de puesta a tierra de los equipos para dar continuidad eléctrica al sistema de canalizaciones y para poner a tierra las partes metálicas no portadoras de corriente.

Excepción 2: En establecimientos industriales con acceso restringido al público, cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que únicamente personal calificado realiza el servicio de instalación, se permite el uso de cable tipo MC, aprobado para áreas Clase I, División 1, con cubierta continua de aluminio corrugado hermético al gas y vapor, con cubierta exterior de material polimérico adecuado, conductores de puesta a tierra separados, de acuerdo con lo indicado en 250-95, y suministrado con accesorios terminales aprobados para la aplicación específica.

NOTA: Véase 334-3 y 334-4 para restricciones en el uso del cable tipo MC.

Excepción 3: En establecimientos industriales con acceso restringido al público, cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que solamente personal calificado atenderá las instalaciones, se permite el uso de cable tipo ITC aprobado para uso en lugares Clase I, División 1, con una cubierta continua de aluminio corrugado hermética al gas y al vapor, cubierta exterior adecuada de material polimérico y suministrado con accesorios terminales aprobados para la aplicación específica.

(2) Conexiones flexibles. Cuando sea necesario emplear conexiones flexibles, como en terminales de motor, se deben usar accesorios flexibles aprobados para áreas Clase I.

Excepción: Se permite cordón flexible instalado como se indica en 501-11.

b) Clase I, División 2. En las áreas Clase I División 2, el método de alambrado empleado debe ser en tubo (conduit) metálico rígido roscado, tubo (conduit) intermedio de acero roscado, electroductos sellados, ductos metálicos sellados, o cables tipo PLTC, de acuerdo con lo indicado en el artículo 725, o con cable tipo ITC en soporte tipo charola para cables, en sistemas de canalizaciones sostenidas por un cable mensajero, o directamente enterrado cuando el cable esté aprobado para este uso, cables tipos MI, MC, MV o TC usando accesorios terminales aprobados . Se permite instalar cables tipo ITC, PLTC, MI, MC, MV o TC en soportes para cables tipo de charola, y de tal manera que se eviten los esfuerzos de tensión mecánica en los accesorios terminales. Las cajas, accesorios y uniones no necesitan ser a prueba de explosión, salvo lo requerido en 501-3(b)(1), 501-6(b)(1) y 501-14(b)(1). Cuando se requiera flexibilidad limitada, como en las terminales de motores se deben usar accesorios metálicos flexibles, tubo (conduit) metálico flexible con accesorios aprobados, tubo (conduit) metálico flexible hermético a los líquidos con accesorios adecuados, tubo (conduit) no metálico flexible hermético a los líquidos con accesorios aprobados, cordón flexible aprobado para uso extra rudo y provisto de accesorios aprobados. El cordón flexible debe tener un conductor adicional para puesta a tierra.

NOTA: Véase 501-16 (b), requerimientos para puesta a tierra cuando se usa tubo (conduit) flexible.

Excepción: Se permite el alambrado en circuitos no incendiarios usando cualquiera de los métodos de instalación para áreas normales.

501-5. Sellado y drenado. Los sellos en tubo (conduit) y en sistemas de cables deben cumplir con los requisitos dados a continuación desde (a) a (f). El compuesto sellador debe ser del tipo aprobado para las condiciones y uso. Se debe aplicar compuesto sellador a los accesorios terminales de los cables tipo MI para excluir humedad o algún otro fluido en el aislamiento del cable.

NOTA 1: Se deben proveer sellos en tubo (conduit) y en cables para minimizar el paso de gases y vapores e impedir 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 gracias a 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 bajo una presión diferencial continua a través del sello. Aunque haya diferencias de presión a través del sello equivalente a algunos kPa, puede existir un paso lento de gas o vapor a través del sello y a través de los conductores que atraviesan el sello; véase 501-5(e)(2). Las temperaturas extremas y los líquidos y vapores, altamente corrosivos pueden afectar la eficacia de los sellos para cumplir la función asignada; véase 501-5(c)(2).

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 trenzados de tamaño nominal no-mayores a 33,6 mm² (2 AWG). Los conductores de construcciones especiales, por ejemplo, de hilos compactados o el sellado individual de los hilos, es el medio para reducir las fugas y evitar la propagación de la flama.

a) Sellos en tubo (conduit), áreas Clase I, División 1. En las áreas Clase I, División 1, se deben localizar los sellos como sigue:

(1) En cada tramo de tubo (conduit) que entra en una envolvente a prueba de explosión en donde: **(a)** dicha envolvente contenga aparatos tales como desconectador, interruptores automáticos, fusibles, relevadores o resistencias que puedan producir arcos eléctricos, chispas o altas temperaturas que se consideren como una fuente de ignición en condiciones normales de funcionamiento; o **(b)** la entrada tenga un tamaño de 50 mm o más y el envolvente contenga terminales, empalmes o derivaciones. Para los propósitos de esta Sección, debe considerarse como alta temperatura cualquiera que exceda el 80% de la temperatura de autoignición en grados Celsius, del gas o vapor presente.

Excepción de (a)(1)(a). El tubo (conduit) que entra en un envolvente en donde los desconectadores, interruptores automáticos, fusibles, relevadores o las resistencias están:

- a. Encerrados dentro de una cámara sellada herméticamente contra la entrada de gases o vapores; o
- b. Sumergidos en aceite, de acuerdo con lo especificado en 501-6(b)(1)(b); o
- c. Encerrados en una cámara a prueba de explosión sellada de fábrica en una envolvente aprobado para el área, y marcado como "sellado de fábrica" o su equivalente.

No debe considerarse que los envoltentes sellados en fábrica sirven como sello para otro 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 450 mm del envolvente. Entre el accesorio de sellado y el envolvente a prueba de explosión sólo se permite uniones a prueba de explosión, coples, reductores, codos, codos con casquillo y cajas de paso similares a los tipos en L, en T y en cruz que no sean más grandes que el tamaño comercial del tubo (conduit).

(2) En cada entrada de tubo (conduit) en un envolvente presurizado, 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 de 450 mm del envolvente presurizado.

NOTA 1: La instalación del sello lo más cerca posible del envolvente reduce problemas con el purgado del espacio de aire muerto en el tubo (conduit) presurizado.

3) Cuando en dos o más envoltentes a prueba de explosión, se requieren sellos tubo (conduit) de acuerdo con lo indicado en (a)(1) estando unidos por niples o por tramos de tubo (conduit) a una longitud no mayor de 900 mm, es suficiente colocar un solo sello en cada niple o tramo de tubo (conduit), si tal sello no dista más de 450 mm de cada envolvente.

(4) En cada tramo de tubo (conduit) que sale de un área peligrosa Clase I, División 1, se permite colocar el sello en cualquier lado del límite de dicha área, a no más de 3 m del límite, pero debe estar diseñado e instalado de tal forma que minimice la cantidad gas o vapor que pueda entrar al tubo (conduit) dentro del área División 1, y se comunique por el tubo (conduit) más allá del sello. En el tramo comprendido entre el sello del tubo (conduit) y el punto en el que el tubo (conduit) sale de la área peligrosa Clase I, División 1, no debe haber uniones, coples, caja o accesorio en el tubo (conduit), excepto las reducciones aprobadas a prueba de explosión en el sello del tubo (conduit).

Excepción: El tubo (conduit) metálico que pase a través de un área Clase I, División 1, sin uniones, acoplamientos, cajas o accesorios, sin accesorios a menos de 300 mm de cada límite, no necesita estar sellado, siempre que los puntos de terminación del tubo (conduit) continuo estén en áreas no clasificadas.

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 como sigue:

1) En las conexiones con envoltentes que deben ser a prueba de explosión, debe colocarse un sello de tubo (conduit), de acuerdo con las Secciones 501-5(a)(1)(a) y 501-5(a)(3) anteriores. Todos los tramos de tubo (conduit) o tubos cortos (nipples) comprendidos entre el sello y la envoltente deben cumplir con el artículo 501-4 (a).

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 de 3 m 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 se comunique por el tubo (conduit) más allá del sello. Se debe usar tubo (conduit) metálico rígido 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. No debe haber unión, caja o accesorio en el tubo (conduit) a excepción de las reducciones aprobadas a prueba de explosión en el sello, entre el sello y el punto en que el tubo (conduit) sale del área clasificada División 2.

Excepción 1: Tubo (conduit) metálico continuo que pase a través de un área Clase I, División 2, sin uniones, acoplamientos, cajas o accesorios, sin accesorios a menos de 300 mm de cada límite, no necesita estar sellado, siempre que los puntos de terminación del tubo (conduit) estén en áreas no clasificadas.

Excepción 2: Tubo (conduit) que termine en un área no-clasificada, en donde se utilizó un método de alambrado de transición como se hace en soporte tipo charola para cables, electroductos, canalizaciones prealambradas, ducto ventilado, cable tipo MI o alambrado al descubierto, 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 un envoltente o cuarto que no es clasificado como resultado de la aplicación de presurización hacia una 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 las siguientes condiciones:

a. Ninguna parte del segmento del tubo (conduit) que pase a través del área Clase I, División 1 contiene uniones, cajas o accesorios dentro de 300 mm del área Clase I, División 1; y

b. El segmento del tubo (conduit) está localizado por completo en áreas exteriores; y

c. El segmento del tubo (conduit) no está directamente conectado a bombas provistas de diafragma, conexiones de proceso o servicio para medidas de análisis de presión o caudal, etc., que dependan de un solo sello de compresión, diafragma o tubo para evitar la entrada de fluidos inflamables o combustibles al sistema de conduit;

d. El segmento del tubo (conduit) contiene únicamente tubo (conduit) metálico roscado, uniones, reducciones, cajas de paso y accesorios en las áreas no-clasificadas.

e. El segmento del tubo (conduit) está sellado a la entrada de cada terminal de las envoltentes o alojamiento de los accesorios, empalmes o derivaciones en áreas Clase I, División 2.

c) Clase I, Divisiones 1 y 2. Donde se requieran sellos en áreas Clase I, Divisiones 1 y 2, éstos deben cumplir con lo siguiente:

1) Accesorios. Las envoltentes para conexiones o para equipo deben estar provistas de medios integrales aprobados para sellar, o se deben utilizar accesorios de sellos aprobados para áreas Clase I. Los accesorios de los sellos deben ser accesibles.

2) Compuesto sellador. El compuesto sellador debe estar aprobado para ese uso y debe proveer un sellado hermético contra el paso de gases o vapores. El compuesto no debe alterarse por la atmósfera o por los líquidos que lo rodean y no debe tener un punto de fusión menor de 90 °C.

3) Espesor del compuesto. El espesor del compuesto sellador en un sello terminado no debe ser menor al diámetro del accesorio sellador y, en ningún caso, menor de 15 mm.

Excepción: Los accesorios aprobados para el sello de cables no requieren tener un espesor mínimo igual al diámetro del accesorio sellador.

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) Ensamblajes. En un ensamble donde algún equipo que pueda producir arcos, chispas, o altas temperaturas, esté localizado en un compartimento separado de otro donde haya empalmes y derivaciones, y un sello integral es provisto donde los conductores pasan de un compartimento a otro, el ensamble completo debe estar aprobado para áreas Clase I. En áreas Clase I, División 1, deben proveerse sellos en las entradas de tubo (conduit) a compartimentos que tengan empalmes o derivaciones, cuando sea requerido por la Sección 501-3(a)(1)(b) anterior.

6) Por ciento de ocupación de cables. El área de la sección transversal de los conductores permitidos en un sello, no debe exceder del 25% del área de la sección transversal interior del tubo (conduit) del mismo tamaño nominal a menos que sea específicamente aprobado para porcentajes de ocupación mayores.

d) Sellado de cables en áreas Clase I, División 1. En áreas Clase I, División 1, el sellado de cables debe ser localizado como se indica a continuación:

1) El cable debe ser sellado en todas sus terminales. El sello debe cumplir con (c) anterior. Los cables multiconductores tipo MC con cubierta continua de aluminio corrugado hermético a gas y a vapor 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.

Excepción: No se requiere remover el material de la pantalla de los cables con pantalla, ni la separación de los pares en cables con pares torcidos, siempre y cuando 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) Los cables con cubierta hermética a gas y a vapor, capaz de transmitir gases o vapores a través del núcleo del cable, se deben sellar en el área peligrosa División 1, después de retirar la cubierta y cualquier otro recubrimiento de manera que el compuesto sellador cubra a cada conductor individual, así como a la cubierta exterior del conjunto.

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 por el sello del cable en la tubería dentro de 45 cm de la caja y de la terminación del cable con la caja, por los medios aprobados para minimizar la entrada de gases o vapores y evitar la propagación de la flama dentro del núcleo del cable o por otros métodos aprobados. Para cables con pantalla y cables con pares torcidos, no se requiere remover el material de la pantalla o separar los pares del cable.

3) Cada cable multiconductor en tubo (conduit) debe ser considerado como un conductor sencillo 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) Sellado de cables en áreas Clase I, División 2. En áreas Clase I, División 2, los sellos de cables se deben colocar como sigue:

1) Los cables que entran en envoltentes que requieran ser aprobadas para áreas Clase I, deben sellarse en el punto de entrada. El sello debe cumplir con (b)(1) anterior. Los cables multiconductores con una cubierta continua hermética a gas y a vapor, capaces de transmitir gases o vapores a través del núcleo 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 individual y que reduzca el paso de gases y vapores. Los cables multiconductores en tubo (conduit) deben sellarse como se indica en (d) anterior.

2) Los cables con cubierta continua hermética a gas y a 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, excepto por lo indicado en (1) anterior; la longitud mínima de ese tramo de cable no debe ser menor que la longitud que limita el flujo de gas o vapor a través del núcleo del cable a una relación permitida para los dispositivos de sellado de 200 cm³/h de aire a una presión de 1,5 kPa.

NOTA 1: El núcleo del cable no incluye los intersticios entre los hilos del conductor.

NOTA 2: Para información adicional sobre accesorios y cajas de salidas para uso áreas peligrosas (clasificadas), véase el apéndice B2.

3) Los cables con una cubierta continua hermética a gas y a 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 un exceso de presión de 1,5 kPa que se ejerza en la terminal del cable, en cuyo caso se debe proveer un sello, barrera, u otro medio para impedir la propagación de flama dentro de un área sin clasificar.

