

Anexo informativo D.

Ejemplos

Este anexo informativo no forma parte de los requisitos del presente documento del Código Eléctrico Colombiano NTC 2050, aunque ha sido incluido para fines informativos solamente.

Selección de conductores. En los siguientes ejemplos, los resultados generalmente se expresan en amperios (A). Para seleccionar los calibres de los conductores, diríjase a las tablas de capacidad de corriente (*ampacity*) para tensiones de 0 a 2 000 V del Artículo 310 y las reglas de la sección 310.5 en lo relacionado con tales tablas.

Tensión. Para la aplicación uniforme de los Artículos 210, 215 y 220, se emplea una tensión nominal de 120, 120/240, 240 y 208Y/120 V, es usado para calcular la carga en amperios en el conductor.

Fracciones de un amperio. Excepto cuando los cálculos resulten en una fracción mayor de un amperio (0,5 o mayor), debe permitirse redondear dichas fracciones.

Factor de potencia. Los cálculos de los siguientes ejemplos se basan, por razones de conveniencia, en el supuesto de que todas las cargas tienen el mismo factor de potencia (FP).

Estufas. Para el cálculo de las cargas de las estufas en estos ejemplos, se ha empleado la columna C de la Tabla 220.55. Para métodos opcionales, véanse las columnas A y B de la Tabla 220.55. Excepto cuando los cálculos dan como resultado una fracción mayor de un kilovatio (0,5 o más), debe permitirse redondear dichas fracciones.

Ejemplo D1(a). Vivienda unifamiliar

La vivienda tiene una superficie en planta de 140 m², sin incluir un sótano sin terminar no adaptable para uso futuro, un ático sin terminar y porches abiertos. Los electrodomésticos son una estufa de 12 kW y una secadora de 5,5 kW, 240 V. Asumir que el valor nominal en kW de la estufa y de la secadora son equivalentes al valor nominal en kVA, de acuerdo con las secciones 220.54 y 220.55.

Carga calculada [ver la sección 220.40]

Carga de alumbrado general: $140 \text{ m}^2 \times 33 \text{ VA/m}^2 = 4\,620 \text{ VA}$

Cantidad mínima de circuitos ramales exigidos [ver la sección 210.11(A)]

Carga de alumbrado general: $4\,620 \text{ VA} \div 120 \text{ V} = 39 \text{ A}$
Se requieren tres circuitos bifilares de 15 A, o dos circuitos bifilares de 20 A.

Carga de electrodomésticos pequeños: dos circuitos bifilares de 20 A [ver la sección 210.11(C)(1)]

Carga de lavandería: Un circuito bifilar de 20.A [ver la sección 210.11(C)(2)]

Circuito ramal para el baño: Un circuito bifilar de 20.A (no se requiere cálculo de carga adicional para este circuito) [ver la sección 210.11(C)(3)]

Calibre mínimo exigido del alimentador
[ver la sección 220.40]

Alumbrado general	4 620 VA
Artefactos pequeños	3 000 VA
Lavandería	1 500 VA
Total	9 120 VA
3 000 VA al 100 %	3 000 VA
9 120 VA – 3 000 VA = 6 120 VA al 35%	2 142 VA
Carga Neta	5 142 VA
Carga de la estufa (ver la Tabla 220.55)	8 000 VA
Carga de la secadora (ver la Tabla 220.54)	5 500 VA
Carga neta calculada	18 642 VA

Carga neta calculada para el alimentador o la acometida monofásica, trifilar de 120/240 V.

$$18\,642 \text{ VA} \div 240 \text{ V} = 78 \text{ A}$$

Las secciones 230.42(B) y 230.79 exigen conductores de la acometida y un medio de desconexión con valor nominal no inferior a 100 A.

Cálculo del neutro para el alimentador y la acometida

Carga de alumbrado y electrodomésticos pequeños	5 142 VA
Estufa: 8 000 VA al 70 % (ver 220.61)	5 600 VA
Secadora: 5 500 VA al 70 % (ver 220.61)	3 850 VA
Total	14 592 VA

Carga calculada para el neutro

$$14\,592 \text{ VA} \div 240 \text{ V} = 61 \text{ A}$$

Ejemplo D1(b) Vivienda unifamiliar

Se asumen las mismas condiciones del Ejemplo D1(a), más un acondicionador de aire adicional para habitación, de 6 A - 230 V y una unidad de acondicionador de aire adicional para habitación, de 12 A - 115 V* un triturador de basuras de 8 A - 115 V nominales y un lavavajillas de 10 A - 120 V nominales. Con respecto a información acerca de motores generales ver el Artículo 430, y para el equipo acondicionador de aire el Artículo 440, Parte VII. Los motores tienen valor nominal, de acuerdo con la placa de características, de 115 V y 230 V para emplearse en sistemas de tensión nominal de 120 V y 240 V.

*(Para el neutro del alimentador se emplea el más grande de los dos electrodomésticos por el desequilibrio)

A partir del Ejemplo D1(a), la corriente del alimentador es 78 A (trifilar, 240 V).

	Línea A	Neutro	Línea B	
Corriente del Ejemplo D1(a)	78	61	78	
Acondicionador de aire de 230 V	6	—	6	
Acondicionador de aire de 115 V y un lavavajillas de 120 V	12	12	10	
Triturador de basuras de 115-V	—	8	8	
25% del motor más grande (ver 430.24)	3	3	2	
Corriente en A por fase	99	84	104	

Por consiguiente, la acometida sería de 110 A nominales

⁶

Ejemplo D2(a). Cálculo opcional para una vivienda unifamiliar, con la calefacción mayor que el acondicionador de aire

[ver la sección 220.82]

La vivienda tiene una superficie en planta de 140 m², sin incluir un sótano sin terminar no adaptable para uso futuro, un ático sin terminar y los porches abiertos. Tiene una estufa de 12 kW, un calentador de agua de 2,5 kW, un lavavajillas de 1,2 kW, 9 kW de calefacción eléctrica instalada en 5 habitaciones, una secadora de ropa de 5 kW, y una unidad de acondicionamiento de aire para habitaciones, de 6 A - 230 V. Se asume que el valor nominal en kW de la estufa, el calentador de agua, la lavadora de platos, el calefactor de habitaciones y la secadora de ropa es equivalente a la capacidad nominal en kVA.

Cálculo de los kVA del acondicionador de aire

$$6 \text{ A} \times 230 \text{ V} \div 1\ 000 = 1,38 \text{ kVA}$$

Estos 1,38 kVA [numeral 1 de la sección 220.82(C)] representan menos del 40 % de los 9 kVA de la calefacción eléctrica controlada independientemente [numeral 6 de la sección 220.82(C)], de modo que no se requiere incluir los 1,38 kVA en el cálculo de la acometida.

Carga general

140 m ² x 33 VA	4 620 VA
Dos circuitos de salida para electrodomésticos de 20 A x 1 500 VA cada uno	3 000 VA
Circuito de lavandería	1 500 VA
Estufa (de acuerdo con la placa de características)	12 000 VA
Calentador de agua	2 500 VA
Lavavajillas	1 200 VA
Secadora de ropa	5 000 VA
	<u>29 820 VA</u>

Aplicación del Factor de demanda

[ver la sección 220.82(B)]

Primeros 10 kVA de la carga general al 100 %	10 000 VA
Remanente de la carga general al 40 % (19,82 kVA x 0,4)	7 920 VA
	<u>17 920 VA</u>
9 kVA de calefacción al 40 % (9 000 VA x 0,4) =	3 600 VA
	<u>Total</u> 21 520 VA

Carga calculada para el calibre de la acometida

$$21,52 \text{ kVA} = 21\ 520 \text{ VA}$$

$$21\ 520 \text{ VA} \div 240 \text{ V} = 90 \text{ A}$$

Por lo tanto, la capacidad de corriente (*ampacity*) mínima de la acometida debería ser de 100 A, de acuerdo con las secciones 230.42 y 230.79.

Carga del neutro del alimentador, de acuerdo con la sección 220.61

140 m ² x 33 VA	4 620 VA
Tres circuitos de salida para electrodomésticos de 20 A x 1500 VA cada uno	4 500 VA
	<u>9 120 VA</u>
3 000 VA al 100 %	3 000 VA
9 120 VA - 3 000 VA = 6 120 VA al 35 %	2 142 VA
	<u>Subtotal</u> 5 142 VA
Estufa: 8 kVA a 70 %	5 600 VA
Secadora de ropa: 5 kVA a 70 %	3 500 VA
Lavavajillas	1 200 VA
	<u>Total</u> 15 442 VA

Carga calculada para el neutro

$$15\ 442 \text{ VA} \div 240 \text{ V} = 64 \text{ A}$$

Ejemplo D2(b). Cálculo opcional para una vivienda unifamiliar, con el acondicionador de aire mayor que la calefacción

[véanse las secciones 220.82(A) y 220.82(C)]

La vivienda tiene una superficie en planta de 140 m², sin incluir un sótano sin terminar no adaptable para uso futuro, un ático sin terminar y los porches abiertos. Tiene dos circuitos de 20 A para pequeños artefactos; un circuito de lavandería de 20 A; dos hornos montados en la pared de 4 kW; una estufa de 5,1 kW montada en un mesón; un calentador de agua de 4,5 kW; una lavadora de platos de 1,2 kW; una combinación de lavadora y secadora de ropa de 5 kW; seis unidades de acondicionadores de aire, de 7 A - 230 V, para habitaciones y un calefactor de ambiente de 1,5 kW permanentemente instalado en el baño. Se asume que el valor nominal en kW de los hornos montados en la pared, la unidad de cocción montada en el mesón, el calentador de agua, la lavadora de platos y la combinación de lavadora y secadora de ropa son equivalentes al valor nominal en kVA.

Cálculo de los kVA del acondicionador de aire

Total de amperios = 6 unidades x 7 A = 42 A

$$42 \text{ A} \times 240 \text{ V} \div 1\ 000 = 10,08 \text{ kVA} \text{ (se asume que el FP} = 1,0)$$

Carga incluida al 100 %

Aire acondicionado: incluido a continuación [ver el numeral 1 de la sección 220.82(C)]

Calefactor ambiental: Omitir [ver el numeral 5 de la sección 220.82(C)].