Excepción: Los cables con cubiertas que no se rompan, herméticas al gas y al vapor y que pasen de manera continua de un área Clase I, División 2, podrán instalarse sin sellos.

4) Los cables que no tengan una cubierta continua hermética a gas y a vapor, se deben sellar en los límites de la División 2 y las áreas clasificadas no-peligrosas, de tal manera que minimice el paso de gases y vapores al área no-peligrosa.

NOTA: La protección mencionada en las Secciones 501-5(d) y 501-5(e) anteriores puede ser de material metálico o no metálico.

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 proveerse 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 uniones y tubo (conduit) de manera que se reduzca al mínimo la entrada de líquido en ellos. Cuando se juzgue necesario, los medios para evitar la acumulación o para permitir un drenaje periódico, éstos deben venir incorporados de fábrica y se consideran como parte integral de la máquina.

3) Conexiones para bombas selladas, para procesos, o servicio y similares. En las bombas selladas, conexiones para procesos para flujo, presión o análisis de medida y similares, que tienen un solo sello de compresión, diafragma o tubo para evitar que los fluidos combustibles o inflamables entren a la canalización eléctrica o sistemas de cables de la instalación eléctrica, capaces de transmitir fluidos, debe instalarse un sello o una barrera u otro medio adicional aprobado para evitar que los fluidos combustibles o inflamables entren a la canalización eléctrica, o sistemas de cables, más allá de los dispositivos o medios adicionales, si falla el sello primario.

El sello adicional aprobado o la barrera y la envoltente de conexión deben reunir las condiciones de temperatura y presión a las cuales están sujetas en caso de falla del sello primario, a menos que se proporcionen otros medios aprobados para cumplir el propósito anterior.

Deben proveerse los drenes, respiraderos u otros medios, de manera que las fugas del sello primario sean evidentes.

NOTA: Véanse notas en 501-5.

501-6. Desconectadores, interruptores automáticos, controladores de motores y fusibles

a) Clase I, División 1. En las áreas Clase I, División 1, los des , interruptores automáticos, controladores de motores y los fusibles, incluyendo las estaciones 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 501-6(b)(1) hasta 501-6(b)(4):

1) Tipo requerido. Los medios de desconexión, controladores de motores e interruptores automáticos, destinados para interrumpir la corriente eléctrica durante su funcionamiento normal, deben estar contenidos en envoltentes aprobados para áreas Clase I, División 1, de acuerdo con lo indicado en 501-3 (a), a menos que se instalen en envoltentes de uso general y aplique cualquiera de las siguientes condiciones:

(a) La interrupción de la corriente eléctrica ocurra dentro de la cámara herméticamente sellada que evite la entrada de gases y vapores.

(b) Los contactos de cierre o apertura sean de uso general y estén sumergidos en aceite por lo menos 5 cm, para los de potencia, y 2,5 cm para los de control.

(c) La interrupción de corriente eléctrica ocurra dentro de una cámara a prueba de explosión sellada de fábrica, aprobada para esa área.

(d) El dispositivo sea de estado sólido y el control de interrupción no tenga contactos, donde la temperatura superficial no exceda 80% la temperatura de ignición (°C) del gas o vapor involucrado.

2) Desconectadores, separadores (de aislamiento). Pueden instalarse en envoltentes de uso general, los des con o sin fusibles y los fusibles y los des separadores para transformadores o para bancos de capacitores que no estén destinados para interrumpir la corriente eléctrica durante el funcionamiento normal para el cual han sido instalados.

3) Fusibles. Los fusibles de cartucho o de tapón para la protección de motores, aparatos, lámparas y otros dispositivos como los que se indican en (b)(4) siguiente, pueden utilizarse si se colocan en envoltentes aprobados para el área donde se instalen. También pueden utilizarse fusibles en envoltentes de uso general, si están aprobados para el uso 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 eléctrica, con filamento inmerso en arena y sin indicador.

4) Fusibles internos para luminarias. Se permiten los fusibles de cartucho aprobados, como protección suplementaria dentro de las luminarias.

501-7. Transformadores de control y resistencias. Los transformadores, bobinas de impedancia y resistencias utilizados como, o en conjunto 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 envolventes aprobadas para áreas Clase I, División 1, de acuerdo con lo indicado en 501-3(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 501-6(b).

2) Bobinas y devanados. Se permite el uso de envolventes de uso general para devanados de transformadores, solenoides y bobinas de impedancia.

3) Resistencias. Las resistencias deben suministrarse en envolventes y el conjunto debe estar aprobado para áreas Clase I, a menos que las resistencias no sean variables y que la máxima temperatura de operación no exceda 80% de la temperatura de ignición del gas o vapor involucrado en grados Celsius (°C), o que hayan sido probadas y encontradas incapaces de incendiar al gas o al vapor.

501-8. Motores y generadores

a) Clase I, División 1. En las áreas Clase I, División 1, los motores, generadores y demás maquinarias eléctricas rotatorias deben cumplir con cualquiera de las siguientes condiciones:

(1) Aprobados para áreas Clase I, División 1.

(2) De 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 estabilizada y la envolvente haya sido purgada con aire limpio por al menos diez veces el volumen del aire y con un dispositivo que desenergice el equipo automáticamente en caso de falla del sistema de ventilación.

(3) De tipo totalmente cerrado lleno de gas inerte con una fuente adecuada y segura de gas inerte para presurizar la envolvente, suministrada con dispositivos para asegurar una presión positiva en la envolvente y con un dispositivo que desconecte el equipo automáticamente si falla la alimentación del gas.

(4) De un tipo diseñado para estar inmerso en un líquido que sólo es inflamable en caso de estar vaporizado y mezclado con el aire, o en un gas o vapor a una presión mayor que la atmosférica y el cual sólo es inflamable 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 sacar el aire y se desenergice automáticamente el equipo, en caso de falla de suministro del líquido, gas o vapor y cuando la presión de éstos se reduzca hasta la atmosférica.

Los motores totalmente cerrados de los tipos (2) y (3) no deben tener ninguna superficie externa a una temperatura de operación mayor a 80% la temperatura de ignición en grados Celsius (°C), del gas o vapor involucrado. Deben proporcionarse 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 demás maquinarias eléctricas rotatorias en las que se utilicen contactos deslizantes, o mecanismos de desconexión centrífuga o de otro tipo de mecanismos de desconexión (incluyendo los dispositivos de sobrecorriente, sobrecarga y sobrecalentamiento del motor), o dispositivos resistores integrados al motor, ya sea durante el arranque o en marcha, deben estar aprobados para áreas Clase I, División 1, a menos que tales contactos deslizantes, mecanismos de conexión y desconexión y dispositivos resistores, estén en envolventes aprobadas para áreas Clase I, División 2, de acuerdo con lo indicado en 501-3(b). La superficie expuesta de calentadores de ambiente, utilizados para evitar la condensación de humedad durante periodos de falla, no debe exceder 80% la temperatura de ignición en grados Celsius (°C) del gas o del vapor involucrado cuando operen a tensión eléctrica nominal, y la máxima temperatura superficial (basada en temperatura ambiente de 40 °C) debe marcarse de forma permanente en una placa visible sobre el motor. De lo contrario, los calentadores deben estar aprobados para áreas Clase I, División 2.

En áreas Clase I, División 2, se permite el empleo de motores abiertos o cerrados que no sean a prueba de explosión, tales como motores de inducción de jaula de ardilla, siempre y cuando no tengan escobillas, mecanismos de conexión y desconexión, u otros dispositivos similares que produzcan arcos eléctricos; aunque no estén identificados para Clase I, División 2.

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 envolvente y de la envolvente a tierra. Cuando la presencia de gases o vapores incendiables estén en suspensión, puede ser necesario purgar con aire limpio antes y durante los periodos de arranque.

501-9. 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 de 30cm deben fijarse de manera efectiva y permanente para impedir desplazamientos laterales con medios efectivos a no más de 30 cm 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 para áreas Clase I, División 1, colocado a no más de 30 cm 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 aprobados para áreas Clase I.

b) Clase I, División 2. En las áreas Clase I, División 2, las luminarias deben cumplir con lo siguiente:

1) Equipo portátil de iluminación. Los equipos portátiles de iluminación deben cumplir con lo previsto en el inciso anterior (a)(1).

Excepción: Se permite un equipo de iluminación portátil montado sobre soportes móviles y conectado por medio de cordones flexibles como se especifica en 501-11, y que además cumplan con 501-9(b)(2) siguiente.

2) Luminarias fijas. Las luminarias para alumbrado fijo deben protegerse contra daño físico por medio de guardas apropiadas o por su propia ubicación. Cuando haya peligro de chispas o de metal caliente provenientes de las lámparas o luminarias que puedan provocar la ignición de concentraciones localizadas de gases o vapores inflamables, es preciso proveer envolventes adecuadas u otros medios efectivos de protección. Cuando las lámparas son del tipo o tamaño que en condiciones normales de operación, puedan alcanzar temperaturas superficiales que excedan 80% de la temperatura de ignición en grados Celsius (°C), del gas o vapor involucrados, las luminarias deben cumplir con (a)(1) anterior, o ser de un tipo que haya sido probado para determinar el marcado de la temperatura de operación o Clase de temperatura.

3) Luminarias colgantes. Las luminarias colgantes deben suspenderse y alimentarse por medio de tramos de tubo (conduit) metálico tipo pesado, semipesado o por otros dispositivos aprobados. Los tubos de longitud mayor a 30 cm deben fijarse de manera efectiva y permanente para impedir desplazamientos laterales, con medios adecuados a no más de 30 cm 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 cm del punto de sujeción a la caja o al accesorio de soporte.

4) Desconectores. Los desconectores que formen parte de una luminaria ensamblada o de un portalámparas individual deben cumplir con lo indicado en 501-6 (b)(1).

5) Equipo de arranque. El equipo de arranque y control de las lámparas de descarga debe cumplir con lo indicado en 501-7(b).

Excepción: Los protectores térmicos incorporados en los balastos para lámparas fluorescentes protegidos térmicamente si la luminaria está aprobada para áreas de esta Clase y División.

501-10. Equipo de utilización

a) Clase I, División 1. En las áreas Clase I, División 1, todo 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 equipo de utilización debe cumplir con lo siguiente:

1) Calentadores. El equipo de utilización calentado eléctricamente debe cumplir con cualquiera de las condiciones siguientes:

a. El calentador no debe exceder 80% de la temperatura de ignición (°C) 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% de su tensión eléctrica nominal.

Excepción 1: Para los calentadores de ambiente contra la condensación con motor montado, véase la Sección 501-8(b).

Excepción 2: Se utiliza un dispositivo limitador de corriente eléctrica en el circuito del calentador para limitar su corriente a valores menores que los requeridos para elevar la temperatura superficial del calentador al 80% de la temperatura de ignición.

b. El calentador debe estar aprobado para áreas Clase I, División 1.

Excepción: La resistencia eléctrica del calentador se ha aprobado para áreas Clase I, División 2.

2) Motores. Los motores de accionamiento de equipo de utilización deben cumplir con lo indicado en 501-8(b).

3) Desconectadores, interruptores automáticos y fusibles. Los desconectadores, interruptores automáticos y fusibles deben cumplir con lo indicado en 501-6(b).

501-11. Cordones flexibles Clase I, Divisiones 1 y 2. Se permite el uso de cordones flexibles para hacer conexiones entre luminarias portátiles y otros equipos portátiles de utilización a la parte fija de su circuito de alimentación. Se permite el uso de cordones flexibles en aquella sección del circuito donde los métodos fijos de instalación indicados en 501-4(a) no pueden proporcionar el grado de movimiento necesario para equipo eléctrico de utilización fijo y móvil, en un establecimiento industrial donde las condiciones de mantenimiento y servicio de ingeniería aseguren que únicamente personal calificado instala y da servicio a las instalaciones, y el cordón flexible es protegido por su ubicación o por guardas para evitar daño. El cordón flexible debe ser continuo. Cuando se use el cordón flexible, debe:

(1) ser de un tipo aprobado para uso extra rudo;

(2) contener adicionalmente a los conductores del circuito, un conductor de puesta a tierra que cumpla con la Sección 400-23;

(3) estar conectado a las terminales o a los conductores de alimentación de manera apropiada;

(4) estar soportado por abrazaderas u otros medios adecuados, de manera que no se ejerza tensión mecánica sobre las terminales de conexión;

(5) estar provisto de sellos adecuados donde el cordón flexible entra a la caja, accesorio o envoltorio del tipo a prueba de explosión.

Excepción: Lo previsto en 501-3(b)(6) y 501-4(b).

Las bombas eléctricas sumergibles que tienen medios de extracción, sin entrar al foso húmedo, deben considerarse equipo de utilización portátil. Se permite la extensión del cordón flexible dentro de una canalización adecuada entre el foso húmedo y la fuente de alimentación.

Los mezcladores eléctricos diseñados para entrar y salir de tanques de mezclado de tipo abierto o tinas, deben ser considerados equipo portátil de utilización.

NOTA: Véase la Sección 501-13 para cordones flexibles expuestos a líquidos que tengan un efecto deteriorante sobre el aislamiento del conductor.

501-12. Receptáculos y clavijas, Clase I, Divisiones 1 y 2. Los receptáculos y clavijas deben ser de un tipo que provean la conexión al conductor de puesta a tierra de un cordón flexible y debe estar aprobado para el área.

Excepción: Como es previsto en la Sección 501-3(b)(6).

501-13. Aislamiento de los conductores, Clase I, Divisiones 1 y 2. Cuando los vapores o líquidos condensados puedan depositarse sobre el aislamiento de los conductores, o entren en contacto con él, dicho aislamiento debe ser del tipo aprobado para dichas condiciones, o estar protegido por una cubierta de plomo u otro medio aprobado. El aislamiento de los conductores debe ser aprobado como resistente a la gasolina y al aceite.

501-14. Sistemas de señalización, alarmas, control remoto y comunicaciones

a) Clase I, División 1. En las áreas Clase I, División 1, todos los aparatos y equipos de los sistemas de señalización, alarmas, control remoto y comunicaciones, cualquiera que sea su tensión, deben estar aprobados para áreas Clase I, División 1 y todo el alambrado debe cumplir con lo indicado en las Secciones 501-4(a) y 501-5(a) y 501-5(c).

b) Clase I, División 2. En las áreas Clase I, División 2, los sistemas de señalización, alarmas, control remoto y comunicaciones deben cumplir con lo siguiente:

1) Contactos. Los desconectores, interruptores automáticos, y contactos de cierre y apertura de estaciones de botones, relevadores, campanas y sirenas, deben estar en envoltorios aprobados para áreas Clase I, División 1, de acuerdo con lo indicado en 501-3(a).

Excepción: Se permiten envoltorios de uso general si los contactos de interrupción de corriente eléctrica son alguno de los siguientes:

- a. Sumergidos en aceite; o
- b. Encerrados en cámaras herméticamente selladas contra la entrada de gases o vapores; o
- c. En circuitos no incendiarios; o
- d. Parte de un componente no incendiario aprobado.

2) Resistencias y equipo similar. Las resistencias, dispositivos resistores, tubos termiónicos, rectificadores y equipo similar, deben cumplir con 501-3(b)(2).

3) Protecciones. Se deben proveer envoltorios para los dispositivos de protección contra descargas por rayos. Se permite que tales envoltorios sean del tipo de uso general.

4) Alambrado y sellado. Todo el alambrado debe cumplir con las Secciones 501-4(b) y 501-5(b) y 501-5(c).

501-15. Partes vivas, Clase I, Divisiones 1 y 2. No debe haber partes eléctricamente vivas al descubierto.

501-16. Puesta a tierra, Clase I, Divisiones 1 y 2. El alambrado y equipo para áreas Clase I, Divisiones 1 y 2, deben ponerse a tierra de acuerdo con lo indicado en el Artículo 250 y con los incisos siguientes:

a) Unión. Para propósitos de unión no se debe depender de contactos con conector, tuerca y contratuerca, sino que se deben usar puentes de unión con accesorios adecuados u otros medios de unión aprobados. Tales medios de unión se deben aplicar a todas las canalizaciones, accesorios, cajas, envoltorios y similares que intervengan entre las áreas Clase I y el punto de puesta a tierra para el equipo de acometida o el punto de puesta a tierra de un sistema derivado separadamente.

Excepción: Los medios específicos de unión solamente se requieren en el punto de puesta a tierra del medio de desconexión del edificio, tal como se indica en las Secciones 250-24(a), 250-24(b) y 250-24(c), considerando que la protección de los circuitos derivados está localizada en el lado de los medios de desconexión de la carga.

NOTA 1: Véase 250-78 para requerimientos adicionales de unión en áreas clasificadas como peligrosas.

NOTA 2: Para un sistema de puesta a tierra, el punto de puesta a tierra mencionado en la excepción es el punto donde el conductor del circuito de puesta a tierra es conectado al electrodo del conductor de puesta a tierra.

b) Tipos de conductores para puesta a tierra de equipo. Cuando se utilice tubo (conduit) metálico flexible o metálico flexible hermético a los líquidos como se permite en 501-4(b), y se dependa de ellos para completar una trayectoria exclusiva para puesta a tierra de equipo, deben ser instalados con puentes de unión internos o externos en paralelo con cada tubo (conduit) y cumplir con lo indicado en 250-79.

Excepción: En las áreas Clase I, División 2, el puente de unión se puede suprimir cuando se cumplen las condiciones siguientes:

- a. Cuando se use tubo (conduit) metálico flexible hermético a líquidos aprobado, de una longitud de 1,80 m o menos, con accesorios aprobados para puesta a tierra.
- b. La protección contra sobrecorriente en el circuito se limite a 10 A o menos.
- c. La carga no sea carga de potencia (fuerza).

501-17. Apartarrayos

a) Clase I, División 1. Los apartarrayos incluyendo su instalación y conexión deben cumplir con el Artículo 280. Los apartarrayos y capacitores deben instalarse en envolventes aprobadas para áreas Clase I, División 1. Los capacitores para protección de picos deben ser del tipo diseñado para el servicio específico.

b) Clase I, División 2. Los apartarrayos no deben provocar arcos, tales como el varistor de óxido metálico (VOM) tipo sellado, y los capacitores para protección de picos deben ser del tipo diseñado para ese uso específico. Su instalación y conexión deben cumplir con el Artículo 280. Otros tipos de protección contra sobretensión eléctrica diferentes a los descritos anteriormente, deben instalarse en envolventes aprobadas para áreas Clase I, División 1.

501-18. Circuitos derivados multiconductores. No se permiten en áreas Clase I, División 1, circuitos derivados multiconductores.

Excepción: Cuando el dispositivo de desconexión para el circuito, abre todos los conductores de fase del circuito multiconductor simultáneamente.

ARTICULO 502 - AREAS CLASE II

502-1. Disposiciones generales. Las reglas generales de esta norma se aplican al alambrado y equipo eléctrico en las áreas clasificadas como Clase II en 500-8.

Excepción: Como se modifique en este Artículo.

"A prueba de ignición de polvo" significa en este Artículo: Encerrado de tal manera que no permita la penetración de polvo y que cuando la instalación y su protección estén hechas de acuerdo con lo indicado en esta norma, no permitan tampoco que arcos, chispas o calor generado o liberado dentro de la envolvente cause la ignición de las acumulaciones externas o suspensiones atmosféricas de un polvo específico sobre o en las cercanías de la envolvente.

NOTAS: Para información adicional sobre envolventes a prueba de encendido de polvos, véase apéndice B2.

El equipo instalado en áreas Clase II debe ser capaz de funcionar a su capacidad plena sin desarrollar temperaturas superficiales lo bastante altas para provocar una deshidratación excesiva o una carbonización gradual de cualquier depósito de polvos orgánicos que pueda ocurrir allí.

NOTA: El polvo que es carbonizado o secado en forma excesiva es altamente susceptible a la ignición espontánea.

El equipo y el alambrado del tipo definido en el Artículo 100 como a prueba de explosión, no debe ser requerido y no debe ser aceptado en áreas Clase II, a menos que esté aprobado para esas áreas.

Cuando existan polvos del Grupo E, en áreas Clase II en cantidades peligrosas, se definirán solamente como áreas División 1.

502-2. Transformadores y capacitores

a) Areas Clase II, División 1. En las áreas Clase II, División 1, los transformadores y capacitores deben cumplir con lo siguiente:

1) Cuando contienen líquido que pueda quemarse. Los transformadores y capacitores que contengan líquido combustible deben instalarse solamente en bóvedas aprobadas que cumplan con lo indicado en 450-41 a 450-48 y además cualquiera de los siguientes que puedan aplicarse:

(a) Las puertas u otras comunicaciones abiertas con el área División 1, deben tener puertas contra fuego que se cierren automáticamente a ambos lados de la pared, ajustadas cuidadosamente y dotadas de sellos adecuados (tales como bandas contra la intemperie) para reducir al mínimo la entrada de polvo a la bóveda.

(b) Las aberturas y ductos de ventilación se deben comunicar sólo con el aire exterior, y

(c) Disponer de válvulas adecuadas de descarga de sobrepresión en comunicación con el aire exterior.

2) Cuando no contienen líquido que pueda quemarse. Los transformadores y los capacitores que no contengan líquido combustible deben:

(1) instalarse en bóvedas que cumplan con lo indicado en 450-41 a 450-48, o

(2) ser de un tipo aprobado para áreas Clase II como un ensamble completo, incluyendo sus terminales de conexión para áreas Clase II.

3) Polvos metálicos. Ningún transformador o capacitor deben instalarse en donde puedan estar presentes polvos de magnesio, aluminio, partículas de bronce-aluminio, u otros metales de características peligrosas similares.

b) Clase II, División 2. En las áreas Clase II, División 2, los transformadores y capacitores deben cumplir con lo siguiente:

1) Cuando contienen líquido combustible. Los transformadores y capacitores que contengan un líquido combustible, deben instalarse en bóvedas que cumplan con lo indicado en 450-41 a 450-48.

2) Cuando contienen askarel. Véase 450-25.

3) Transformadores de tipo seco. Los transformadores de tipo seco se deben instalar en bóvedas, o deben tener sus devanados y terminales de conexión encerrados en cajas metálicas herméticas sin ventilación o alguna otra abertura y operar a tensiones eléctricas nominales que no excedan de 600 V.

502-4. Métodos de alambrado. Los métodos de alambrado deben cumplir con lo siguiente:

a) Clase II, División 1. En las áreas Clase II, División I, la instalación debe hacerse con un tubo (conduit) metálico roscado tipo pesado o semipesado o con cable Tipo MI y accesorios terminales aprobados para estas áreas. El cable Tipo MI debe ser instalado y soportado de manera que se eviten esfuerzos en los accesorios.

Excepción: En establecimientos industriales con acceso restringido al público se permite, donde las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que únicamente personal calificado da servicio a las instalaciones, cable tipo MC, aprobado para su uso en áreas Clase II, División 1, con cubierta continua de aluminio corrugado hermético al gas y al vapor, con cubierta exterior de material polimérico adecuada, con conductores para puesta a tierra separados de acuerdo con lo indicado en 250-95, y provisto con accesorios terminales para la aplicación específica.

1) Accesorios y cajas. Los accesorios y cajas deben estar provistos con entradas roscadas para la conexión al tubo (conduit) o a las terminales del cable. Deben tener tapas estrechamente ajustadas, sin aberturas (tales como huecos para tornillos de fijación) a través de las cuales pueda entrar polvo o escapar chispas o material en combustión. Los accesorios y cajas en los que se hacen derivaciones, uniones o conexiones terminales o que se usan en áreas donde haya polvo combustible eléctricamente conductor, deben ser del tipo aprobado para áreas Clase II.

2) Conexiones flexibles. Donde sea necesario emplear conexiones flexibles, se deben usar conectores flexibles herméticos al polvo, tubo (conduit) metálico flexible hermético a los líquidos, con accesorios aprobados o cordón flexible aprobado para uso extra rudo y con accesorios.

Cuando se utilicen cordones flexibles, deben cumplir con lo indicado 502-12. Donde las conexiones flexibles están expuestas a condiciones corrosivas o al aceite, el aislamiento de los cables debe ser de un tipo aprobado para ello, o estar protegido por una cubierta adecuada.

NOTA: Véase 502-16 (b) para requerimientos de puesta a tierra cuando se use tubo (conduit) flexible.

b) Clase II, División 2. En las áreas Clase II, División 2, debe utilizarse tubo (conduit) metálico roscado tipo pesado o semipesado, canalizaciones herméticas al polvo, cable tipo MC o MI con accesorios terminales aprobados o cables tipo PLTC, ITC, en soportes tipo charola para cable, o cables MC, MI o TC en soportes tipo charola, escalera o canal ventilado, en una sola capa con un espacio entre dos cables adyacentes no menor que el diámetro del cable de mayor diámetro.

Excepción 1: en la instalación de circuitos no incendiarios se permite usar cualquiera de los métodos de alambrado para áreas no clasificadas.

Excepción 2: En áreas Clase II División 1, se permite la instalación de cable aprobado Tipo MC sin los requerimientos de espacio arriba mencionados.

1) Canalizaciones, accesorios y cajas. Las canalizaciones metálicas con tapa y los accesorios y cajas en las cuales se realicen derivaciones, uniones o conexiones terminales se deben diseñar para reducir al mínimo la entrada de polvo, y además:

(1) estar provistos de tapas telescópicas o bien ajustadas o de otro medio efectivo para impedir el escape de chispas o material en combustión, y

(2) no tener aberturas (tales como huecos para tornillos de fijación); a través de las cuales puedan escapar chispas o material en combustión después de instalados, o se pueda provocar la ignición de materiales combustibles cercanos.

2) Conexiones flexibles. Cuando sea necesario hacer conexiones flexibles deben aplicarse los requisitos de la Sección 502-4(a)(2) anterior.

502-5. Sellado Clase II, Divisiones 1 y 2. Cuando una canalización comunica a una envolvente que sea a prueba de ignición de polvo con otro que no lo sea, deben tomarse medios adecuados para impedir el paso del polvo a través de la canalización al interior de la envolvente a prueba de ignición de polvo. Uno de los siguientes medios debe emplearse:

- (1) la colocación de un sello permanente y efectivo;
- (2) un tramo horizontal de la canalización de longitud no menor a 3 m, o
- (3) una canalización de longitud no menor a 1,5 m y que baje verticalmente de la envolvente a prueba de ignición de polvo.

Cuando una canalización comunica entre una envolvente que debe ser a prueba de ignición de polvo y una de un área no clasificada, no se requiere de sellos.

Los accesorios del sellado deben ser accesibles.

Los sellos no requieren ser a prueba de explosión.

NOTA: La masilla para el sellado eléctrico es un método de sellado.

502-6 Desconectadores, interruptores automáticos, controladores de motores y fusibles

a) Clase II, División 1. En las áreas Clase II, División 1, los desconectadores, interruptores automáticos, controladores de motores y los fusibles deben cumplir con lo siguiente:

1) Tipo requerido. Los desconectadores, interruptores automáticos, controladores de motores y fusibles, incluyendo los pulsadores, relevadores y dispositivos similares instalados para interrumpir el paso de la corriente eléctrica durante el funcionamiento normal y que se instalen donde pueda haber polvo combustible de naturaleza eléctricamente conductora, deben estar en envoltentes aprobados a prueba de ignición de polvo.

2) Des separadores (de aislamiento). Los des separadores y de desconexión que no tienen fusibles destinados a interrumpir la corriente eléctrica y que no estén instalados donde pueda haber polvos eléctricamente conductores, deben estar dentro de envoltentes metálicas herméticas, diseñadas para reducir al mínimo la entrada de polvo y además deben:

- (1) estar equipados con tapas telescópicas o bien ajustadas, o con otros medios eficaces para impedir el escape de chispas de materiales en combustión, y
- (2) no tener aberturas (tales como huecos para tornillos de fijación) a través de los cuales puedan escaparse después de la instalación chispas o materiales en combustión que puedan encender acumulaciones exteriores de polvo o de materiales combustibles contiguos.