Carga general

140 m ² x 33 VA	4 620 VA
Dos circuitos de salida para electrodomésticos de 20 A x 1 500 VA cada uno	3 000 VA
Circuito de lavandería	1 500 VA
Dos hornos	8 000 VA
Una unidad de cocción	5 100 VA
Calentador de agua	4 500 VA
Lavadora de platos	1 200 VA
Lavadora/secadora de ropa	5 000 VA
Carga general total	32 920 VA
Primeros 10 kVA al 100 %	10 000 VA
Carga Restante al 40 %	
(22,92 kVA x 0,4 x 1 000)	9 168 VA
Subtotal de la carga general	19 168 VA
Acondicionador de aire	10 080 VA
Total	29 200 VA

Carga calculada para la acometida

$$29\ 200 \text{ VA} \div 240 \text{ V} = 122 \text{ A} \text{ (valor nominal de la acometida)}$$

Carga del neutro del alimentador, de acuerdo con la sección 220.61

Se asume que los dos hornos de 4 kVA montados en la pared se alimentan mediante un circuito ramal; y la unidad de cocción de 5,1 kVA montada en el mesón, mediante un circuito independiente.

140 m ² x 33 VA	4 620 VA
Tres circuitos de salida para electrodomésticos de 20 A x 1 500 VA cada uno	4 500 VA
Subtotal	9 120 VA
3 000 VA al 100 %	3 000 VA
9 120 VA - 3 000 VA = 6 120 VA al 35%	2 142 VA
Carga Neta	5 142 VA

Dos hornos de 4 kVA más una unidad de cocción de 5,1 kVA = 13,1 kVA. La Tabla 220.55 permite un factor de demanda del 55 % o 13,1 kVA x 0,55 = 7,2 kVA de capacidad del alimentador

Carga Neta	5 142 VA
Hornos y unidad de cocción: 7 200 VA x 70 % = 5 040 VA para la carga del neutro	5 040 VA
Lavadora / secadora de ropa:	
5 kVA x 70 % carga del neutro	3 500 VA
Lavavajillas	1 200 VA
Total	14 882 VA

Carga calculada para el neutro

$$14\ 882 \text{ VA} \div 240 \text{ V} = 62 \text{ A}$$

Ejemplo D2(c) Cálculo opcional para una vivienda unifamiliar, con bomba de calor (monofásica, acometida de 240/120 V)

(ver la sección 220.82)

La vivienda tiene una superficie en planta de 186 m², sin incluir un sótano sin terminar no adaptable para uso futuro, un ático sin terminar y los porches abiertos. Tiene una estufa de 12 kW, un calentador de agua de 4,5 kW, un lavavajillas de 1,2 kW, una secadora de ropa de 5 kW, y una bomba de calor de 2,5 toneladas (24 A) con 15 kW de acumulador.

Cálculo de los kVA de la bomba de calor

$$24 \text{ A} \times 240 \text{ V} \div 1000 = 5,76 \text{ kVA}$$

Este valor de 5,76 kVA es inferior al de 15 kVA del calor de reserva; por consiguiente, no se requiere incluir la carga de la bomba de calor en el cálculo de la acometida [ver la sección 220.82(C)].

Carga general

186 m ² x 33 VA	6 138 VA
Dos circuitos de salida para electrodomésticos de 20 A x 1,500 VA cada uno	3 000 VA
Círculo de lavandería	1 500 VA
Estufa (de acuerdo con la placa de características nominales)	12 000 VA
Calentador de agua	4 500 VA
Secadora de ropa	1 200 VA
Lavadora de platos	5 000 VA
Subtotal de la carga general	33 338 VA
Primeros 10 kVA de la carga general al 100 %	10 000 VA
Restante de la carga general al 40 %	9 335 VA
(23,338 VA x 0,4)	
Carga general neta total	19 335 VA

Bomba de calor y calor complementario*

$$240 \text{ V} \times 24 \text{ A} = 5 760 \text{ VA}$$

Calefacción eléctrica de 15 kW:

$$5 760 \text{ VA} + (15 000 \text{ VA} \times 65 \%) = 5,76 \text{ kVA} + 9,75 \text{ kVA} = 15,51 \text{ kVA}$$

- Si la calefacción complementaria no se enciende al mismo tiempo que la bomba de calor, no debe requerirse adicionar los kVA de la bomba de calor al total.

Totales

Carga general neta	19 335 VA
Bomba de calor y calefacción complementaria	15 510 VA
Total	34 845 VA

Carga calculada para la acometida

$$34,84 \text{ kVA} \times 1 000 \div 240 \text{ V} = 145 \text{ A}$$

Por lo tanto, debe permitirse que una acometida de 150 A alimente esta unidad de vivienda.

Ejemplo D3 Edificio comercial

Un almacén de 279 m² que tiene 9,2 m de vitrinas. Existe un total de ochenta tomacorrientes dobles. La acometida es trifilar, monofásica de 120/240 V. La carga real conectada de alumbrado es de 8 500 VA.

Carga calculada (ver la sección 220.40)**Cargas continuas**

Alumbrado general *	
279 m ² al 33 VA / m ²	9 207 VA
Carga del alumbrado vitrina 9,2 m al 667 VA/m [ver 220.14(G)]	6 136 VA
Círculo del anuncio exterior [ver 220.14(F)]	
	1 200 VA
Subtotal	16 543 VA

Cargas discontinua

Carga del tomacorrientes (ver 220.44)	
80 tomacorrientes x 180 VA	14 400 VA
10,000 VA al 100 %	10 000 VA
14 400 VA – 10,000 VA = 4 400	
al 50 %	2 200 VA
Subtotal	12 200 VA

Subtotal de las cargas no continuas	12 200 VA
Total de las cargas discontinuas +	

$$\text{cargas continuas} = 28 743 \text{ VA}$$

*En el ejemplo, la carga real conectada de alumbrado (8 500 VA) es inferior a la carga de la Tabla 220.12, de modo que en el cálculo se usa la carga mínima de alumbrado de dicha tabla. Si la carga real de alumbrado hubiera sido mayor que el valor calculado a partir de la Tabla 220.12, se habría empleado la carga real conectada de alumbrado.

Cantidad mínima de circuitos ramales exigidos

Alumbrado general: Sólo se necesita instalar los circuitos ramales para alimentar la carga real conectada [ver la sección 210.11(B)].

$$8 500 \text{ VA} \times 1,25 = 10 625 \text{ VA}$$

$$10 625 \text{ VA} \div 240 \text{ V} = 44 \text{ A}, \text{ a } 120/240 \text{ V trifilares}$$

Debe permitirse que la alimentación de la carga de alumbrado se haga mediante circuitos bifilares o trifilares, de 15 A o 20 A, con un valor combinado igual a 44 A o mayor para circuitos trifilares o de 88 A o mayor para circuitos bifilares. La capacidad de corriente (*ampacity*) del alimentador, al igual que cantidades número de posiciones de circuitos ramales disponibles para circuitos de alumbrado en el panel de distribución, deben reflejar la carga plena calculada de 9 000 VA x 1,25 = 11 250 VA.

Vitrina:

$$6 136 \text{ VA} \times 1,25 = 7 670 \text{ VA}$$

$$7 670 \text{ VA} \div 240 \text{ V} = 32 \text{ A}, \text{ a } 120/240 \text{ V trifilares}$$

Debe permitirse que la alimentación del alumbrado de la vitrina a se haga mediante circuitos bifilares o trifilares, con un valor igual a 31 A o mayor para circuitos trifilares o de 62 A o más para circuitos bifilares.

Se asume que los tomacorrientes exigidos por la sección 210.62 están incluidos en la carga de tomacorrientes arriba mencionada, si dichos tomacorrientes no alimentan la carga de alumbrado de la vitrina.

Tomacorrientes

Carga de tomacorrientes: $14\ 400\ VA \div 240\ V = 60\ A$, a 120/240 V trifilares

Debe permitirse la alimentación de los tomacorrientes mediante circuitos bifilares o trifilares con un valor igual a 60 A o mayor para circuitos trifilares o de 120 A o mayor para circuitos bifilares.

Tamaño mínimo del dispositivo de protección contra sobrecorriente para el alimentador (o para la acometida)

[ver 215.3 o la 230.90]

Subtotal de las cargas discontinuas	12 200 VA
Subtotal de las cargas continuas al 125 %:	
16 543 VA x 1,25	20 678 VA
Total	32 878 VA

$32\ 878\ VA \div 240\ V = 136\ A$

El siguiente tamaño normalizado más alto es 150 A (ver la sección 240.6).

Calibre mínimo exigido para los alimentadores (o para los conductores de la acometida)

[ver 215.2 y 230.42(A)]

Para un sistema trifilar de 120/240.V,

$32\ 878\ VA \div 240\ V = 135\ A$

El conductor de la acometida o el del alimentador es de Cu #1/0 de acuerdo con la sección 310.15(B)(16) (con terminaciones de 75 °C).

Ejemplo D3(a) Alimentadores industriales en una canalización común

Un inmueble industrial con varios edificios tiene su acometida en la parte posterior de su edificio principal y con alimentadores que proporcionan 480Y/277 V a los edificios adicionales detrás del principal con el fin de separar algunos procesos.

El inmueble alimenta sus edificios alejados a través de un corredor de acceso parcialmente encerrado que se prolonga desde la parte posterior del tablero de distribución principal, a lo largo de un trayecto que brinda un acceso conveniente a las acometidas que están a una distancia máxima de 15 m de cada edificio adicional alimentado. Dos alimentadores para edificios comparten una canalización común por una distancia aproximada de 45 m y que va por un corredor de acceso junto con el cableado de comunicaciones y de control y con la tubería del vapor de proceso. El vapor eleva la temperatura ambiente alrededor de la canalización de potencia hasta 35 °C. En un herraje en T, los alimentadores de los edificios individuales se extienden hasta cada uno de los dos edificios involucrados. Los neutros del alimentador no están conectados a los conductores de puesta a tierra de equipos en los edificios remotos. Todas las terminaciones del equipo de distribución están listadas como adecuadas para conexiones para 75 °C.