3) Polvos metálicos. En áreas donde pueda haber polvos de magnesio, aluminio, partículas de bronce-aluminio, o de otros metales de características peligrosas similares, los fusibles, los desconectadores, interruptores automáticos y controladores de motores deben estar contenidos en envoltentes aprobadas específicamente para tales áreas.

b) Clase II, División 2. En las áreas Clase II, División 2, los envoltentes para fusibles, desconectadores, interruptores automáticos y controladores de motores, incluyendo pulsadores, relevadores y otros dispositivos similares, deben ser herméticos al polvo.

502-7. Transformadores de control y resistencias

a) Clase II, División 1. En las áreas Clase II, División 1, los transformadores de control, solenoides, bobinas de impedancia y las resistencias, así como cualquier dispositivo de sobrecorriente o mecanismo de desconexión asociado con ellos, deben estar en envoltentes a prueba de ignición de polvo aprobadas para áreas Clase II. No se debe instalar ningún transformador de control, bobina de impedancia o resistencia, en un área donde pueda haber polvo de magnesio, aluminio, partículas de bronce-aluminio o de otros metales de características peligrosas similares, a menos que estén en una envolvente específicamente aprobada para tales áreas.

b) Clase II, División 2. En las áreas Clase II, División 2, los transformadores y las resistencias, deben cumplir con lo siguiente:

1) Mecanismos de desconexión. Los mecanismos de desconexión (incluyendo los dispositivos de sobrecorriente) asociados con transformadores de control, solenoides, bobinas de impedancia y resistencias, deben estar en envoltentes herméticos al polvo.

2) Bobinas y devanados. Los transformadores de control, solenoides y bobinas de impedancia que no estén encerrados en el mismo envoltente que los mecanismos de desconexión, deben estar en envoltentes metálicos herméticos sin orificios de ventilación.

3) Resistencias. Las resistencias y dispositivos con resistencias deben estar en envoltentes a prueba de ignición de polvo aprobados para áreas Clase II.

Excepción: Cuando la temperatura máxima normal de operación de la resistencia no exceda 120 °C, las resistencias no variables, o las resistencias que formen parte de una secuencia de arranque automáticamente programada, pueden tener envoltentes que cumplan con los requisitos de (b)(2) anterior.

502-8. Motores y generadores

a) Clase II, División 1. En las áreas Clase II, División 1, los motores, generadores y demás maquinarias eléctricas rotatorias deben ser:

1) Aprobadas para áreas Clase II, División 1.

2) Totalmente cerrados, ventilados por tubería y cumplir con las limitaciones de temperatura estipuladas en 502-1.

b) Clase II, División 2. En las áreas Clase II, División 2, los motores, generadores y demás maquinarias eléctricas rotatorias deben ser: sin ventilación, totalmente encerrados, totalmente encerrados con tuberías de ventilación, totalmente encerrados enfriados por agua y aire, totalmente encerrados enfriados por ventilador o a prueba de ignición de polvo, para lo cual deben tener una temperatura externa máxima a plena carga de acuerdo con lo indicado en 500-5(f) para operación normal, cuando opere al aire libre (libre de polvo acumulado) y no deben tener aberturas externas.

Excepción: Si se considera que la acumulación de polvo no conductor ni abrasivo es pequeña, y si la maquinaria es de fácil acceso para su limpieza y mantenimiento de rutina, se pueden instalar:

a. Máquinas de tipo normalizado, abiertas, sin contactos deslizantes ni mecanismos centrífugos de desconexión o de otro tipo (incluyendo dispositivos de sobrecorriente, de sobrecarga y sobretemperatura) o dispositivos de resistencia integral.

b. Máquinas normalizadas de tipo abierto con contactos, de mecanismo de desconexión o dispositivos de resistencia encerrados dentro de alojamientos herméticos al polvo sin ventilación u otras aberturas.

c. Motores con autolimpieza para textileras, del tipo de jaula de ardilla.

502-9. Tubería de ventilación. La tubería de ventilación de motores, generadores u otras máquinas eléctricas rotatorias o de envoltentes de equipo eléctrico, deben ser de lámina metálica de espesor no menor a 0,5 mm o de otro material igualmente no combustible y deben cumplir con lo siguiente:

(1) conducir directamente a una fuente de aire limpio fuera del local;

(2) tener rejillas en los extremos exteriores para impedir la entrada de animales pequeños, y

(3) estar protegidos contra daños materiales, contra la oxidación y demás influencias corrosivas.

La tubería de ventilación debe cumplir también con las siguientes condiciones (a) y (b):

a) Clase II, División 1. En las áreas Clase II, División 1, la tubería de ventilación y sus conexiones a los motores o a los envoltentes a prueba de ignición de polvo para otros equipos o aparatos, deben ser herméticos al polvo en toda su longitud. Para tubería metálica, las costuras y uniones deben cumplir con una de las condiciones siguientes:

(1) estar remachadas y soldadas;

(2) estar atornilladas y soldadas;

(3) estar soldadas, o

(4) ser herméticas al polvo por cualquier otro medio igualmente efectivo.

b) Clase II, División 2. En las áreas Clase II, División 2, la tubería de ventilación y sus conexiones deben ser lo suficientemente herméticos como para impedir la entrada de cantidades apreciables de polvo al interior del equipo ventilado o encerrado, así como impedir el escape de chispas, flamas o materiales en combustión que puedan encender las acumulaciones de polvo o materiales combustibles en las cercanías. En la tubería metálica pueden utilizarse costuras de cierre y uniones remachadas o soldadas, y donde se necesite cierta flexibilidad, como en las conexiones a los motores eléctricos, se deben usar uniones deslizantes herméticamente ajustadas.

502-10. Equipo de utilización

a) Clase II, División 1. En las áreas Clase II, División 1, el equipo de utilización debe estar aprobado como equipo para áreas Clase II. Donde pueda haber polvo de magnesio, aluminio, partículas de bronce-aluminio y de otros metales de características peligrosas similares, todo el equipo debe estar aprobado específicamente para tales áreas.

b) Clase II, División 2. En las áreas Clase II, División 2, todo equipo de utilización debe cumplir con lo siguiente:

1) Calefactores. El equipo de utilización calentado eléctricamente debe estar aprobado para las áreas Clase II.

Excepción: El equipo del tablero de calefacción radiante con envolvente metálica debe ser hermético al polvo y marcado de acuerdo con lo establecido en 500-5 (d).

2) Motores. Los motores de equipo de utilización deben cumplir con lo indicado en 502-8(b).

3) Desconectadores, interruptores automáticos y fusibles. Las envolventes para desconectadores, interruptores automáticos y fusibles deben ser herméticas al polvo.

4) Transformadores, solenoides, bobinas de impedancia y resistencias. Los transformadores, solenoides, bobinas de impedancia y resistencias, deben cumplir con lo indicado en 502-7 (b).

502-11. Luminarias. Las luminarias deben cumplir con (a) y (b) siguientes:

a) Clase II, División 1. En las áreas Clase II, División 1, las luminarias fijas y portátiles deben cumplir con lo siguiente:

1) Luminarias aprobadas. Cada luminaria debe estar aprobada para áreas Clase II y tener claramente marcada la potencia máxima de la lámpara para la cual está aprobada, en watts. En las áreas en donde pueda haber polvo de magnesio y aluminio, partículas de bronce-aluminio o de otros metales de similares características peligrosas, las luminarias fijas o portátiles, y su equipo auxiliar deben estar aprobados para el área específica.

2) Daño físico. Cada luminaria debe estar protegida contra daños físicos por medio de una guarda adecuada, o por su propia ubicación.

3) Luminarias colgantes. Las luminarias colgantes deben estar suspendidas por medio de un tramo de tubo (conduit) metálico roscado tipo pesado o semipesado, por cadenas con accesorios aprobados, o por otros dispositivos también aprobados. En tramos de tubo (conduit) de más de 30 cm de longitud, debe añadirse un sistema permanente y efectivo de fijación contra desplazamientos laterales, a un nivel no mayor a 30 cm sobre la parte inferior del tramo de tubo o debe darse la flexibilidad necesaria por medio de un accesorio o conector flexible aprobado para este uso y para el área de montaje, colocado a no más de 30 cm desde el de fijación hasta la caja del accesorio de soporte. Las uniones roscadas deben estar dotadas de tornillos de fijación u otros medios efectivos para evitar que se afloje. Cuando el alambrado ubicado entre la caja o accesorio de salida y la luminaria colgante no vaya en un tubo, debe utilizarse cordón flexible aprobado para uso rudo, y colocar sellos adecuados donde el cordón entra en la luminaria y en la caja de salida o en el accesorio. No debe utilizarse el cordón flexible como medio de soporte de la luminaria.

4) Soportes. Las cajas, ensambles de cajas o accesorios utilizados para soporte de las luminarias deben estar aprobados para áreas Clase II.

b) Clase II, División 2. En las áreas Clase II, División 2, las luminarias deben cumplir con lo siguiente:

1) Equipo portátil de alumbrado. El equipo portátil de alumbrado debe estar aprobado para áreas Clase II y debe estar marcado claramente indicando la potencia máxima de la lámpara, en watts, para la cual está aprobado.

2) Alumbrado fijo. Las luminarias para alumbrado fijo que no son de un tipo aprobado para áreas Clase II, deben estar provistas con envolventes para lámparas y portalámparas, diseñadas para reducir al mínimo el depósito de polvo sobre ellas e impedir el escape de chispas, materiales en combustión o metales calientes. Toda luminaria debe estar claramente marcada para indicar la potencia máxima en watts de la lámpara que puede utilizarse sin que se exceda la temperatura de la superficie expuesta según lo indicado en 500-5(f), bajo condiciones normales de operación.

3) Daño físico. Las luminarias para alumbrado fijo deben estar protegidas contra daño físico con guardas adecuadas o por su propia ubicación.

4) Luminarias colgantes. Las luminarias colgantes deben suspenderse por medio de tramos de tubo (conduit) metálico tipo pesado o semipesado, por cadenas con accesorios aprobados, o por otros dispositivos también aprobados. En tramos de tubo (conduit) de más de 30 cm debe añadirse un sistema permanente y efectivo de fijación contra desplazamientos laterales, a un nivel no mayor a 30 cm sobre la parte inferior del tramo de tubo, o se les debe dar la flexibilidad necesaria por medio de un accesorio o conector flexible aprobado para este uso y para el área de montaje, debe colocarse a no más de 30 cm desde el punto de fijación a la caja o a los accesorios de soporte. Cuando el alambrado entre la caja y los accesorios de salida y la luminaria no vayan dentro de un tubo, debe utilizarse cordón flexible aprobado para uso rudo. No debe utilizarse el cordón flexible como medio de soporte de la luminaria.

5) Lámparas de descarga eléctrica. El equipo de arranque y control de las lámparas de descarga eléctrica debe cumplir con lo indicado en 502-7(b).

502-12. Cordones flexibles, Clase II, Divisiones 1 y 2. Los cordones flexibles utilizados en áreas Clase II deben cumplir con lo siguiente:

(1) ser de un tipo aprobado para uso extra rudo;

Excepción: Cordones flexibles aprobados para uso rudo, como se permite en 502-11(a)(3) y 502-11(b)(4).

(2) contener, además de los conductores de circuito, un conductor de puesta a tierra de acuerdo con lo indicado en 400-23;

(3) estar conectados a las terminales o a los conductores de alimentación de forma apropiada;

(4) estar soportados por abrazaderas u otros medios adecuados, de tal manera que no se ejerzan esfuerzos mecánicos en las terminales de conexión;

(5) estar dotados de los sellos adecuados para impedir la penetración de polvo por los puntos en donde el cordón flexible entra a las cajas o a los accesorios que se requiere que sean a prueba de ignición de polvo.

502-13. Receptáculos y clavijas

a) Clase II, División 1. En las áreas Clase II, División 1, los receptáculos y clavijas deben ser del tipo que provea una conexión para el conductor de puesta a tierra del cordón flexible y deben estar aprobados para áreas Clase II.

b) Clase II, División 2. En las áreas Clase II, División 2, los receptáculos y clavijas deben ser del tipo que provea una conexión para el conductor de puesta a tierra del cordón flexible y deben estar diseñados de tal modo que no puedan hacerse las maniobras de conexión o desconexión del circuito mientras haya partes vivas expuestas.

502-14. Sistemas de señalización, alarma, control remoto y comunicaciones, medidores, instrumentos y relevadores.

NOTA: Véase el Artículo 800 para los requisitos que rigen la instalación de circuitos de comunicaciones.

a) Clase II, División 1. En las áreas Clase II, División 1, los sistemas de señalización, alarma, control remoto y sistemas de comunicaciones, medidores, instrumentos y relevadores deben cumplir con las siguientes condiciones de 502-14(a)(1) hasta 502-14(a)(6):

1) Métodos de alambrado. Los métodos de alambrado deben cumplir con la Sección 502-4(a).

2) Contactos. Los desconectadores, interruptores automáticos, relevadores, contactores, fusibles y los contactos que interrumpen corriente eléctrica de campanas, altavoces y sirenas, así como los demás dispositivos en los cuales puedan producirse chispas o arcos, deben estar encerrados en envoltentes aprobadas para áreas Clase II.

Excepción: Cuando los contactos de apertura estén sumergidos en aceite o cuando la interrupción de la corriente eléctrica se produce dentro de una cámara sellada contra la entrada de polvo, las envoltentes pueden ser del tipo para uso general.

3) Resistencias y equipo similar. Las resistencias, transformadores, bobinas, rectificadores, válvulas termiónicas y demás equipo o aparatos generadores de calor, deben estar encerrados en envoltentes aprobadas para áreas Clase II.

Excepción: Cuando las resistencias o equipo similar estén sumergidos en aceite, o contenidos en una cámara sellada a prueba de entrada de polvo, las envoltentes pueden ser del tipo de uso general.

4) Maquinarias rotatorias. Los motores, generadores y demás maquinarias rotatorias eléctricas deben cumplir con la Sección 502-8(a).

5) Polvos combustibles y eléctricamente conductores. Donde haya polvos combustibles y eléctricamente conductores, todo el alambrado y equipo debe estar aprobado para áreas Clase II.