Cada uno de los dos edificios tiene las siguientes cargas:

Alumbrado, 11 600 VA, compuesto de luminarias de descarga eléctrica conectadas a 277 V.

Tomacorrientes, 22 tomacorrientes a 125 V, 20 A en circuitos ramales de uso general, alimentados por sistemas derivados independientemente en cada uno de los edificios.

Un compresor de aire trifásico, a 460 V, 3 730 W (5 hp).

Una trituradora trifásica, a 460 V, 1 119 W (1,5 hp).

Tres soldadores, del tipo transformador de C.A. (placa de características: 23 A, 480 V, (régimen de trabajo del 60 %)

Tres secadoras industriales de proceso, trifásicas a 480 V, 15 kW cada una (se asume uso continuo durante algunos turnos).

Se determina la protección contra sobrecorriente y el calibre del conductor para los alimentadores en la canalización común, asumiendo el uso de aislamiento XHHW-2 (90 °C).

Carga calculada (Nota: Para una precisión razonable, los cálculos de la potencia aparente (VA) se hacen únicamente hasta tres cifras significativas; cuando se calcula la corriente (A), los resultados se aproximan hasta el A más próximo [ver la sección 220.5(B)].)

Cargas discontinuas

Carga de tomacorrientes (ver 220.44)

22 tomacorrientes a 180 VA 3 960 VA

Carga de los soldadores

[ver 630.11(A), Tabla 630.11(A)]

Cada soldador: $480\ V \times 23\ A \times 0,78 =$

610 A

Todos los tres soldadores [ver 630.11(B)] (factores de demanda 100 %, 100 %, 85 % respectivamente)	
8 610 VA + 8 610 VA + 7 320 VA =	24 500 VA
Subtotal de las cargas discontinuas	<u>28 500 VA</u>

Cargas de motores (ver 430.24, Tabla 430.250)	
Compresor de aire: $7,6 \text{ A} \times 480 \text{ V} \times \sqrt{3} =$	6 310 VA
Trituradora: $3 \text{ A} \times 480 \text{ V} \times \sqrt{3} =$	2 490 VA
Motor más grande, 25 % adicional:	2 290 VA
Subtotal de las cargas de motores	<u>10 400 VA</u>

Al usar 430.24, las cargas de motores y las cargas discontinuas se pueden combinar para el cálculo restante.

Subtotal para los cálculos de carga, Cargas discontinua	
Cargas continuas	38 900 VA
Alumbrado general	11 600 VA
Tres secadoras industriales de proceso	
15 kW cada una	45 000 VA
Subtotal de las cargas continuas:	<u>56 600 VA</u>

Protección contra sobrecorriente (ver 215.3)

El dispositivo de protección contra sobrecorriente se debe ajustar al 125 % de la carga continua, más la carga discontinua:

Carga continua	56 600 VA
Carga discontinua	38 900 VA
Subtotal de la carga real [carga real en amperios]	<u>95 500 VA</u>
[$99 000 \text{ VA} \div (480 \text{ V} \times \sqrt{3}) = 119 \text{ A}$] (25 % de 56,600 VA) (Ver 215.3)	<u>14 200 VA</u>
VA Total	109 700 VA

Conversión a amperios usando tres cifras significativas:

$$109 700 \text{ VA} / (480 \text{ V} \times \sqrt{3}) = 132 \text{ A}$$

Tamaño mínimo del dispositivo de protección contra sobre-corriente: 132 A

Tamaño normalizado mínimo del dispositivo de protección contra sobrecorriente (ver 240.6): 150 A

Cuando el dispositivo de protección contra sobrecorriente y su conjunto están aptos para su funcionamiento al 100 % de su valor nominal, se permitiría utilizar un dispositivo de protección contra sobrecorriente de 125 A. Sin embargo, los conjuntos del dispositivo de protección contra sobrecorriente adecuados para el 100 % de su valor nominal, por lo común no están disponibles con valor nominal de 125 A. (Ver la sección 215.3, Excepción).

Conductores no puestos a tierra del alimentador

Los conductores deben cumplir independientemente los requisitos para (1) las terminaciones y (2) las condiciones de uso en todo el trayecto de la canalización.

El calibre mínimo del conductor en la terminación del dispositivo de protección contra sobrecorriente [véanse las secciones 110.14(C) y 215.2(A)(1), usando la columna de capacidad de corriente (*ampacity*) a 75 °C de la Tabla 310.15(B) (16)]: 53,5 mm² (1/0 AWG).

El calibre mínimo de los conductores en la canalización con base en la carga real [ver al Artículo 100, Capacidad de corriente (*ampacity*), y la sección 310.15(B)(3)(a) y los factores de corrección para la tabla 310.15(B)(16)]:

$$\begin{aligned} 95 500 \text{ VA} / 0,7 / 0,96 &= & 142 000 \text{ VA} \\ [70 \% = 310.15(\text{B})(3)(\text{a})] \& \& [0,96 = \text{factores} \\ \text{de corrección para la tabla } 310.15(\text{B})(16)] \\ \text{Cálculo de la corriente: } 142 000 \text{ VA} / & & \\ (480 \text{ V} \times \sqrt{3}) & = & 171 \text{ A} \end{aligned}$$

Observe que los conductores del neutro se consideran conductores portadores de corriente [ver la sección 310.15(B)(5) (c)] en este ejemplo, ya que el alumbrado de descarga tiene un contenido considerablemente no lineal. Esto exige un conductor del 67,44 mm² (2/0 AWG) con base en la columna para 90 °C de la tabla 310.15(B)(16). Por consiguiente, el caso más desfavorable está dado por las condiciones de la canalización y se deben usar conductores del 67,44 mm² (2/0 AWG). Si el corredor de servicio estuviera a temperaturas normales [30 °C], y si el alumbrado en cada edificio estuviera alimentado desde el sistema local derivado separadamente (sin exigir así neutros en los alimentadores de suministro), no se podría usar el resultado de la canalización (95 500 VA / 0,8 = 119 000 VA; 119 000 VA / (480 V x √3) = 143 A, o un conductor del 42,2 mm² (1 AWG) a 90 °C porque el resultado para la terminación 53,5 mm² (1/0 AWG) con base en la columna de 75 °C de la Tabla 310.15(B)(16)) se convertiría en el caso más desfavorable, lo que exige un conductor más grande.

En cada caso, el dispositivo de protección contra sobrecorriente debe proporcionar protección contra sobrecorriente para los conductores del alimentador de acuerdo con su capacidad de corriente (*ampacity*) según establece este Código (ver la sección 240.4). Un conductor del 67,44 mm² (2/0 AWG) para 90 °C tiene una capacidad de corriente (*ampacity*) según la Tabla 310.15(B)(16) de 195 A. Al hacer el ajuste para las condiciones de uso (35 °C de temperatura ambiente, 8 conductores portadores de corriente en la canalización común),

$$195 \text{ A} \times 0,96 \times 0,7 = 131 \text{ A}$$

El interruptor automático de circuito de 150 A protege los conductores del alimentador del 67,44 mm² (2/0 AWG) ya

que la sección 240.4(B) permite el uso del dispositivo de protección contra sobrecorriente con el tamaño normalizado inmediatamente superior. Observe que la distribución del alimentador impide la aplicación de la sección 310.15(A)(2), Excepción.

Conductor del neutro del alimentador (ver 220.61)

Debido a que la sección 210.11(B) no se aplica a estos edificios, no se puede asumir que la carga se distribuye uniformemente a través de las fases. Por lo tanto, se debe asumir en este caso que el desequilibrio máximo es la carga total del alumbrado o 11 600 VA ($11\,600\,VA / 277\,V = 42\,A$). La habilidad del neutro para retornar la corriente de falla [ver 250.32(B), Excepción (2)] no es un factor en este cálculo.

Dado que el neutro va tendido entre el tablero de distribución principal y el panel de distribución del edificio, terminando probablemente en un barraje en ambos lugares, y no en dispositivos de protección contra sobrecorriente, los efectos de la aplicación continua de la carga se pueden ignorar al evaluar sus terminaciones [ver la sección 215.2(A)(1), Excepción No. 2]. Dicho cálculo es $(11\,600\,VA \div 277\,V) = 42\,A$, para ser evaluado según la columna de $75\,^{\circ}\text{C}$ de la tabla 310.15(B) (16). El calibre mínimo del neutro parecería ser el $8,36\,mm^2$ (8 AWG), pero ese calibre no sería suficiente para depender de él en el evento de un cortocircuito de línea a neutro [ver la sección 215.2(A)(1), segundo párrafo]. Por ello, dado que el calibre mínimo del conductor de puesta a tierra de equipos para un circuito de 150 A, tal como trata la Tabla 250.122, es del $13,29\,mm^2$ (6 AWG), ese es el calibre mínimo del neutro exigido para este alimentador.

Ejemplo D4(a) Vivienda multifamiliar

Una vivienda multifamiliar tiene 40 unidades de vivienda.

Los medidores se encuentran en dos armarios de 20 unidades cada uno, con alimentadores individuales para cada unidad de vivienda.

La mitad de las unidades de vivienda están equipadas con estufas eléctricas que no sobrepasan los 12 kW cada una. Se asume que la capacidad nominal en kW de la estufa es equivalente a la capacidad nominal en kVA, de acuerdo con la sección 220.55. La otra mitad de las cocinas son cocinas a gas.

El área de cada unidad de vivienda es de $80\,m^2$.

Las instalaciones de la lavandería en los establecimientos son accesibles a todos sus ocupantes. No se adiciona ningún circuito a las unidades de vivienda individual.

Carga calculada para cada unidad de vivienda (ver el Artículo 220)

Alumbrado general:	$80\,m^2 \times 33\,VA/m^2 =$	2 640 VA
Electrodoméstico especial: estufa eléctrica (ver la sección 220.55) =		8 000 VA

Cantidad mínima de circuitos ramales exigidos para cada unidad de vivienda [ver la sección 210.11(A)]

Carga de alumbrado general: $2\,640\,VA \div 120\,V = 22\,A$, dos circuitos bifilares de 15 A o dos circuitos bifilares de 20 A

Carga de artefactos pequeños: dos circuitos bifilares de alambre $3,03\,mm^2$ (12 AWG) [ver la sección 210.11 (C)(1)]

Círculo de la estufa: $8,000\,VA \div 240\,V = 33\,A$. Un círculo de dos conductores $8,36\,mm^2$ (8 AWG) y un conductor $5,25\,mm^2$ (10 AWG) según se permite en la sección 210.19(A)(3)

Calibre mínimo del alimentador exigido para cada unidad de vivienda (ver la sección 215.2)

Carga calculada (ver el Artículo 220):

Alumbrado general	2 640 VA
Artefactos pequeños (dos circuitos de 20 A)	3 000 VA
Subtotal de la carga calculada	<hr/>
(sin las estufas)	5 640 VA

Aplicación del factor de demanda (ver la Tabla 220.42)

Primeros 3,000 VA al 100 %	3 000 VA
$5640\,VA - 3,000\,VA = 2640\,VA$ al 35 %	<hr/> 924 VA
Carga neta calculada (sin las estufas)	3 924 VA
Carga de la estufa	<hr/> 8 000 VA
Carga neta calculada (con las estufas)	11 924 VA

Calibre de cada alimentador (ver la sección 215.2)

Para un sistema trifilar de 120/240 V (sin las estufas)

La carga neta calculada es de $3\,882\,VA \div 240\,V = 16\,A$ Para un sistema trifilar de 120/240 V (con las estufas)

La carga neta calculada es de $11\,882\,VA \div 240\,V = 50\,A$

Neutro del alimentador

Carga del alumbrado y de los artefactos pequeños	3 924 VA
Carga de la estufa: 8 000 VA at 70 % (ver 220.61)	<hr/> 5 600 VA
(Sólo para los apartamentos con estufa eléctrica)	5 600 VA
Carga calculada para el neutro	9 524 VA

Carga calculada para el neutro

$$9\,524 \text{ VA} \div 240 \text{ V} = 39,68 \text{ A}$$

Calibre mínimo exigido del alimentador desde el equipo de la acometida hasta el armario de medidores (para 20 unidades de vivienda 10 con estufas)

Carga calculada total:

Alumbrado y pequeños artefactos	
20 unidades × 5 640 VA	<u>112 800 VA</u>
Aplicación del factor de demanda	
Primeros 3 000 VA al 100 %	3 000 VA
112 800 VA – 3 000 VA = 109 800 VA al 35 %	<u>38 430 VA</u>
Carga neta calculada	41 430 VA
Carga de las estufas: 10 estufas (no más de 12 kVA) (ver Col. C, Tabla 220.55, 25 kW)	25 000 VA
Carga neta calculada (con las estufas)	<u>66 430 VA</u>

Carga neta calculada para un sistema trifilar de 120/240 V
 $66\,430 \text{ VA} \div 240 \text{ V} = 277 \text{ A}$

Neutro del alimentador

Carga del alumbrado y pequeños artefactos	41 430 VA
Carga de las estufas: 25 000 VA al 70% [ver 220.61(B)]	<u>17 500 VA</u>
Carga calculada (del neutro)	58 930 VA

Carga calculada para el neutro

$$58\,930 \text{ VA} \div 240 \text{ V} = 245 \text{ A}$$

Factor de demanda adicional [sección 220.61(B)]

200 A al 100 %	200 A
242 A – 200 A = 45 A al 70%	<u>32 A</u>
Carga neta calculada (del neutro)	232 A

Calibre mínimo de los alimentadores principales (o de los conductores de la acometida) exigidos (menos la carga comunal) (para 40 unidades de vivienda 20 con estufas)

Carga calculada total:

Carga de alumbrado y pequeños artefactos	
40 unidades × 5 640 VA	225 600 VA

Aplicación del factor de demanda (tomado de la Tabla 220.42)

Primeros 3 000 VA al 100 %	3 000 VA
Siguientes 120 000 VA – 3,000 VA	
= 117,000 VA al 35 %	40 950 VA
Restantes 225 600 VA – 120,000 VA	
= 105,600 VA al 25 %	<u>26 400 VA</u>
Carga neta calculada	70 350 VA

Carga de las estufas: 20 estufas

(de menos de 12 kVA)

(ver Col. C, Tabla 220.55)

35 000 VACarga neta calculada 105 350 VA

Para un sistema trifilar de 120/240-V

Carga neta calculada de $104\,150 \text{ VA} \div 240 \text{ V} = 434 \text{ A}$ **Neutro del alimentador**

Carga de alumbrado y pequeños artefactos	70 350 VA
Estufas: 35 000 VA al 70 % [ver 220.61(B)]	<u>24 500 VA</u>
Carga calculada (del neutro)	94 850 VA

$$94\,850 \text{ VA} \div 240 \text{ V} = 396 \text{ A}$$

Factor de demanda adicional [ver la sección 220.61(B)]

200 A al 100%	200 A
396 A – 200 A = 196 A al 70 %	<u>137 A</u>
Carga neta calculada (del neutro)	337 A

[Ver las Tablas 310.15(B)(16) hasta 310.15(B)(21), y las secciones 310.15(B)(2), (B)(3) y (B)(5).]

Ejemplo D4(b) Cálculo opcional para viviendas multifamiliares

Una vivienda multifamiliar, equipada con estufa eléctrica y calefacción de habitaciones o acondicionador de aire, tiene 40 unidades de vivienda.

Los medidores se encuentran en dos armarios de 20 unidades cada uno, con una unidad de medida comunal y alimentadores individuales para cada unidad de vivienda.

Cada unidad de vivienda está equipada con una estufa eléctrica con un valor nominal de 8 kW, de acuerdo con la placa de características; cuatro calentadores de ambiente eléctricos de 240 V y 1,5 kW controlados en forma independiente y un calentador eléctrico de agua de 240 V, 2,5 kW. Se asume que los valores nominales en kW de la cocina, el calentador de ambiente y el calentador de agua son equivalentes en kVA. Calcular la carga de la unidad de vivienda individual mediante el cálculo estándar (Parte III del Artículo 220).

Se dispone de instalaciones de lavandería comunes para todos los arrendatarios [ver sección 210.52(F), excepción No. 1].

La superficie de cada unidad de vivienda es de 80 m².

Carga calculada para cada unidad de vivienda (ver Parte II y Parte III del Artículo 220)

Carga de alumbrado general:	
80 m ² x 33 VA/m ²	2 640 VA
Estufa eléctrica	8 000 VA
Calefacción eléctrica: 6 kVA	
(o acondicionador de aire si fuera mayor)	6 000 VA
Calentador eléctrico de agua	2 500 VA

Cantidad mínima de circuitos ramales exigidos para cada unidad de vivienda

Carga de alumbrado general: $2\ 640\ VA \div 120\ V = 22\ A$, dos circuitos bifilares de 15 A o dos circuitos bifilares de 20 A

Carga de artefactos pequeños: Dos circuitos bifilares de alambre 3,03 mm² (12 AWG) [ver la sección 210.11(C)(1)]

Círculo de la estufa (ver la Tabla 220.55, Columna B)

$8\ 000\ VA \times 80\ \% \div 240\ V = 27\ A$ en un círculo de tres conductores 5,25 mm² (10 AWG), según la sección 210.19(A)(3)

Calefacción de habitaciones: $6\ 000\ VA \div 240\ V = 25\ A$ Número de circuitos (ver la sección 210.11)

Calibre mínimo exigido del alimentador para cada unidad de vivienda (ver la sección 215.2)

Carga calculada (ver el Artículo 220):

Alumbrado general	2 640 VA
Artefactos pequeños (dos circuitos de 20-A)	3 000 VA
Subtotal de la carga calculada (sin la estufa ni el calefactor de habitaciones)	<hr/> 5 640 VA

Aplicación del factor de demanda

Estufa	6 400 VA
Calefactor de habitaciones (ver 220.51)	6 000 VA
Calentador de agua	2 500 VA
Carga calculada neta (para cada unidad de vivienda individual)	<hr/> 18 782 VA

Factor de demanda:

Primeros 3 000 VA al 100 %	3 000 VA
Restantes (5 640 - 3 000) = 2 640 VA al 35 %	924 VA

Alumbrado y artefactos pequeños	3 924 VA
Carga de la estufa: 6 400 VA al 70 % [ver 220.61(B)]	4 480 VA
Calefactor de agua y de habitaciones (sin neutro): 240 V	0 VA
Carga neta calculada (del neutro)	<hr/> 8 404 VA

Calibre de cada alimentador

Para un sistema trifilar de 120/240 V

Carga neta calculada de $18\ 782\ VA \div 240\ V = 78\ A$

Neutro del alimentador (ver la sección 220.61)

Carga calculada para el neutro

$8\ 404\ VA \div 240\ V = 35\ A$

Calibre mínimo exigido del alimentador desde el equipo de la acometida hasta el armario de medidores (para 20 unidades de vivienda)

Carga total calculada:

Carga de alumbrado y artefactos pequeños	
20 unidades × 5 640 VA	112 800 VA
Carga de calefacción de agua y de habitaciones 20 unidades × 8 500 VA	170 000 VA
Carga de las estufas: 20 × 8 000 VA	160 000 VA
Carga neta calculada (20 unidades de vivienda)	<hr/> 442 800 VA
Carga neta calculada usando el cálculo opcional (ver Tabla 220.84)	
$442\ 800\ VA \times 0,38$	168 264 VA
$168\ 264\ VA \div 240\ V = 701\ A$	

Calibre mínimo exigido del alimentador principal (sin la carga comunal) (para 40 unidades de vivienda)