6) Polvos metálicos. Donde pueda haber polvos de magnesio, aluminio, partículas de bronce- aluminio o de otros metales de características peligrosas similares, todos los aparatos y equipo deben estar aprobados para esas condiciones específicas.

b) Clase II, División 2. En las áreas Clase II, División 2, los sistemas de señalización, alarma, control remoto y sistemas de comunicaciones, medidores, instrumentos y relevadores deben cumplir con las siguientes condiciones de 502-14(b)(1) hasta 502-14(b)(5):

1) Contactos. Las envolventes deben cumplir con lo indicado en 502-14(a)(2) anterior, o los contactos deben estar dentro de envolventes metálicas herméticas diseñadas para reducir al mínimo la entrada de polvo y con tapas telescópicas, o bien tapas apretadas y sin aberturas a través de las cuales, después de instaladas, pudieran salir chispas o materiales encendidos.

Excepción: En los circuitos no inflamables se permite el uso de envolventes de uso general.

2) Transformadores y equipos similares. Los devanados y las terminales de conexión de los transformadores y bobinas deben estar dentro de envolventes metálicas herméticas sin aberturas de ventilación.

3) Resistencias y equipo similar. Las resistencias, dispositivos de resistencia, válvulas termoiónicas, los rectificadores y equipo similar deben cumplir con 502-14(a)(3) anterior.

Excepción: Las envolventes de las válvulas termoiónicas, las resistencias no variables, o rectificadores cuya temperatura máxima de operación no sea mayor de 120 °C, pueden ser del tipo de uso general.

4) Máquinas rotatorias. Los motores, generadores y demás maquinarias eléctricas rotatorias deben cumplir con lo indicado en 502-8(b).

5) Métodos de alambrado. Los métodos de alambrado deben cumplir con lo indicado en 502-4(b).

502-15. Partes vivas, Clase II, Divisiones 1 y 2. Las partes vivas no deben estar expuestas.

502-16. Puesta a tierra, Clase II, Divisiones 1 y 2. El alambrado y equipo deben ponerse a tierra de acuerdo con lo indicado en el Artículo 250 y de acuerdo con las siguientes Secciones 502-16(a) y 502-16(b):

a) Unión. Para propósitos de continuidad no debe dependerse de contactos del tipo tuerca y contratuerca, sino que deben utilizarse puentes de unión con accesorios adecuados u otros medios de unión aprobados. Tales medios de unión se aplican a todas las canalizaciones, accesorios, cajas y envolventes que intervengan en las áreas Clase II desde el punto de puesta a tierra hasta el equipo de acometida, o hasta el punto de puesta a tierra de un sistema derivado separadamente.

Excepción: Los medios específicos de unión deben exigirse únicamente al punto más cercano donde el conductor del circuito puesto a tierra y el conductor de puesta a tierra se conectan juntos del lado de línea del medio de desconexión del edificio como se especifica en 250-24(a), 250-24(b) y 250-24(c), siempre que la protección contra sobrecorriente de los circuitos derivados se localice del lado de la carga de los medios de desconexión.

NOTA: Véase 250-78 para requerimientos adicionales de unión en áreas clasificadas peligrosas.

b) Tipo de conductores de puesta a tierra del equipo. Donde se utilice el tubo (conduit) flexible como se permite en 502-4, éste debe instalarse con puentes de unión internos o externos en forma paralela con cada tubo y cumpliendo con lo establecido en 250-79.

Excepción: En las áreas Clase II, División 2, el puente de unión se puede suprimir cuando se cumplen las siguientes condiciones:

a. Cuando se utilice tubo (conduit) metálico flexible hermético a líquidos aprobado, de 1,8 m o menos de longitud, con accesorios aprobados para puesta a tierra.

b. Cuando la protección contra sobrecorriente en el circuito esté limitada a 10 A o menos.

c. Que la carga no sea carga de potencia (fuerza).

502-17. Protección contra sobretensión, Clase II, Divisiones 1 y 2. Los apartarrayos, incluyendo su instalación y conexión, deben cumplir con el Artículo 280. Además, si están instalados en áreas Clase II, División 1, deben estar en envolventes apropiadas.

Los capacitores para protección contra sobretensión deben ser del tipo diseñado para su uso específico.

502-18. Circuitos derivados multiconductores. En áreas Clase II, División 1, no se permite el uso de circuitos derivados multiconductores.

Excepción: Cuando el dispositivo de desconexión para el circuito abra simultáneamente todos los conductores de fase de un circuito multiconductor.

ARTICULO 503 - AREAS CLASE III

503-1. Generalidades. Las disposiciones generales de esta norma se aplican al alambrado y equipo eléctrico en áreas clasificadas como Clase III en la Sección 500-9.

Excepción: Como lo modifique este Artículo.

El equipo instalado en áreas Clase III debe ser capaz de operar a plena carga sin desarrollar en su superficie una temperatura capaz de causar una deshidratación excesiva o carbonización gradual de fibras o pelusas acumuladas. Los materiales orgánicos carbonizados o excesivamente deshidratados tienen una alta probabilidad de combustión espontánea. La máxima temperatura en la superficie bajo condiciones de operación, no debe exceder de 165°C para equipo no sujeto a sobrecargas, y 120 °C para equipo (tales como motores y transformadores) que puedan sobrecargarse.

NOTA: Para información adicional para montacargas eléctrico, véase el Apéndice B2.

503-2. Transformadores y capacitores, Clase III, Divisiones 1 y 2. Los transformadores y capacitores deben cumplir con lo indicado en la Sección 502-2(b).

503-3. Métodos de alambrado. Los métodos de alambrado deben cumplir con lo indicado en 503-3(a) o 503-3(b) siguientes:

a) Clase III, División 1. En áreas Clase III, División 1, el método de alambrado debe ser tubo (conduit) metálico tipo pesado o semipesado, conductos herméticos al polvo, o cable tipo MC o MI con accesorios terminales aprobados.

1) Cajas y accesorios. Todas las cajas y accesorios deben ser herméticas al polvo.

2) Conexiones flexibles. Donde es necesario emplear conexiones flexibles, deben utilizarse conectores flexibles herméticos al polvo, tubo (conduit) metálico flexible hermético a líquidos con accesorios aprobados, tubo (conduit) no metálico flexible hermético a líquidos con accesorios aprobados, o cordones flexibles conforme lo indicado en 503-10.

NOTA: Véase 503-16(b) para los requisitos de puesta a tierra cuando se utiliza tubo (conduit) flexible.

b) Clase III, División 2. En las áreas Clase III, División 2, el método de alambrado debe cumplir con 503-3(a) anterior.

Excepción: En las secciones, compartimentos, o áreas utilizadas solamente para almacenamiento y que no contengan maquinaria, puede utilizarse alambrado al descubierto sobre aisladores de acuerdo con lo indicado en el Artículo 320, pero solamente a condición de que exista una protección como la requerida en 320-14 cuando los conductores no recorran espacios en el techo y estén lejos de fuentes de daño físico.

503-4. Desconectadores, interruptores automáticos, controladores de motores y fusibles Clase III, Divisiones 1 y 2. Los desconectadores, interruptores automáticos, controladores de motores y fusibles, incluyendo estaciones de botones, relevadores, dispositivos similares, instalados en áreas Clase III, Divisiones 1 y 2, deben estar en envoltentes herméticos al polvo.

503-5. Transformadores de control y resistencias, Clase III, Divisiones 1 y 2. Los transformadores, bobinas de impedancia y resistencias utilizadas como o en conjunto con equipos de control para motores, generadores y otros aparatos deben estar en envoltentes a herméticas al polvo conforme con las limitaciones de temperatura indicadas en 503-1.

503-6. Motores y generadores, clase III, Divisiones 1 y 2. En áreas Clase III, Divisiones 1 y 2, los motores, generadores y otras máquinas rotatorias deben ser totalmente encerradas no ventiladas, totalmente encerradas con tubería de ventilación, o totalmente encerradas enfriadas por ventilador.

Excepción: En áreas donde sólo se dé una moderada acumulación de pelusas sobre, dentro o en la vecindad de una máquina eléctrica rotatoria, y donde dicha máquina sea de fácil acceso para limpieza y mantenimiento de rutina, se permite cualquiera de los siguientes:

a. Motores textiles auto-limpiantes del tipo jaula de ardilla.

b. Motores normales del tipo abierto sin contactos deslizantes u otro tipo de mecanismo de conmutación, incluyendo dispositivos de sobrecarga para el motor.

c. Motores normales del tipo abierto con contactos, tales como mecanismos de conmutación o dispositivos de resistencia encerrados dentro de envoltentes herméticas sin ventilación u otras aberturas.

503-7. Tubería de ventilación, Clase III, Divisiones 1 y 2. La tubería de ventilación para motores, generadores, u otras máquinas rotatorias, o para envoltentes de equipo eléctrico, deben ser de metal con espesor no menor a 0,5 mm o de un material no combustible substancialmente igual, y que cumpla con las condiciones siguientes:

- (1) conducir directamente a una fuente de aire limpio exterior fuera del local;
- (2) tener barreras en los extremos exteriores para impedir el paso de pequeños animales y aves, y
- (3) estar protegidos contra daño físico, oxidación u otras influencias corrosivas.

La tubería de ventilación debe ser suficientemente hermética, incluso sus conexiones, para impedir la entrada de cantidades apreciables de fibras o pelusas dentro de equipo o envoltentes ventilados, e impedir el escape de chispas, flamas o material encendido que pueda incendiar fibras o pelusas de material combustible en la vecindad. Para tubería metálica, se permiten costuras herméticas y uniones remachadas o soldadas; y pueden utilizarse juntas deslizantes ajustadas donde cierta flexibilidad es necesaria, como en las conexiones a los motores.

503-8. Equipo de utilización, Clase III, Divisiones 1 y 2

a) Calefactores. Los equipos de utilización calentados eléctricamente deben ser aprobados para áreas Clase III.

b) Motores. Los motores de accionamiento de los equipos de utilización deben cumplir con lo indicado en 503-6.

c) Desconectadores, interruptores automáticos, controladores de motor y fusibles. Los desconectadores, interruptores automáticos, controladores de motor y fusibles, deben cumplir con lo indicado en 503-4.

503-9. Luminarias Clase III, Divisiones 1 y 2

a) Alumbrado fijo. Las luminarias para alumbrado fijo que no son de un tipo aprobado para áreas Clase III, deben estar provistas con envoltentes para las lámparas y portalámparas, diseñadas para reducir al mínimo la entrada de fibras, pelusas y partículas volátiles, e impedir la salida de chispas, material en combustión o metal caliente. Toda luminaria debe estar claramente marcada para indicar la potencia, en watts de las lámparas que pueden utilizarse sin que se exceda la temperatura de 165 °C en las superficies expuestas bajo condiciones normales de operación.

b) Daño físico. Cada luminaria debe estar protegida contra daños físicos por medio de una guarda adecuada.

c) Luminarias colgantes. Las luminarias colgantes deben estar suspendidas por medio de un tramo de tubo (conduit) metálico roscado tipo pesado o semipesado, o con cadenas con accesorios aprobados. Para tramos de tubo mayores que 30 cm, deben disponerse tirantes permanentes y efectivos para impedir desplazamientos laterales a un nivel no mayor a 30 cm sobre la parte inferior del tramo del tubo, o debe darse la flexibilidad necesaria mediante un accesorio aprobado o conector flexible aprobado para este uso y para el área de montaje, colocado a no más de 30 cm desde el punto de fijación hasta la caja o al accesorio de soporte.

d) Equipo portátil de alumbrado. El equipo portátil de alumbrado debe tener agarraderas y estar protegido con guardas adecuadas. Los portalámparas deben ser del tipo sin desconector, sin preparaciones para recibir clavijas. No deben tener partes metálicas portadoras de corriente eléctrica expuestas, y todas las partes metálicas no portadoras de corriente eléctrica deben estar puestas a tierra. En todos los otros aspectos, el equipo portátil de alumbrado debe cumplir con 503-9(a) anterior.

503-10. Cordones flexibles Clase III, Divisiones 1 y 2. Los cordones flexibles deben cumplir con las condiciones siguientes:

- (1) ser del tipo aprobado para uso extra rudo;
- (2) tener, además de los conductores del circuito, un conductor de puesta a tierra conforme a lo indicado en 400-23;
- (3) estar conectados a terminales o conductores de alimentación de forma apropiada;
- (4) estar soportados por abrazaderas u otros medios adecuados, de tal manera que no se ejerzan esfuerzos mecánicos en las terminales de conexión, y
- (5) estar provistos de medios adecuados para impedir la entrada de fibras, pelusas o partículas volátiles, por los puntos en donde el cordón flexible entra a las cajas o accesorios.

503-11. Receptáculos y clavijas Clase III, Divisiones 1 y 2. Los receptáculos y clavijas deben ser del tipo con conexión de puesta a tierra y estar diseñadas para minimizar la acumulación o entrada de fibras, pelusas o partículas volátiles, e impedir el escape de chispas o partículas fundidas.

Excepción: En áreas donde solamente se dé una moderada acumulación de pelusa sobre, dentro o en la vecindad de un receptáculo, y donde tal receptáculo sea de fácil acceso para limpieza y mantenimiento de rutina, se permite utilizar receptáculos de uso general con conexión de puesta a tierra montados para minimizar la entrada de fibras, pelusas o partículas volátiles.

503-12. Sistemas de señalización, alarma, control remoto y altavoces de intercomunicación clase III, Divisiones 1 y 2. Los sistemas de señalización, alarma, control remoto y altavoces de intercomunicación, deben cumplir con los requisitos del Artículo 503 relativos a métodos de alambrado, desconectores, transformadores, resistencias, motores, luminarias y componentes relacionados.

503-13. Grúas, montacargas y equipo eléctrico similar Clase III, Divisiones 1 y 2. Cuando se instalen para operar sobre fibras combustibles o acumulaciones de las pelusas, las grúas viajeras y montacargas para el manejo de materiales, limpiadoras viajeras para máquinas textiles, y equipo similar, deben cumplir con 503-13(a) hasta 503-13(d) siguientes:

a) Alimentación. Los conductores de contacto de alimentación deben estar aislados de todos los otros sistemas y estar equipados con un detector para tierra aceptable que active una alarma y automáticamente desenergice a los conductores de contacto en caso de una falla a tierra, o que produzca una alarma visual y audible mientras los conductores de contacto estén energizados y la falla a tierra persista.

b) Conductores de contacto. Los conductores de contacto deben ubicarse o resguardarse para ser inaccesibles a personal no calificado y estar protegidos contra contactos accidentales con objetos extraños.

c) Escobillas o colectores de corriente eléctrica. Las escobillas de corriente deben acomodarse o resguardarse para confinar el chisporroteo normal e impedir el escape de chispas o partículas calientes. Para reducir el chisporroteo, deben colocarse dos o más superficies de contacto separadas en cada conductor de contacto. Deben tenerse medios confiables para mantener libres de la acumulación de pelusa o de partículas volátiles a los conductores de contacto y escobillas de corriente.

d) Equipo de control. El equipo de control debe cumplir con lo indicado en 503-4 y 503-5.