Carga calculada:

Carga de alumbrado y de artefactos pequeños	
40 unidades × 5 640 VA	225 600 VA
Carga de calefacción de agua y de habitaciones	
40 unidades × 8 500 VA	340 000 VA
Estufas: 40 estufas × 8 000 VA	320 000 VA
Carga neta calculada (40 unidades de vivienda)	<hr/> 885 600 VA

Carga neta calculada empleando el cálculo opcional (ver la Tabla 220.84)

$885\ 600\ VA \times 0,28 = 247\ 968\ VA$

$247\ 968\ VA \div 240\ V = 1\ 033\ A$

Carga del neutro del alimentador desde el equipo de la acometida hasta el armario de medidores (para 20 unidades de vivienda)

Carga de alumbrado y de artefactos pequeños	
20 unidades × 5640 VA	112 800 VA
Primeros 3 000 VA al 100 %	3 000 VA
112 800 VA – 3 000 VA = 109 800 VA x 35 %	<u>38 430 VA</u>
Carga neta calculada	41 430 VA
20 estufas: 35,000 VA al 70% [ver Tabla 220.55 y 220.61(B)]	<u>24 500 VA</u>
Total	65 930 VA

$$65\,930 \text{ VA} \div 240 \text{ V} = 275 \text{ A}$$

Factor de demanda adicional [ver la sección 220.61(B)]

Primeros 200 A al 100 %	200 A
Equilibrio: 275 A - 200 A = 75 A x 70%	<u>53 A</u>
Total	253 A

Carga del neutro del alimentador principal (sin la carga comunal) (para 40 unidades de vivienda)

Carga de alumbrado y de artefactos pequeños	
40 unidades × 5 640 VA	225 600 VA
Primeros 3,000 VA al 100 %	3 000 VA
Siguientes 120 000 VA –	3 000 VA
= 117 000 VA al 35 %	40 950 VA
Restantes 225 600 VA – 120 000 VA	
= 105 600 VA al 25 %	<u>26 400 VA</u>
Carga neta calculada	70 350 VA
40 estufas: 55 000 VA al 70 % [ver Tabla 220.55 y 220.61(B)]	<u>38 500 VA</u>
Total	108 850 VA

$$108\,850 \text{ VA} \div 240 \text{ V} = 454 \text{ A}$$

Factor de demanda adicional [ver la sección 220.61(B)]

Primeros 200 A al 100 %	200 A
Balance: 454 – 200 A = 254 A x 70 %	<u>178 A</u>
Total	378 A

Ejemplo D5(a) Vivienda multifamiliar alimentada a 208Y/120 V, trifásica

Todas las condiciones y cálculos son los mismos que para la vivienda multifamiliar del Ejemplo D4(a) con alimentación monofásica a 120/240 V, con excepción de que la acometida para cada unidad de vivienda constaría de dos ramales de fase y un neutro.

Cantidad mínima de circuitos ramales exigidos para cada unidad de vivienda (ver la sección 210.11)

Círculo de la estufa: $8\,000 \text{ VA} \div 208 \text{ V} = 38 \text{ A}$ o un circuito de dos conductores $8,36 \text{ mm}^2$ (8 AWG) y uno $5,25 \text{ mm}^2$ (10 AWG), según se permite en la sección 210.19 (A)(3).

Calibre mínimo exigido del alimentador para cada unidad de vivienda (ver la sección 215.2)

Para sistemas trifilares de 120/208 V (sin estufas),

Carga neta calculada de $3\,924 \text{ VA} \div 2 \text{ ramales} \div 120 \text{ V/ ramal} = 17 \text{ A}$

Para sistemas trifilares de 120/208 V (con estufas),

Carga neta calculada (estufa) de $8\,000 \text{ VA} \div 208 \text{ V} = 39 \text{ A}$

Carga total (estufa + alumbrado) = $39 \text{ A} + 16 \text{ A} = 55 \text{ A}$

No se permite reducir la carga del neutro del alimentador para cada unidad de vivienda [ver sección 220.61(C)(1)].

Calibre mínimo exigido de los alimentadores desde el equipo de la acometida hasta el armario de medidores (para 20 unidades de vivienda 10 con estufas)

Para sistemas de trifásicos, tetrafilares a 208Y/120 V,

Estufas: Número máximo entre dos ramales cualesquiera de fase = 4, entonces $2 \times 4 = 8$

Demandas de acuerdo con la Tabla 220.55 = 23 000 VA

Demandas por fase = $23,000 \text{ VA} \div 2 = 11\,500 \text{ VA}$

Carga trifásica equivalente = 34 500 VA Carga neta calculada (total):

$$41\,430 \text{ VA} + 34\,500 \text{ VA} = 75\,930 \text{ VA}$$

$$75\,930 \text{ VA} \div (208 \text{ V} \times 1,732) = 211 \text{ A}$$

Calibre del neutro del alimentador:

Carga neta calculada de alumbrado y artefactos y carga equivalente de la estufa

$$41\,430 \text{ VA} + (34\,500 \text{ VA} \text{ al } 70\%) = 65\,580 \text{ VA}$$

Carga neta calculada del neutro:

$$65\,580 \text{ VA} \div (208 \text{ V} \times 1,732) = 182 \text{ A}$$

Calibre mínimo del alimentador principal (sin la carga comunal) (para 40 unidades de vivienda 20 con estufas)

Para sistemas trifásicos, tetrafilares a 208Y/120 V Estufas:

Número máximo entre dos ramales cualesquiera de fase = 7, entonces $2 \times 7 = 14$

Demandas de la Tabla 220.55 = 29 000 VA

Demandas por fase = $29\,000\text{ VA} \div 2 = 14\,500\text{ VA}$

Carga trifásica equivalente = 43 500 VA

Carga neta calculada (total):

$70\,350\text{ VA} + 43\,500\text{ VA} = 113\,850\text{ VA}$

$112\,650\text{ VA} \div (208\text{ V})(1.732) = 316\text{ A}$

Calibre del neutro del alimentador principal:

$70,350\text{ VA} + (43\,500\text{ VA al }70\%) = 100\,800\text{ VA}$

$100\,800\text{ VA} \div (208\text{ V} \times 1,732) = 280\text{ A}$

Factor de demanda adicional (ver la sección 220.61)

200 A al 100%	200 A
280 A - 200 A = 80 A al 70%	<u>56 A</u>
Carga neta calculada (del neutro)	256 A

Ejemplo D5(b) Cálculo opcional para una vivienda multifamiliar alimentada a 208Y/120 V, trifásica

Todas las condiciones y cálculos son los mismos que los del cálculo opcional para la vivienda multifamiliar del Ejemplo D4(b) con alimentación monofásica a 120/240 V, excepto que la acometida para cada unidad de vivienda constaría de dos ramales de fase y un neutro.

Cantidad mínima de circuitos ramales exigidos para cada unidad de vivienda (ver la sección 210.11)

Círculo de la estufa (ver la tabla 220.55, Columna B): 8 000 VA $\times 80\% \div 208\text{ V} = 31\text{ A}$, un círculo de dos conductores 8,36 mm² (8 AWG) y un conductor 5,25 mm² (10 AWG), según se permite en la sección 210.19(A)(3).

Calefacción de habitaciones: $6\,000\text{ VA} \div 208\text{ V} = 29\text{ A}$

Se requieren dos circuitos bipolares de 20 A, empleando conductores del 3,03 mm² (12 AWG).

Calibre mínimo exigido del alimentador para cada unidad de vivienda.

Círculo trifilar de 120/208 V,

Carga neta calculada de $18\,782\text{ VA} \div 208\text{ V} = 90\text{ A}$

Carga neta calculada de alumbrado (de línea a neutro):

$3\,924\text{ VA} \div 2\text{ ramales} \div 120\text{ V por ramal} = 16\text{ A}$

Línea a línea = $14\,900\text{ VA} \div 208\text{ V} = 72\text{ A}$

Carga total = $16.3\text{ A} + 71.6\text{ A} = 88\text{ A}$

Calibre mínimo exigido del alimentador desde el equipo de acometida hasta el armario de medidores (para 20 unidades de vivienda)**Carga neta calculada**

$168\,264\text{ VA} \div (208\text{ V} \times 1,732) = 467\text{ A}$

Carga del neutro del alimentador:

$65\,930\text{ VA} \div (208\text{ V} \times 1,732) = 183\text{ A}$

Calibre mínimo exigido del alimentador principal (sin la carga comunal) (para 40 unidades de vivienda)**Carga neta calculada**

$247\,968\text{ VA} \div (208\text{ V} \times 1,732) = 688\text{ A}$

Carga del neutro del alimentador principal:

$108\,850\text{ VA} \div (208\text{ V} \times 1,732) = 302\text{ A}$

Factor de demanda adicional [ver la sección 220.61(B)]

200 A al 100 %	200 A
302 A - 200 A = 102 A al 70 %	<u>72 A</u>
Carga neta calculada (del neutro)	272 A

Ejemplo D6. Demanda máxima para cargas de estufa

La Tabla 220.55, Columna C, se aplica a las estufas de hasta 12 kW. En los siguientes dos ejemplos se ilustra la aplicación de la Nota 1 a las estufas de más de 12 kW (y hasta 27 kW) y de la Nota 2 a las estufas de más de 8 ¾ kW (y hasta 27 kW):

A. Todas las estufas con el mismo valor nominal (ver la Tabla 220.55, Nota 1)

Se asume que hay 24 estufas, cada una de 16 kW nominales. Según la Tabla 220.55, Columna C, la demanda máxima para 24 estufas de 12 kW es 39 kW.

16 kW sobrepasa los 12 kW en 4.

$5\% \times 4 = 20\%$ (5 % de incremento por cada kW que excede los 12)

$39\text{ kW} \times 20\% = 7,8\text{ kW}$ de incremento

$39 + 7,8 = 46,8\text{ kW}$ (valor que se debe usar en la selección de los alimentadores)

B. estufas de diferente valor nominal (ver la Tabla 220.55, Nota 2)

Se asume que existen 5 estufas, cada una de 11 kW nominales; 2 estufas, cada una de 12 kW nominales; 20 estufas, cada una de 13,5 kW nominales; y 3 estufas, de 18 kW nominales cada una.

5 estufas	$\times 12 \text{ kW} =$	60 kW (se emplean 12 kW para estufas con valor nominal inferior a 12)
2 estufas	$\times 12 \text{ kW} =$	24 kW
20 estufas	$\times 13,5 \text{ kW} =$	270 kW
3 estufas	$\times 18 \text{ kW} =$	54 kW
30 estufas, Total kW =		408 kW

$$408 \div 30 \text{ estufas} = 13,6 \text{ kW} \text{ (promedio que se debe usar en el cálculo)}$$

Según se especifica en la Tabla 220.55, Columna C, la demanda para 30 cocinas de 12 kW de valor nominal es 15 kW + 30 (1 kW x 30 cocinas) = 45 kW. 13,6 kW sobrepasa a 12 kW en 1,6 kW (usa 2 kW).

$5\% \times 2 = 10\%$ (incremento del 5 % por cada kW que excede de 12 kW)

$$45 \text{ kW} \times 10\% = 4,5 \text{ kW de incremento}$$

$45 \text{ kW} + 4,5 \text{ kW} = 49,5 \text{ kW}$ (valor que se debe usar en la selección de los alimentadores)

Ejemplo D7 Calibre de los conductores de acometida para vivienda/s [ver sección 310.15(B)(7)]

Se permite que los conductores de acometida y alimentadores para determinadas viviendas sean de un tamaño que cumpla con lo establecido en la sección 310.15(B)(7).

Sin ajuste ni factores de corrección requeridos. Si se selecciona un valor nominal de acometida de 175 A, el calibre de un conductor de acometida se calcula de la siguiente manera:

$$175 \text{ A} \times 0,83 = 145,25 \text{ A} \text{ según lo establecido en la sección 310.15(B)(7).}$$

Si no se requieren otros ajustes o correcciones para la instalación, de acuerdo con lo especificado en la Tabla 310.15(B) (16), un $53,5 \text{ mm}^2$ (1/0 AWG) Cu o un $85,02 \text{ mm}^2$ (3/0 AWG) Al cumple con este valor nominal a 75°C .

Con factor de corrección de temperatura requerido. Si se selecciona un valor nominal de acometida de 175 A, el calibre de un conductor de acometida se calcula de la siguiente manera:

$$175 \text{ A} \times 0,83 = 145,25 \text{ A} \text{ según lo establecido en la sección 310.15(B)(7).}$$

Si los conductores se instalan en una temperatura ambiente de 40°C , se debe multiplicar la capacidad de corriente (*ampacity*) del conductor por el factor de corrección apropiado

de la Tabla 310.15(B) (2) (a). En este caso, emplearemos un conductor XHHW-2, de modo que utilizamos un factor de corrección de 0,91 para hallar la capacidad de corriente y el calibre mínimos del conductor:

$$145,25 / 0,91 = 159,6 \text{ A}$$

De acuerdo con la Tabla 310.15 (B) (16), se requeriría un calibre $67,44 \text{ mm}^2$ (2/0 AWG) Cu o $107,21 \text{ mm}^2$ (4/0 AWG) AL.

Si no se requiere corrección de temperatura o factores de ajuste de capacidad de corriente, la siguiente tabla incluye calibres de conductor calculados empleando los requisitos de la sección 310.15 (B) (7). Esta tabla se basa en terminaciones de 75°C y sin ningún factor de ajuste o corrección.

Capacidad nominal de acometida o alimentador (A)	Conductor			
	Cobre		Aluminio o de aluminio recubierto de cobre	
	mm^2	AWG o kcmil	mm^2	AWG o kcmil
100	21,14	4	33,62	2
110	26,66	3	42,2	1
125	33,62	2	53,5	1/0
150	42,2	1	67,44	2/0
175	53,5	1/0	85,02	3/0
200	67,44	2/0	107,21	4/0
225	85,02	3/0	126,67	250
250	107,21	4/0	152,01	300
300	126,67	250	177,34	350
350	177,34	350	253,35	500
400	202,68	400	304,02	600

Ejemplo D8 Conductores del circuito del motor, protección contra sobrecarga y protección contra cortocircuitos y fallas a tierra

(ver secciones 240.6, 430.6, 430.22, 430.23, 430.24, 430.32, 430.52 y 430.62, Tablas 430.52 y 430.250)

Se determina la capacidad de corriente (*ampacity*) mínima exigida del conductor, la protección contra sobrecarga del motor, la protección contra fallas a tierra y contra cortocircuito del circuito ramal y la protección del alimentador para tres motores del tipo de inducción en un alimentador trifásico de 480 V, de la siguiente manera:

- (a) Un motor de 18 650 W (25 HP), 460 V, trifásico de jaula de ardilla, corriente de plena carga, de acuerdo con la placa de características, de 32 A, Diseño B, Factor de Servicio 1,15.
- (b) Dos motores de 22 380 W (30 HP), 460 V, trifásicos, de rotor devanado, corriente de plena carga del primario, de acuerdo con la placa de características de 38 A, corriente de plena carga del secundario, de acuerdo con la placa de características, de 65 A, elevación de temperatura de 40°C .

Capacidad de corriente (*ampacity*) del conductor

El valor de corriente de plena carga empleado para determinar la capacidad de corriente (*ampacity*) mínima exigida

del conductor se obtiene de la Tabla 430.250 [ver la sección 430.6(A)], para el motor de jaula de ardilla y el primario de los motores de rotor devanado. Con el fin de obtener la capacidad de corriente (*ampacity*) mínima exigida del conductor, se multiplica la corriente de plena carga por 1,25 [véanse las secciones 430.22 y 430.23(A)].

Para el motor de 18 650 W (25 HP),
 $34 \text{ A} \times 1,25 = 43 \text{ A}$

Para los motores de 22 380 W (30 HP),
 $40 \text{ A} \times 1,25 = 50 \text{ A}$
 $65 \text{ A} \times 1,25 = 81 \text{ A}$

Protección contra sobrecarga del motor

Si se encuentran protegidos por un dispositivo separado contra sobrecarga, se exige que los motores tengan protección contra sobrecarga con un valor nominal de, o ajustado para dispararse a un máximo del 125 % de la corriente de plena carga de acuerdo con la placa de características nominales [véanse las secciones 430.6(A) y 430.32(A)(1)].

Para el motor de 18 650 W (25 hp),
 $32 \text{ A} \times 1,25 = 40 \text{ A}$

Para el motor de 22 380 W (30 hp),
 $38 \text{ A} \times 1,25 = 48 \text{ A}$

Cuando el dispositivo separado de protección contra sobrecarga es un relé de sobrecarga (no es un fusible ni un interruptor automático de circuito) y dicho dispositivo seleccionado al 125 % no es suficiente para dar arranque al motor o accionar la carga, se permite incrementar el ajuste de disparo de acuerdo con la sección 430.32(C).

Protección contra fallas a tierra y cortocircuito del circuito ramal

La selección del valor nominal del dispositivo de protección depende del tipo seleccionado de dicho dispositivo, de acuerdo con la sección 430.52 y la Tabla 430.52. La siguiente información corresponde al motor de 18 650 W (25 hp).

- (a) Fusible sin tiempo de retardo: El valor nominal del fusible es de $300\% \times 34 \text{ A} = 102 \text{ A}$. El siguiente fusible normalizado más grande es de 110 A [véanse las secciones 240.6 y 430.52(C)(1). Excepción No. 1]. Si el motor no arranca con un fusible sin tiempo de retardo de 110 A, se permite incrementar el valor nominal del fusible a 125 A debido a que este valor no sobrepasa el 400 % [ver la sección 430.52(C)(1), Excepción No. 2(a)]
- (b) Fusible con tiempo de retardo: El valor nominal del fusible es de $175\% \times 34 \text{ A} = 59,5 \text{ A}$. El siguiente fusible normalizado más grande es de 60 A [véanse las

secciones 240.6 y 430.52(C)(1). Excepción No. 1]. Si el motor no arranca con un fusible con tiempo de retardo de 60 A, se permite incrementar el valor nominal del fusible a 70 A, debido a que este valor no sobrepasa el 225 % [ver la sección 430.52(C)(1), Excepción No. 2(b)].

Protección contra fallas a tierra y cortocircuito del alimentador

- (a) Ejemplo con fusible sin tiempo de retardo. El valor nominal del dispositivo de protección del alimentador se basa en la suma del dispositivo de protección del circuito ramal más grande para el tipo específico de dispositivo que protege al alimentador: $300\% \times 34 \text{ A} = 102 \text{ A}$ (por consiguiente, se emplearía el tamaño mayor normalizado, 110 A) más la suma de las corrientes de plena carga de los otros motores, o $110 \text{ A} + 40 \text{ A} + 40 \text{ A} = 190 \text{ A}$. El fusible normalizado más cercano que no sobrepasa este valor es 175 A [véanse las secciones 240.6 y 430.62(A)].
- (b) Ejemplo empleando el interruptor automático de tiempo inverso. El dispositivo protector de circuito ramal más grande para el tipo específico de dispositivo protector del alimentador, $250\% \times 34 \text{ A} = 85$. El siguiente tamaño más grande es 90 A, más la suma de las corrientes de carga plena de los otros motores, o $90 \text{ A} + 40 \text{ A} + 40 \text{ A} = 170 \text{ A}$. El interruptor automático de tiempo inverso normalizado más cercano que no excede este valor es 150 A [véanse las secciones 240.6 y 430.62(A)].