503-14. Banco y cargador de baterías Clase III, Divisiones 1 y 2. Los bancos y cargadores de baterías deben localizarse en cuartos separados, contruidos o recubiertos con suficiente material no combustible, diseñados de tal forma que eviten la acumulación en cantidades combustibles de pelusa o partículas volátiles y deben estar adecuadamente ventilados.

503-15. Partes vivas Clase III, Divisiones 1 y 2. No debe haber partes vivas expuestas.

Excepción: Tal como se indica en 503-13.

503-16. Puesta a tierra Clase III, Divisiones 1 y 2. El alambrado y el equipo en las áreas Clase III, Divisiones 1 y 2 debe conectarse a tierra como se especifica en el Artículo 250 y en los requisitos siguientes:

a) Unión. Para propósitos de continuidad no debe dependerse de contactos del tipo tuerca y contratuerca, sino que deben utilizarse puentes de unión con accesorios adecuados u otros medios de unión aprobados. Tales medios de unión se aplican a todas las canalizaciones, accesorios, cajas y envoltentes que intervengan en las áreas Clase III desde el punto de puesta a tierra hasta el equipo de acometida, o hasta el punto de puesta a tierra de un sistema derivado separadamente.

Excepción: Los medios específicos de unión deben exigirse únicamente al punto más cercano donde el conductor del circuito puesto a tierra y el conductor de puesta a tierra se conectan juntos del lado de línea del medio de desconexión del edificio como se especifica en 250-24 (a), (b) y (c), siempre que la protección contra sobrecorriente de los circuitos derivados se localice del lado de la carga de los medios de desconexión.

NOTA 1: Véase 250-78 para requerimientos adicionales de puentado en áreas peligrosas (clasificadas).

b) Tipo de conductores de puesta a tierra de equipo. Donde se utilice el tubo (conduit) flexible como se permite en 503-3, éste debe instalarse con puentes de unión internos o externos en forma paralela con cada tubo y cumpliendo con lo establecido en 250-79.

Excepción: En las áreas Clase III, Divisiones 1 y 2, el puente de unión se puede suprimir cuando se cumplen las siguientes condiciones:

a. Cuando se utilice tubo (conduit) metálico flexible hermético a líquidos, aprobado, de 1,80 m o menos de longitud con accesorios aprobados para puesta a tierra.

b. Cuando la protección contra sobrecorriente en el circuito esté limitada a 10 A o menos.

c. Que la carga no sea carga de potencia (fuerza).

ARTICULO 504 - SISTEMAS INTRINSECAMENTE SEGUROS

504-1. Alcance. Este Artículo cubre la instalación de aparatos, alambrado y aparatos y sistemas intrínsecamente seguros (I.S.), para áreas Clase I, II y III.

NOTA: Para información adicional sobre prácticas de alambrado intrínsecamente seguro en áreas peligrosas (clasificadas), véase el apéndice B2.

504-2. Definiciones. Para propósito de este Artículo se presentan las siguientes definiciones:

Aparatos asociados. Aparatos en los que los circuitos en sí no son necesariamente intrínsecamente seguros, pero que afectan la energía en circuitos intrínsecamente seguros, y de los cuales se depende para mantener la seguridad intrínseca. Los aparatos asociados pueden ser:

a) Aparatos eléctricos que tengan un tipo de protección alterna para uso en áreas peligrosas (clasificadas) apropiadas; o

b) Aparatos eléctricos no protegidos así, los cuales no deben utilizarse dentro de un área peligrosa (clasificada).

NOTA 1: Los aparatos asociados tienen conexiones identificadas intrínsecamente seguras para aparatos intrínsecamente seguros, y también pueden tener conexiones para aparatos no intrínsecamente seguros.

NOTA 2: Un ejemplo de aparato asociado es una barrera intrínsecamente segura, la cual es una red diseñada para limitar la energía (corriente y tensión eléctricas), disponible para circuito protegido en áreas peligrosas (clasificadas), bajo condiciones especificadas de falla.

Aparato intrínsecamente seguro. Aparato en el cual todos los circuitos son intrínsecamente seguros.

Aparato simple. Un dispositivo que no genera ni almacena más de 1,2 V, 0,1 A, 25 mW o 20 μ J.

NOTA: Algunos ejemplos son: desconectores, termopares, diodos emisores de luz, conectores y dispositivos de control de temperatura por resistencia (RTD).

Circuito intrínsecamente seguro. Circuito en el cual cualquier chispa o efecto térmico es incapaz de causar la ignición de una mezcla de material combustible o inflamable en aire bajo condiciones prescritas de prueba.

NOTA: Para información adicional sobre métodos de prueba para aparatos intrínsecamente seguros y aparatos asociados para Clase I, II y III, División 1, véase apéndice B2.

Circuitos intrínsecamente seguros diferentes. Circuitos intrínsecamente seguros diferentes, son circuitos intrínsecamente seguros en los cuales las distintas conexiones posibles que tienen no han sido evaluadas y aprobadas como intrínsecamente seguras.

Diagrama de control. Es un diagrama o documento proporcionado por el fabricante del aparato intrínsecamente seguro o asociado, que detalla las conexiones permitidas entre los aparatos intrínsecamente seguros y los asociados.

Sistema intrínsecamente seguro. Son ensambles de conexión de aparatos intrínsecamente seguros interconectados, aparatos asociados y cables de conexión en los que aquellas partes del sistema que puedan ser utilizadas en un área peligrosa (clasificada), son circuitos intrínsecamente seguros.

NOTA: Un sistema intrínsecamente seguro puede incluir más de un circuito intrínsecamente seguro.

504-3. Aplicación de otros Artículos. A excepción de lo modificado por este Artículo, todos los Artículos aplicables de esta norma deben cumplirse.

504-4. Equipo aprobado. Todo aparato intrínsecamente seguro y aparatos asociados deben estar aprobados.

Excepción: Un aparato simple, como se describe en el diagrama de control, no requiere estar aprobado.

504-10. Instalación de equipo

a) **Diagrama de control.** Los aparatos intrínsecamente seguros, aparatos asociados y otros equipos, deben instalarse de acuerdo con lo indicado en los diagramas de control.

Excepción: Un aparato simple que no interconecta circuitos intrínsecamente seguros.

NOTA: La identificación del diagrama de control está marcada sobre el aparato.

b) Ubicación. Los aparatos intrínsecamente seguros y aparatos asociados pueden instalarse en cualquier área peligrosa (clasificada) para la cual han sido aprobados. Se permite el uso de envoltorios de usos generales para aparatos intrínsecamente seguros.

Debe permitirse la instalación de los aparatos asociados en áreas peligrosas (clasificadas) para las cuales se han identificado o si se protegen por otros medios permitidos en los Artículos 501 a 503 y 505.

504-20. Métodos de alambrado. Se permite instalar aparatos intrínsecamente seguros y su alambrado, utilizando cualquiera de los métodos de alambrado adecuados para áreas no clasificadas, incluyendo los Capítulos 7 y 8. La aplicación de sellos debe ser como se indica en 504-70, y la separación debe ser como la indicada en 504-30.

504-30. Separación de conductores intrínsecamente seguros

a) De conductores de circuitos no intrínsecamente seguros

1) Alambrado al descubierto. Los conductores y cables de circuitos intrínsecamente seguros que no estén en canalizaciones o en soportes tipo charola para cables, deben estar separados al menos 50 mm y asegurados de los conductores y cables de cualquier circuito no intrínsecamente seguro.

Excepción: Donde: (1) todos los conductores de circuitos intrínsecamente seguros sean del tipo MC o MI; o (2) todos los conductores del circuito no intrínsecamente seguros estén en canalizaciones o sean cables del tipo MC o MI, donde la cubierta metálica sea capaz de llevar la corriente eléctrica de falla a tierra.

2) En canalizaciones, soportes tipo charola para cables y cables. Los conductores de circuitos intrínsecamente seguros no deben colocarse en canalizaciones, soportes tipo charola o cables con conductores que sean de circuito no intrínsecamente seguros.

Excepción 1: Cuando los conductores de circuitos intrínsecamente seguros estén separados de los conductores de circuitos no intrínsecamente seguros por una distancia de al menos 50 mm y asegurados, o mediante una división metálica puesta a tierra o mediante una división de aislamiento adecuado.

NOTA: Divisiones de lámina metálica de 0,90 mm de espesor o mayores, se consideran normalmente aceptables.

Excepción 2: Cuando: (1) todos los conductores de circuitos intrínsecamente seguros o (2) todos los conductores de circuitos no intrínsecamente seguros estén en cables con cubierta o forro metálico puesta a tierra, donde esos elementos metálicos sean capaces de transportar la corriente eléctrica de falla a tierra.

NOTA: Los cables que cumplen con los requisitos indicados en los Artículos 330 y 334 son típicos de aquéllos considerados aceptables.

3) Dentro de envoltorios

a. Los conductores de circuitos intrínsecamente seguros deben separarse al menos 50 mm de los conductores de cualquier circuito no intrínsecamente seguro, o como se especifica en 504-30(a)(2).

b. Todos los conductores deben asegurarse de tal forma que cualquier conductor que pudiera aflojarse de una terminal no pueda entrar en contacto con otra terminal.

NOTA 1: El uso de compartimentos separados de alambrado para terminales intrínseca y no intrínsecamente seguras, es el método preferido para cumplir con este requisito.

NOTA 2: Las barreras físicas tales como divisiones metálicas puestas a tierra, o de divisiones de aislamiento adecuadas, o ductos de alambrado de acceso restringido, separados de otros ductos por al menos 19 mm, pueden ser utilizados para ayudar a asegurar la separación requerida del alambrado.

b) De conductores de circuitos intrínsecamente seguros diferentes. Los circuitos intrínsecamente seguros diferentes deben estar en cables separados, o deben estar separados entre sí por cualquiera de los siguientes medios:

1) Que los conductores de cada circuito estén dentro de una pantalla metálica puesta a tierra.

2) Que los conductores de cada circuito tengan un aislamiento con un espesor mínimo de 0,25 mm.

Excepción: A menos que cualquier otro medio sea aprobado.

504-50. Puesta a tierra

a) Aparatos intrínsecamente seguros, aparatos asociados y canalizaciones. Deben ponerse a tierra, los aparatos intrínsecamente seguros, aparatos asociados, pantallas metálicas, envoltentes y canalizaciones, si son metálicos.

Nota: Puede ser necesaria una unión suplementaria al electrodo de puesta a tierra para algunos aparatos asociados, por ejemplo, diodos de barrera zener, si se especifica en el diagrama de control.

b) Conexión al electrodo de puesta a tierra. Cuando se requiera la conexión a un electrodo de puesta a tierra, este electrodo debe ajustarse a las especificaciones indicadas en 250-81(a), (b), (c), (d) y debe cumplir con lo indicado en 250-26(c). No se deben aplicar las especificaciones de la Sección 250-83 si están disponibles los electrodos especificados en la Sección 250-81.

c) Pantallas. Cuando se utilicen conductores o cables con pantallas, éstas deben estar puestas a tierra.

Excepción: Cuando la pantalla es parte de un circuito intrínsecamente seguro.

504-60. Unión.

a) Áreas peligrosas. En áreas peligrosas (clasificadas), los aparatos intrínsecamente seguros deben estar conectadas a tierra en el área peligrosa (clasificada) de acuerdo con lo indicado en 250-78.

b) Áreas no peligrosas. En áreas no peligrosas, donde se utilicen canalizaciones metálicas para alambrado de sistemas intrínsecamente seguros en áreas peligrosas, los aparatos asociados deben estar conectados a tierra de acuerdo con lo indicado en 501-16(a), 502-16(a), 503-16(a) o 505-25 según sea aplicable.

504-70. Sellado. Los cables y tubo (conduit) que deban sellarse de acuerdo con lo indicado en 501-5 y 502-5, deben sellarse para reducir al mínimo el paso de gases, vapores y polvos. Tales sellos no requieren ser a prueba de explosión o a prueba de flama.

Excepción: No se requieren sellos para envoltentes que contengan únicamente aparatos intrínsecamente seguros, excepto por lo requerido en 501-5(f)(3).

504-80. Identificación. Las etiquetas requeridas por esta Sección deben ser adecuadas para el ambiente donde se instalen, considerando la exposición a productos químicos y a la luz solar.

a) Terminales. Los circuitos intrínsecamente seguros deben identificarse en las terminales y empalmes, de modo que se evite la interferencia no intencional con los circuitos durante las pruebas y mantenimiento.

b) Alambrado. Las canalizaciones, soportes tipo charola para cables, y el alambrado al descubierto para sistemas intrínsecamente seguros, deben identificarse con etiquetas permanentemente adheridas con la leyenda "Alambrado intrínsecamente seguro" o su equivalente. Las etiquetas deben estar ubicadas de modo que sean visibles después de la instalación y colocadas de tal manera que puedan ser fácilmente localizadas a todo lo largo de la instalación. El espaciamiento entre las etiquetas no debe ser mayor a 7,5 m.

Excepción: Se permite identificar los circuitos subterráneos, cuando estén accesibles tras emerger del suelo.

NOTA 1: Los métodos de alambrado permitidos en áreas no peligrosas pueden utilizarse para sistemas intrínsecamente seguros en áreas clasificadas como peligrosas. Sin etiquetas que identifiquen la aplicación del alambrado, no se puede determinar si la instalación cumple con esta norma.

NOTA 2: En áreas no peligrosas, la identificación es necesaria para evitar que en un futuro, el alambrado no intrínsecamente seguro, se adicione inadvertidamente a canalizaciones existentes.

c) Código de color. Se permite el uso de un código de color para identificar a los conductores intrínsecamente seguros cuando sean de color azul claro, siempre y cuando no se utilicen otros conductores con este mismo color. Asimismo, debe permitirse el código de color para identificar a las canalizaciones, soportes tipo charola para cables y cajas registro de empalme, cuando estén coloreados de color azul claro y contengan únicamente alambrado intrínsecamente seguro.

ARTICULO 505 - AREAS CLASE I, ZONAS 0, 1 Y 2

505-1. Alcance. Este Artículo cubre los requisitos para el sistema de clasificación por zonas, como una alternativa al sistema de clasificación por divisiones tratado en el Artículo 500, para equipo eléctrico y electrónico y alambrado en todas las tensiones en áreas clasificadas como peligrosas de Clase I, Zona 0, Zona 1 y Zona 2, en donde puede existir riesgo de explosión debido a la presencia de gases, vapores o líquidos inflamables.

Nota: Véase los Artículos 500 a 504 para los requisitos de equipo eléctrico y electrónico y alambrado para todas las tensiones en áreas clasificadas como peligrosas de Clase I, Divisiones 1 ó 2; Clase II, Divisiones 1 ó 2; y Clase III, Divisiones 1 ó 2, en donde puede existir riesgo de explosión debido a la presencia de gases, vapores o líquidos inflamables, polvos o fibras combustibles.

505-2. Otros Artículos. Todas las demás reglas aplicables contenidas en esta norma deben aplicarse al alambrado y equipo eléctrico instalados en áreas clasificadas como peligrosas.

Excepción. Lo modificado por este Artículo y por el Artículo 504.

505-3 Áreas y requisitos generales.

(a) Clasificación de áreas. Las áreas deben clasificarse dependiendo de las propiedades de los vapores, gases o líquidos inflamables que pueden estar presentes y de la posibilidad de que esté presente una concentración o cantidad inflamable o combustible. Donde solamente se usan o manipulan materiales pirofóricos, estas áreas no deben ser clasificadas.

Cada cuarto, sección o superficie debe considerarse individualmente para determinar su clasificación.

NOTA 1: Véase la Sección 505-6 para las restricciones sobre clasificación de áreas.

NOTA 2: Aplicando el ingenio en el diseño de las instalaciones eléctricas de las áreas peligrosas (clasificadas), con frecuencia puede ubicarse la mayor parte de los aparatos en áreas menos peligrosas o no peligrosas, y así reducir el número de equipos especiales necesarios.

(b) Roscado. Todos los tubos (conduits) roscados de los que trata esta Sección deben tener rosca normalizada NPT hecha con dado de tarraja que produzca una conicidad de 1 a 16 (0,625 mm por cada centímetro). Estos tubos (conduits) deben apretarse firmemente con llave para evitar las chispas cuando a través del sistema de tubos (conduits) fluya una corriente de falla y asegurar la integridad a prueba de explosiones o llamas del sistema de tubo (conduit), donde sea aplicable. El equipo provisto de entradas roscadas para conexiones de alambrado en sitio se debe instalar de acuerdo con los siguientes (1) o (2):

(1) Equipo dotado con entradas roscadas para accesorios o tubo (conduit) con rosca NPT. Para equipos provistos con entradas roscadas para tubo (conduit) o accesorios con roscas tipo NPT se debe utilizar tubo (conduit), accesorios para tubo (conduit) o accesorios para cables, todos ellos aprobados.

(2) Equipo dotado con entradas roscadas para accesorios o tubo (conduit) con rosca métrica. Para estos equipos las entradas se deben identificar como métricas, o se deben suministrar con el equipo adaptadores aprobados para permitir la conexión a tubo (conduit) o accesorios con rosca NPT. Para la conexión a tubo (conduit) o accesorios con rosca NPT, se deben usar adaptadores. Se permitirá usar accesorios para cable aprobados que tengan rosca métrica.

NOTA: Para información adicional del roscado para las entradas de roscas métricas, véase el apéndice B2.

505-4 Técnicas de protección. A continuación se indican las técnicas de protección aceptables para los equipos eléctricos y electrónicos instalados en áreas peligrosas (clasificadas).

NOTA: Para información adicional sobre aparatos para uso en áreas Clase I, Zona 0, 1, véase el Apéndice B2.

(a) A prueba de flama "d". Se permitirá aplicar esta técnica de protección a los equipos instalados en áreas Clase I, Zona 1 para los cuales estén aprobados.

NOTA: La prueba de flama es un tipo de protección de equipo eléctrico en el cual la envolvente soportará sin sufrir daño y sin causar ignición, una explosión interna de una mezcla inflamable que ha penetrado a su interior a través de cualquier junta o abertura estructural en la envolvente, de una atmósfera explosiva externa compuesta de uno o más gases o vapores para los cuales se ha diseñado.

NOTA: Para información adicional para aparatos utilizados en áreas Clase I, Zona 1 y 2, véase el Apéndice B2.

(b) Purgado y presurizado. Se permite aplicar esta técnica de protección a los equipos instalados en áreas Clase I Zonas 1 ó 2 para los cuales estén aprobados.

NOTA 1: En algunos casos los riesgos se pueden reducir, o las áreas (clasificadas) peligrosas se pueden limitar o eliminar, mediante una adecuada ventilación con presión positiva desde una fuente de aire limpio, junto con otros medios de seguridad eficaces en caso de que la ventilación falle.

NOTA 3: El presurizado "p" es un tipo de protección de equipo eléctrico que utiliza la técnica de protección contra el ingreso de atmósferas externas, que pueden llegar a ser explosivas, dentro de un encerramiento, manteniendo un gas de protección en su interior a una presión superior a la de la atmósfera externa.

NOTA: Para información adicional sobre aparatos para atmósferas con gases explosivos, tipo de protección "p", véase el Apéndice B2.

(c) Seguridad intrínseca. Se permitirá aplicar esta técnica de protección a los equipos instalados en áreas Clase I Zonas 0 ó 1 para los cuales estén aprobados.

NOTA 1: La Seguridad Intrínseca se designa como tipo de protección "ia " por la normativa internacional para uso en áreas de Zona 0. La Seguridad Intrínseca se designa como tipo de protección "ib " por la normativa internacional para uso en áreas de Zona 1.

NOTA: Para información adicional sobre aparatos para atmósferas con gases explosivos, intrínsecamente seguros "i", véase el Apéndice B2.

NOTA 3: Un aparato asociado intrínsecamente seguro, designado como [ia] o [ib], se conecta a un equipo intrínsecamente seguro ("ia " o "ib" respectivamente), pero se ubica fuera del área (clasificada) peligrosa a menos que también esté protegido por otro tipo de protección (como por ejemplo a prueba de flama).

(d) Tipo de Protección "n". Se permite aplicar esta técnica de protección a equipos instalados en áreas Clase I Zona 2 para los cuales aquéllos estén aprobados. El tipo de protección "n," también se subdivide en nA, nC y nR.

NOTA 1: Véase la Tabla 505-10(b)1 para la descripción de las subdivisiones del tipo de protección "n".

NOTA 2: El tipo de protección "n" es un tipo de protección aplicada a equipo eléctrico tal que, en operación normal, el equipo eléctrico no tenga capacidad para encender una atmósfera explosiva de gas circundante y no haya posibilidad de que ocurra una falla capaz de causar ignición.

NOTA: Para información adicional sobre aparatos para atmósferas con gases explosivos, tipo de protección "n", véase el Apéndice B2.

(e) Inmersión en aceite "o". Se permite aplicar esta técnica de protección a equipos en áreas Clase I Zona 1 para los cuales estén aprobados.

NOTA 1: La inmersión en aceite es un tipo de protección en la cual el equipo eléctrico o partes de él, están sumergidos en un líquido de protección de manera tal que una atmósfera explosiva, que pueda estar sobre el líquido o fuera de la envolvente, no se pueda encender.

NOTA: Para información adicional sobre aparatos para uso en áreas Clase I, Zona 1, tipo de protección inmersión en aceite "o", véase el Apéndice B2.

(f) Seguridad aumentada "e". Se permite aplicar esta técnica de protección a equipos en áreas Clase I Zona 1 para los cuales estén aprobados.

NOTA 1: La seguridad aumentada es un tipo de protección aplicada a equipo eléctrico que no produce arcos o chispas en servicio normal y bajo condiciones anormales específicas, en el cual se aplican medidas adicionales para incrementar la seguridad contra la posibilidad de temperaturas excesivas y de la ocurrencia de arcos y chispas.

NOTA: Para información adicional sobre aparatos para uso en áreas Clase I, Zona 1, tipo de protección seguridad aumentada "e", véase el Apéndice B2.

(g) Encapsulado "m". Se permite aplicar esta técnica de protección a equipos en áreas Clase I Zona 1 para los cuales estén aprobados.

NOTA 1: El **encapsulado** es un tipo de protección en el cual las partes que podrían encender una atmósfera explosiva, tanto por chispa como por calentamiento, están encapsuladas en un compuesto, de modo tal que esta atmósfera explosiva no pueda ser encendida.

NOTA: Para información adicional sobre aparatos para uso en áreas Clase I, Zona 1, tipo de protección encapsulado "m", véase el Apéndice B2.

(h) Relleno con polvo "q". Se permite aplicar esta técnica de protección a equipos en áreas Clase I Zona 1 para los cuales estén aprobados.

NOTA 1: El relleno con polvo es un tipo de protección en el cual las partes capaces de encender una atmósfera explosiva están fijas en una posición y completamente rodeadas por un material de relleno (polvo de vidrio o cuarzo) para evitar el encendido de una atmósfera explosiva externa.

NOTA: Para información adicional sobre aparatos para uso en áreas Clase I, Zona 1, tipo de protección relleno con polvo "q", véase el Apéndice B2.

505-5 Referencias.

NOTA 1: Para la evaluación de la conformidad de esta norma los evaluadores deben estar familiarizados con la experiencia de la industria y con las normas aplicables a la clasificación de las distintas áreas, a la determinación de la ventilación adecuada y a la protección contra los riesgos producidos por la electricidad estática y los rayos.

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 B2.

505-6 Precaución especial. El Artículo 505 exige una construcción e instalación de los equipos que garanticen un desempeño seguro bajo condiciones apropiadas de uso y mantenimiento.

Nota 1: Es importante que la unidad de verificación y los usuarios presten mayor atención de la usual con respecto a la instalación y mantenimiento del equipo eléctrico en áreas (clasificadas) peligrosas.

NOTA 2: Las bajas condiciones ambientales requieren consideración especial. El equipo eléctrico que depende de las técnicas de protección descritas en la Sección 505- 4(a), es posible que no sea adecuado para uso a temperaturas inferiores a -20°C, a menos que esté aprobado para uso a esas bajas temperaturas. No obstante, es posible que a bajas temperaturas del ambiente no se produzcan concentraciones inflamables de vapores en áreas Clase I Zonas 0, 1 ó 2 a temperatura ambiente normal.

(a) Supervisión de trabajos. La clasificación de superficies, selección de equipos y métodos de alambrado deben estar bajo la supervisión de una persona calificada.

(b) Clasificación dual. En casos de superficies dentro de la misma instalación clasificada separadamente, se permite que las áreas Clase I Zona 2, lindén, pero no se traslapen, con áreas Clase I, División 2. Las áreas Clase I Zonas 0 o 1 no deben lindar con áreas Clase I Divisiones 1 ó 2.

(c) Reclasificación permitida. Se permite que un área Clase I Divisiones 1 ó 2 se reclasifique como área Clase I Zona 0, 1 o 2, siempre y cuando todo el espacio que está clasificado debido a la presencia de una fuente de un solo gas o vapor inflamable sea reclasificado bajo los requisitos de este Artículo.

505-7. Agrupación y clasificación. Para efectos de las pruebas, aprobación y clasificación por áreas, las distintas mezclas de aire (en atmósferas no enriquecidas con oxígeno) se deben agrupar como se indica en (a), (b) y (c) a continuación:

Nota 1: El Grupo I está destinado para uso en tipos de atmósferas que contienen grisú (una mezcla de gases, compuesta principalmente por metano, que se encuentra bajo tierra, usualmente en minas). Esta norma no se aplica a instalaciones subterráneas en minas. Véase 1. Objetivo y Campo de Aplicación de esta norma.

El Grupo II se debe subdividir en los subgrupos IIC, IIB y IIA, como se indica en los literales (a) (b) y (c), de acuerdo con la naturaleza del gas o vapor, para técnicas de protección "d," "ia," "ib," "[ia]," e "[ib]," y, donde sea aplicable, "n" y "o".

Nota 2: La subdivisión de gas y vapor como se describe anteriormente se basa en la distancia segura experimental máxima, en la corriente de ignición mínima o en ambas.

Nota 3: Para información adicional sobre el equipo de pruebas para determinar la distancia segura experimental máxima; así como para la clasificación de gases o vapores de acuerdo con su distancia segura experimental máxima y corriente de ignición mínima; véase el Apéndice B2.

Nota 4: La verificación del equipo eléctrico que utiliza técnicas de protección "e," "m," "p," y "q," debido a la técnica de diseño, no requiere ensayos que involucren la distancia segura experimental máxima, o la corriente de ignición mínima. Por tanto, no se requiere subdividir el Grupo II para estas técnicas de protección.

NOTA 5: Es necesario que los significados de los diferentes marcados de equipos y la clasificación del Grupo II se observen cuidadosamente para evitar confusión con la Clase I, Divisiones 1 y 2, Grupos A, B, C y D.

(a) Grupo IIC. Atmósferas que contienen acetileno, hidrógeno o gases inflamables o vapores producidos por líquidos inflamables o vapores producidos por líquidos combustibles mezclados con aire, que pueden arder o explotar, que tienen una distancia segura experimental máxima menor o igual a 0,50 mm, o una relación de corriente de ignición mínima menor o igual a 0,45.

Nota: Este grupo IIC equivale a una combinación de Clase I Grupo A y Clase I Grupo B, como se describió en las Secciones 500-5(a)(1) y (a)(2).

(b) Grupo IIB. Atmósferas que contienen acetaldehído, etileno o gases inflamables, vapores producidos por líquidos inflamables, o vapores producidos por líquidos combustibles mezclados con aire, que pueden arder o explotar, que poseen una distancia segura experimental máxima mayor de 0,50 mm y menor o igual a 0,90 mm, o una relación de corriente de ignición mínima mayor de 0,45 y menor o igual que 0,80.