Ejemplo D9 Determinación de la capacidad de corriente (*ampacity*) del alimentador para el control de campo del generador

[ver 215.2, 430.24, 430.24 Excepción No. 1, 620.13, 620.14, 620.61 y las Tablas 430.22(E) y 620.14]

Se determina la capacidad de corriente (*ampacity*) del conductor para un alimentador de C.A. trifásico, de 60 Hz y 460 V que alimente un grupo de seis elevadores. El valor nominal, de acuerdo con la placa de características del motor de accionamiento de 460 V C.A. del conjunto MG (Motor-Generador) más grande para un elevador, es de 29 840 W (40 hp) y 52 A, y los elevadores restantes cada uno tiene un valor nominal del motor de accionamiento de 22 380 W (30 hp), 40 A, para sus conjuntos MG. Además de un controlador de motor, cada elevador tiene un control independiente de movimiento/operación con un valor de 10 A nominales continuos para operar microprocesadores, relés, fuentes de alimentación y el operador de la puerta de la cabina del elevador. Los conjuntos MG están clasificados como de ciclo continuo.

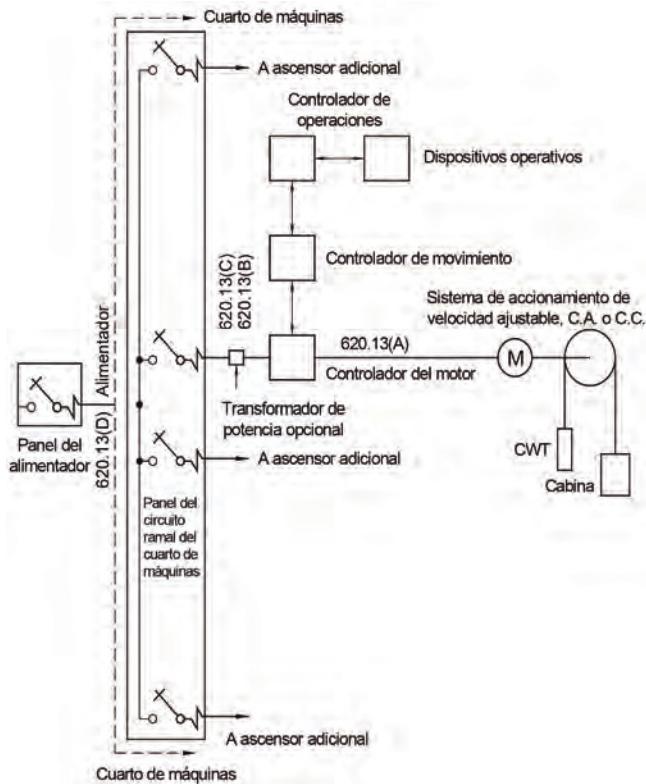


Figura D9 Control de campo del generador

Ejemplo D10 Determinación de la capacidad de corriente (ampacity) del alimentador para el control de un accionamiento de velocidad ajustable

[ver 215.2, 430.24, 620.13, 620.14, 620.61 y la Tabla 430.22(E)]

Se determina la capacidad de corriente (ampacity) del conductor para un alimentador de C.A., trifásico de 60 Hz y 460 V que alimenta un grupo de seis elevadores idénticos. El sistema es un accionamiento de C.C. de velocidad ajustable mediante SCR. Los transformadores de potencia son externos al gabinete del accionamiento (controlador del motor). Cada elevador tiene un controlador separado de movimiento/operación conectado al lado de carga del seccionador de la línea principal con valor de 10 A nominales permanentes para operar microprocesadores, relés, fuentes de alimentación y el operador de la puerta de la cabina del elevador. Cada transformador tiene una valor nominal de 95 kVA con una eficiencia del 90 %.

Capacidad de corriente (ampacity) del conductor.

La capacidad de corriente (ampacity) del conductor se determina de la siguiente manera:

$$I = \frac{95 \text{ kVA} \times 1000}{\sqrt{3} \times 460 \text{ V} \times 0,90_{\text{eff}}} = 133 \text{ A}$$

(a) Se calcula el valor nominal de acuerdo con la placa de características del transformador;

(b) De acuerdo con la sección 620.13(D) para seis elevadores, la capacidad de corriente (*ampacity*) total del conductor es la suma de todas las corrientes.

$$6 \text{ elevadores} \times 133 \text{ A} = 798 \text{ A}$$

(c) De acuerdo con la sección 620.14 y la Tabla 620.14, debe permitirse reducir la capacidad de corriente (*ampacity*) del conductor (alimentador) mediante el uso de un factor de demanda. No se incluyen las cargas constantes (ver la sección 620.13, NOTA INFORMATIVA Nro. 2). Para seis elevadores el factor de demanda es 0,79. Por consiguiente, la capacidad de corriente (*ampacity*) diversificada del alimentador es:

$$= 0,79 \times 798 \text{ A} = 630 \text{ A.}$$

(d) De acuerdo con las secciones 430.24 y 215.3, la corriente permanente del controlador es:

$$125 \% \times 10 \text{ A} = 13 \text{ A}$$

(e) La capacidad de corriente (*ampacity*) total del alimentador es la suma de la corriente diversificada y toda la corriente constante del controlador.

$$I_{\text{total}} = 630 \text{ A} + (6 \text{ elevadores} \times 12,5 \text{ A}) = 705 \text{ A.}$$

(f) Debe permitirse emplear esta capacidad de corriente (*ampacity*) para seleccionar el calibre del alambre. Ver la Figura D10.

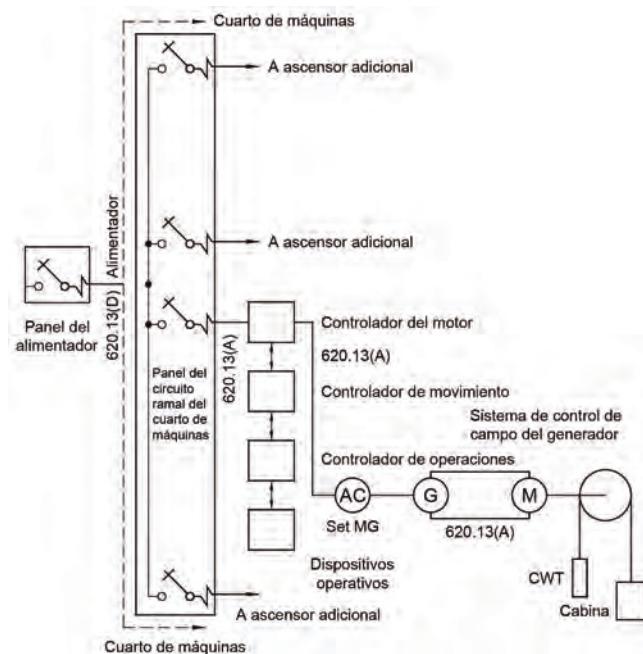


Figura D10 Control de un accionamiento de velocidad ajustable

Ejemplo D11 Vivienda móvil

(ver la sección 550.18)

Las dimensiones del piso de una casa móvil son de 21 m por 3 m, y tiene dos circuitos para electrodomésticos pequeños, un calentador de 1 000 VA, 240 V, un ventilador de extracción de 200 VA, 120 V, una lavadora de platos de 400 VA, 120 V y una estufa eléctrica de 7 000 VA.

Carga de iluminación y de electrodomésticos pequeños

Iluminación (21 m × 3 m × 33 VA m ²)	2 079 VA
Electrodomésticos pequeños (1 500 VA x 2 circuitos)	3 000 VA
Lavandería (1 500 VA x 1 circuito)	1 500 VA
Subtotal	6 579 VA
Primeros 3,000 VA al 100 %	3 000 VA
Restantes (6 579 VA – 3 000 VA = 3 600 VA) × 35 %	1 252 VA
Total	4 252 VA

$$4\,252 \text{ VA} \div 240 \text{ V} = 17,72 \text{ A por ramal.}$$

Carga (A) por ramal	Ramal A	Ramal B
Iluminación y electrodomésticos	18	18
Calefactor (1 000 VA ÷ 240 V)	4	4
Ventilador (200 VA × 125 % ÷ 120 V)	2	—
Lavadora de platos (400 VA ÷ 120 V)	—	3
Estufa (7 000 VA × 0,8 ÷ 240 V)	23	23
Total A por ramal	47	48

Ejemplo D12 Remolque estacionado

(ver la sección 552.47)

Las dimensiones del piso de un remolque estacionado son de 12 m por 3 m y tiene dos circuitos para pequeños electrodomésticos, un calefactor de 1 000 VA, 240 V, un ventilador de extracción de 200 VA, 120 V, una lavadora de platos de 400 VA, 120 V y una estufa eléctrica de 7 000 VA.

Carga de iluminación y de electrodomésticos pequeños

Iluminación (12 m × 3 m × 33 VA m ²)	1 188 VA
Electrodomésticos pequeños (1 500 VA x 2 circuitos)	3 000 VA
Lavandería (1 500 VA x 1 circuito)	1 500 VA
Subtotal	5 688 VA
Primeros 3 000 VA al 100 %	3 000 VA
Restantes (5 688 VA – 3 000 VA = 2 700 VA) × 35 %	941 VA
Total	3 941 VA

$$3\,941 \text{ VA} \div 240 \text{ V} = 16,42 \text{ A por ramal}$$

Carga (A) por ramal	Ramal A	Ramal B
Iluminación y electrodomésticos	16	16
Calefactor (1 000 VA ÷ 240 V)	4	4
Ventilador (200 VA × 125 % ÷ 120 V)	2	—
Lavadora de platos (400 VA ÷ 120 V)	—	3
Estufa (7 000 VA × 0,8 ÷ 240 V)	23	23
Total A por ramal	45	46

Con base en la corriente más alta, calculada para cualquiera de los ramales, se requerirá un cordón de alimentación de mínimo 50 A.

Ejemplo D13 Cálculos de bandejas portacables

(ver el Artículo 392)

D13(a) Cables multiconductores de 107,21 mm² (4/0 AWG) y mayores**Uso:** NTC 2050 - 392.22 (A)(1)(a)

Las bandejas portacables deben tener un ancho interno igual o mayor a la suma de los diámetros (Sd) de los cables, que se deben instalar en una sola capa.