Nota: Este grupo IIB equivale al Grupo C de la Clase I, como se ha descrito en la Sección 500-5(a)(3).

(c) Grupo IIA. Atmósferas que contienen acetona, amoníaco, alcohol etílico, gasolina, metano, propano o gases inflamables, vapores producidos por líquidos inflamables, o vapores producidos por líquidos combustibles mezclados con aire, que pueden arder o explotar, que tengan una distancia segura experimental máxima superior a 0,90 mm o una relación de corriente de ignición mínima mayor de 0,80.

Nota: Este grupo IIA equivale al Grupo D de la Clase I, como se ha descrito en la Sección 500-5(a)(4).

(d) Otros. Se permite que el equipo se apruebe para un gas o vapor específico, mezclas específicas de gases o vapores, o cualquier combinación específica de gases o vapores.

Nota: Un ejemplo común es el equipo marcado para "IIB + H₂".

505-8 Temperatura de Clase I. El marcado de temperatura especificado en la Sección 505-10(b) no debe exceder de la temperatura de ignición del gas o vapor específico que se pueda encontrar.

Nota: Para información adicional relacionada con las temperaturas de ignición de gases y vapores, véase el Apéndice B2.

505-9. Clasificación por zonas. La clasificación por zonas debe cumplir con lo siguiente:

(a) Clase I Zona 0. Un área Clase I Zona 0 es un área donde:

- (1) Están presentes continuamente concentraciones de gases o vapores inflamables; o
- (2) Están presentes durante largos períodos de tiempo concentraciones de gases o vapores inflamables.

NOTA 1: Para información adicional para obtener orientación para determinar cuándo hay presencia de gases o vapores inflamables, continuamente o por largos períodos de tiempo, véase el Apéndice B2.

NOTA 2: Esta clasificación incluye el interior de tanques o recipientes ventilados que contengan líquidos inflamables volátiles; el interior de cabinas para procesos de rociado o recubrimiento mal ventilados, en los que se utilicen disolventes volátiles inflamables; la parte entre el exterior y el interior del techo de un tanque de techo flotante que contenga líquidos volátiles inflamables; el interior de recipientes, fosas y tanques abiertos que contengan líquidos volátiles inflamables; el interior de un ducto de escape que se utiliza para ventilar concentraciones inflamables de gases o vapores; y el interior de cabinas mal ventiladas que contengan normalmente instrumentos de venteo para el uso o análisis de fluidos inflamables y ventilados al interior de cabinas.

NOTA 3: No se recomienda instalar equipos eléctricos en áreas de la Zona 0, excepto cuando el equipo sea esencial para el proceso o cuando no sean viables otras áreas [véase la Sección 505-3(a) NOTA 2 500-2]. Si fuera necesario instalar sistemas eléctricos en lugares de Zona 0, se recomienda instalar sistemas intrínsecamente seguros como los descritos en el Artículo 504.

(b) Clase I Zona 1. Un área de Clase I Zona 1 es un área:

- (1) En la que es probable que haya concentraciones de gases o vapores inflamables en condiciones normales de operación, o
- (2) En la que frecuentemente puede haber concentraciones de gases o vapores inflamables debido a operaciones de reparación o mantenimiento, o por fugas, o
- (3) En la que se opera equipo o se llevan a cabo procesos de tal naturaleza que la avería u operación defectuosa del equipo podría producir la liberación de concentraciones combustibles de gases o vapores inflamables y causar además la falla simultánea de los equipos eléctricos, que pueden hacer que el equipo eléctrico se convierta en fuente de ignición, o

(4) Que es adyacente a un área Clase I, Zona 0, desde la que podrían trasladarse concentraciones inflamables de vapores, excepto si ese traslado se evita mediante una ventilación forzada (de presión positiva) adecuada desde una fuente de aire limpio y se suministran medios eficaces de protección contra fallas de la ventilación.

NOTA 1: Se consideran como operaciones normales las situaciones en que el equipo de planta opera dentro de sus parámetros de diseño. Las fugas menores de materiales inflamables pueden ser parte de operaciones normales. Las fugas menores incluyen aquellas provenientes de los empaques o sellos mecánicos de las bombas. No se consideran como operaciones normales las fallas que involucran reparación o parada total (como las rupturas de los asientos de las bombas y empaques de las bridas y los derrames producidos por accidentes).

NOTA 2: Esta clasificación incluye normalmente las áreas en las que se traspasan líquidos volátiles inflamables o gases licuados inflamables de un recipiente a otro. Las áreas cercanas a las operaciones de aplicación por rociado y pintura, en las que se utilizan disolventes inflamables; los compartimientos o salas de secado adecuadamente ventilados en los que se evaporan disolventes inflamables; los lugares adecuadamente ventilados que contengan equipo de extracción de grasas y aceites que utilicen disolventes volátiles inflamables; las áreas de las plantas de limpieza y tintado que utilizan líquidos inflamables volátiles; los cuartos de generadores a gas ventilados adecuadamente, y otras áreas de las plantas de producción de gas en las que se puedan producir fugas de gases inflamables; los cuartos de bombas de gases inflamables o líquidos volátiles inflamables que estén inadecuadamente ventilados; el interior de refrigeradores y congeladores en los que se guardan materiales inflamables volátiles en recipientes abiertos, ligeramente tapados o que se puedan romper fácilmente; y todos los demás lugares donde exista la probabilidad de que se produzcan concentraciones combustibles de vapores o gases inflamables durante su operación normal, pero no clasificados como Zona 0.

(c) Clase I Zona 2. Un área de Clase I Zona 2 es un área:

(1) En la que no es probable que haya concentraciones de gases o vapores inflamables en condiciones de operación normales y, si las hay, será durante un corto período de tiempo, o

(2) En la que se manipulan, procesan o utilizan líquidos inflamables volátiles, gases inflamables o vapores inflamables, pero en el cual los líquidos, gases o vapores están normalmente guardados dentro de recipientes cerrados de sistemas cerrados de los que sólo pueden escapar como resultado de una rotura o avería accidental del recipiente o sistema, o como consecuencia de la operación anormal del equipo con el cual los líquidos o gases se manipulan, procesan o utilizan, o

(3) En la que normalmente las concentraciones de gases o vapores inflamables se evitan mediante ventilación mecánica forzada pero que pueden resultar peligrosas como consecuencia de la falla o funcionamiento anormal del equipo de ventilación, o

(4) Que está adyacente a un área Clase I, Zona 1 desde el que podrían trasladarse concentraciones de gases o vapores inflamables, a menos que ese traslado se evite mediante una ventilación forzada de presión positiva adecuada desde una fuente de aire limpio y dotada de medios de protección eficaces contra fallas de la ventilación.

NOTA: La clasificación de la Zona 2 incluye normalmente las áreas donde se utilizan líquidos volátiles inflamables, gases o vapores inflamables pero que resultarían peligrosos sólo en caso de accidente o de alguna condición de operación inusual.

505-10. Aprobado, marcado y documentación.

(a) Aprobado. Se permite utilizar un equipo aprobado para la Zona 0 en la Zona 1 o Zona 2 para el mismo gas o vapor. Se permite que el equipo que esté aprobado para uso en un área de Zona 1 se utilice en un área de Zona 2 para el mismo gas o vapor.

(b) Marcado. Los equipos se deben marcar como se indica en (1) y (2) a continuación:

(1) Equipo por división. Se permite que el equipo aprobado para Clase I, División 1 o Clase I, División 2, además de estar marcado de acuerdo con la Sección 500-5(d), esté marcado con la siguiente información:

(a) Clase I, Zona 1 o Clase I, Zona 2 (según sea aplicable), y

(b) Grupo(s) de clasificación de gas aplicable, de acuerdo con la Tabla 505-10(b)(2), y

(c) Clasificación de temperatura de acuerdo con la Sección 505-10(b)(3).

TABLA 505-10(b)(1).- Designación de tipos de protección

Designación	Técnica	Zona*
d	Envoltente a prueba de flama	1
e	Seguridad incrementada	1
ia	Seguridad intrínseca	0
ib	Seguridad intrínseca	1
[ia]	Aparatos asociados intrínsecamente seguros	No peligrosa
[ib]	Aparatos asociados intrínsecamente seguros	No peligrosa
m	Encapsulado	1
nA	Equipos que no producen chispas	2
nC	Equipos que producen chispa en los cuales los contactos están protegidos adecuadamente, diferentes de los envoltentes con respiración restringida	2
nR	Envoltentes con respiración restringida	2
o	Inmersión en aceite	1
p	Purgado y presurizado	1 ó 2
q	Relleno con polvo	1
* No se usa una designación cuando se utiliza una combinación de técnicas		

(2) Equipo por zona. El equipo que cumple una o más de las técnicas de protección descritas en la Sección 505-4 se debe marcar con la siguiente información, en el orden presentado:

(a) Clase.

(b) Zona.

(c) Símbolo "AEx".

(d) Técnica(s) de protección, de acuerdo con la Tabla 505-10 (b)(1).

(e) Grupo(s) de clasificación de gas aplicable de acuerdo con la Tabla 505-10(b)(2).

(f) Clasificación de temperatura de acuerdo con la sección 505-10(b)(3).

Excepción: Se exige que los aparatos asociados intrínsecamente seguros sólo estén marcados con (c), (d) y (e) anteriores.

NOTA 1: Un ejemplo de ese marcado exigido es "Clase I, Zona 0, AEx ia IIC T6."

El equipo eléctrico con tipo de protección "e," "m," "p," o "q," se debe marcar como Grupo II. El equipo eléctrico con tipo de protección "d," "ia," "ib," [ia], o [ib] se debe marcar como Grupo IIA, o IIB, o IIC, o para un gas vapor específico. El equipo eléctrico con tipo de protección "n" se debe marcar como Grupo II a menos que contenga dispositivos de corte encerrados, componentes no incendiarios o equipos o circuitos de energía limitada, en cuyo caso se debe marcar como Grupo IIA, IIB o IIC o para un gas o vapor específico. Los equipos eléctricos con otros tipos de protección se deben marcar como Grupo II, a menos que el tipo de protección utilizado por el equipo requiera que se deba marcar como Grupo IIA, IIB o IIC o para un gas o vapor específico.

NOTA 2: A continuación se presenta una explicación del marcado que se requiere.

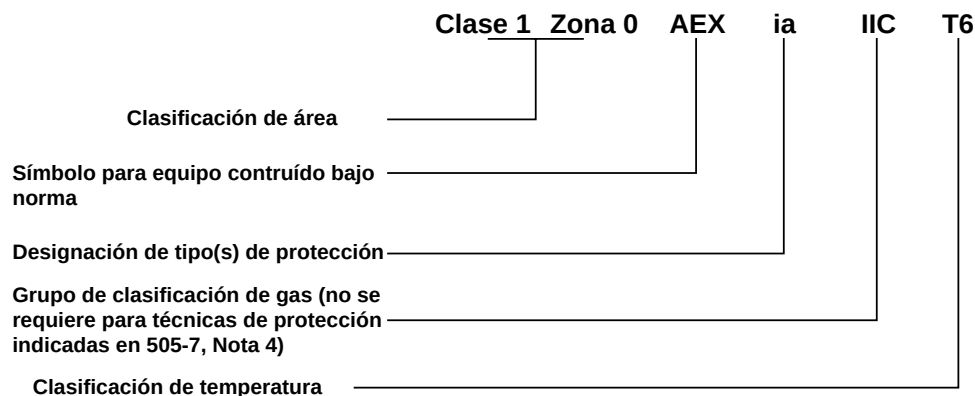


FIGURA 505-10 (b)(1)

TABLA 505-10(b)(2).- Grupos de clasificación de gas

Grupo de gas	Comentario
IIC	Véase la Sección 505-7(a)
IIB	Véase la Sección 505-7(b)
IIA	Véase la Sección 505-7(c)

(3) Clasificación por temperatura. El equipo aprobado debe estar marcado indicando la temperatura o intervalo de temperatura de operación con referencia a un ambiente de 40°C. Si se da el intervalo de temperatura, se debe indicar con los códigos de identificación que se incluyen en la Tabla 505-10(b)(3).

TABLA 505-10(b)(3).- Clasificación de la temperatura máxima superficial para equipos eléctricos del Grupo II

Clase de temperatura	Temperatura máxima superficial °C
T1	≤ 450
T2	≤ 300
T3	≤ 200
T4	≤ 135
T5	≤ 100
T6	≤ 85

El equipo eléctrico diseñado para uso en un intervalo de temperatura ambiente entre -20°C y +40°C no necesita marcado adicional de temperatura.

El equipo eléctrico diseñado para uso en un intervalo de temperatura ambiente diferente de 20°C y +40°C se considera que es especial y entonces su intervalo de temperatura ambiente se debe marcar en el equipo, incluyendo el símbolo "Ta" o "Tamb", junto con el intervalo especial de temperatura ambiente. El marcado podría ser, por ejemplo: "-30°C ≤ Ta ≤ + 40°C".

El equipo eléctrico adecuado para temperaturas ambiente superiores a 40°C debe estar marcado tanto con la temperatura ambiente máxima, como con la temperatura de operación o intervalo de temperatura a esa temperatura ambiente.

Excepción 1: No se requiere que los equipos del tipo no generador de calor, como por ejemplo los accesorios de tubo (conduit), y los equipos de tipo generador de calor que tengan una temperatura máxima no mayor de 100°C, lleven marcada la temperatura de operación o el intervalo de temperatura.

Excepción 2: Se permite que los equipos aprobados para áreas Clase I Divisiones 1 o 2 de acuerdo con las Secciones 505-20(b) y (c) estén marcados de acuerdo con la Sección 500-5(d) y la Tabla 500-5(d).

(c) Documentación para inmuebles industriales. Todas las áreas en inmuebles industriales designadas como (clasificadas) peligrosas, deben estar documentadas apropiadamente. Esta documentación debe estar disponible para quienes están autorizados para diseñar, instalar, inspeccionar, dar mantenimiento u operar el equipo eléctrico en el área.

NOTA: Para información adicional y ejemplos de planos de clasificación de áreas, véase el Apéndice B2.

(Continúa en la Quinta Sección)