Ejemplo: El ancho de la bandeja portacable se obtiene de la siguiente forma:

Tamaño del cable utilizado	(OD) Diámetros externos del cable (mm)	(N) Número de cables	SD = (OD) × (N) (Suma de los diámetros del cable) (m)
3-conductor Tipo Cable MC — 107 mm ² (4/0 AWG)	39,87	12	0,478

La suma de los diámetros (Sd) de todos los cables = 0,478 m, por lo tanto, se requiere una bandeja portacables con una anchura interna de por lo menos 0,478 m.

Nota: Diámetro externo del cable es un diámetro nominal de los datos del catálogo.

D13(b) Cables multiconductores menor a 107,21 mm² (4/0 AWG)**Uso:** NTC 2050 - 392.22(A)(1)(b)

La suma de las áreas de la sección transversal de todos los cables a ser instalados en la bandeja portacables debe ser igual o menor al área permitida del cable para el ancho de la bandeja, tal como se muestra en la Tabla 392.22(A), Columna 1.

Tabla D13(b) de la Tabla 392.22(A), Columna 1	
Ancho interno de la bandeja portacables (mm)	Área permitida del cable (mm ²)
152	4516
229	6 774
305	9 032
457	13 548
610	18 064
762	22 581
914	27 097

Ejemplo: El ancho de la bandeja portacables se obtiene de la siguiente manera:

Tamaño del cable utilizado	(A) Área de la sección transversal del cable (mm^2)	(N) Número de cables	Multiplicar (A) × (N) (Cuál es el área total de la sección transversal del cable en mm^2)
4-conductor Tipo Cable MC — 42,2 mm^2 (1 AWG)	732	9	6 590

El área total de la sección transversal del cable es de 6 590 mm^2 . Usando la Tabla D13(b) se debe utilizar la siguiente área permitida más alta del cable, que tiene 6 774 mm^2 . La Tabla especifica que el ancho interno de la bandeja portacables para un área permitida del cable de 6 590 mm^2 es de 229 mm.

Nota: El área de la sección transversal del cable es un área nominal del dato del catálogo.

D13(c) Los Cables de un solo conductor de 53,5 mm^2 (1/0 AWG) hasta 107,21 mm^2 (4/0 AWG)

Uso: NTC 2050 - 392.22(B)(1)(d)

La bandeja portacables debe tener una anchura interna igual o mayor a la suma de los diámetros (Sd) de los cables. Los cables se deben distribuir uniformemente a lo largo de la bandeja portacables.

Ejemplo: La anchura de la bandeja portacables se obtiene de la siguiente manera:

Cable de un solo conductor utilizado	(OD) Diámetros externos del cable (mm)	(N) Número de cables	Sd = (OD) × (N) (Suma de los diámetros del cable) mm
THHN — 107,21 mm^2 (4/0 AWG)	16 3068	18	294

La suma de los diámetros (Sd) de todos los cables = 294 mm, por tanto, se requiere una bandeja portacables con un ancho interno de por los menos 294 mm.

Nota: Diámetro externo del cable del Capítulo 9, Tabla 5.

D13(d) Cables de un solo conductor de 126,67 mm^2 (250 kcmil) hasta 900 kcmil

Uso: NTC 2050 - 392.22(B)(1)(b)

La suma de las áreas de la sección transversal de todos los cables a ser instalados en la bandeja portacables debe ser igual o menor al área permitida del cable para el ancho de la bandeja, tal como se muestra en la Tabla 392.22(B)(1), Columna 1.

Tabla D13(b) de la Tabla 392.22(A), Columna 1	
Anchura interna de la bandeja portacables (mm)	Área permitida del cable (mm^2)
152	4 194
229	6 129
305	8 387
457	12 581
610	16 774
762	20 968
914	25 161

Ejemplo: La anchura de la bandeja portacables se obtiene de la siguiente manera:

Tamaño del cable utilizado	(A) Área de la sección transversal del cable (mm^2)	(N) Número de cables	Multiplicar (A) × (N) (Cuál es el área total de la sección transversal del cable en mm^2)
THHN — 500 kcmil	456	9	4105

El área total de la sección transversal del cable es de 456 mm^2 . Usando la Tabla D13(b) se debe utilizar la siguiente área permitida más alta del cable, que tiene 4 194 mm^2 . La Tabla especifica que el ancho interno de la bandeja portacables para un área permitida del cable de 4 194 mm^2 es de 152 mm.

Nota: El área de la sección transversal del cable de un solo conductor del Capítulo 9, Tabla 5.

Ejemplo D14 Cálculo de bomba contra incendio

Un conmutador de desconexión de acometida con fusible suministra potencia a una bomba contra incendios trifásica de 74 600 W (100 hp), 208 V, y a una bomba jockey trifásica de 1 119 W (1½ hp), 208 V. Determinar los tamaños del medio de desconexión y el dispositivo de protección contra la sobrecorriente (OCPD) para el sistema.

Determinar, además, la capacidad de corriente mínima de los conductores del alimentador.

Solución

Paso 1. Se determinan los valores nominales mínimos del medio de desconexión y el OCPD. De acuerdo con las placas de características del motor, la corriente de rotor bloqueado (LRC) es 1 603 A para el motor de 74 600 W (100 hp) y 44 A para el motor de 1 119 W (1½ hp). Si no aparecen los amperios del rotor bloqueado en las placas de características, se pueden utilizar las LRC de la Tabla 430.251(B). Se calcula el tamaño sumando la LRC de ambos motores y procediendo entonces con el siguiente OCPD de tamaño estándar más grande, de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} \text{LRC trifásico de } 74\,600 \text{ W (100 hp)} &= 1\,603 \text{ A} \\ \text{LRC trifásico de } 1\,119 \text{ W (1½ hp)} &= 44 \text{ A} \\ \text{LRC total} &= 1\,647 \text{ A} \end{aligned}$$

El siguiente conmutador de desconexión de tamaño estándar más grande es 2 000 A. También se permite un interruptor de circuito de disparo ajustable de 1 700, puesto que éste, también, portará la LRC de manera indefinida.

Paso 2. Se determina la capacidad de corriente mínima para el conductor del alimentador de la bomba contra incendios. Aunque el conmutador de desconexión y el dispositivo de protección contra la sobrecorriente tienen dimensiones de acuerdo con las LRC, se requiere que los conductores del alimentador hacia la bomba contra incendios y el equipo asociado tengan una capacidad de corriente mínima de 125 % de la corriente nominal de carga total (FLC) de los motores de la bomba contra incendios y los motores de la bomba de mantenimiento de la presión, más el 100 % de equipo accesorio asociado. Se calcula el tamaño del alimentador hacia el controlador de la bomba contra incendios empleando los datos del numeral 430.6(A)(1) y la Tabla 430.250 para la FLC de los motores:

$$\begin{aligned} \text{FLC trifásica de } 74\,600 \text{ W (100 hp)} &= 1\,603 \text{ A} \\ 273 \text{ A} \times 1,25 &= 341,25 \text{ A} \\ \text{FLC trifásica de } 1\,119 \text{ W (1½ hp)} & \\ 6,66 \text{ A} \times 1,25 &= 8,25 \text{ A} \\ \text{FLC total} &= 349,5 \text{ A o } 350 \text{ A} \end{aligned}$$

Así, la capacidad de corriente mínima para los conductores del alimentador es 350 A. Haciendo uso de la columna de 75 °C, de acuerdo con el numeral 10.14(C)(1)(b), de la Tabla 310.15(B)(16), el tamaño requerido es de un conductor de cobre de 253,35 mm² (500 kcmil).

D14 (a) Tamaño de transformador dedicado

Un transformador dedicado, trifásico, de 13 200 / 208 V, suministra potencia a una bomba contra incendios, código G, trifásica de 74 600 W (100 hp), 208 V, y a una bomba jockey, código H, trifásica de 1 119 W (1½ hp), 208 V. Determinar los tamaños del transformador dedicado y su protección primaria contra la sobrecorriente.

Solución

Paso 1. Se determina el transformador de tamaño estándar mínimo. En primer lugar, a fin de determinar el valor de corriente mínima que se va a usar en el cálculo de la potencia trifásica, se adicionan las corrientes de carga total (FLC) de los motores de la bomba contra incendios y de la bomba jockey. Las FLC de los dos motores, haciendo uso de los valores de FLC de la Tabla 430.250, son las siguientes:

$$\begin{aligned} \text{FLC trifásica de } 74\,600 \text{ W (100 hp)} &= 273 \text{ A} \\ \text{FLC trifásica de } 1\,119 \text{ W (1½ hp)} &= 6,6 \text{ A} \\ \text{FLC total} &= 279,6 \text{ A o } 280 \text{ A} \end{aligned}$$

Ahora, se incrementa la suma del motor de la bomba contra incendios y el motor de la bomba jockey a 125 %:

$$280 \text{ A} \times 1,25 = 350 \text{ A}$$

A continuación, se dimensiona el transformador de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} \text{kVA transformador} &= \text{tensión} \times \text{corriente} \times \sqrt{3} \\ &= \frac{1000}{208 \times 350 \times \sqrt{3}} \\ &= \frac{1000}{126,09} \\ &= 126,09 \text{ kVA} \end{aligned}$$

El tamaño mínimo de transformador permitido es 126,09 kVA. El siguiente transformador de tamaño estándar más grande disponible es de 150 kVA, aunque no se permite ningún tamaño mayor.

Paso 2. Se calcula el OCPD primario de tamaño mínimo permitido para este transformador. De acuerdo con el numeral 695.5(B), el OCPD primario mínimo debe permitir que el secundario de los transformadores alimente la corriente de rotor bloqueado (LRC) hacia la bomba contra incendios y, en este caso, la bomba jockey. Se debe calcular de forma individual la LRC de cada motor, si no se encuentra en la placa de características del motor. No obstante, en este ejemplo, se supone que sólo están disponibles las letras de código de kVA. De acuerdo con el numeral 430.7(B) y haciendo uso de los valores máximos para las letras de código individuales, establecidos en la Tabla 430.7(B), se calculan las LRC máximas, de la siguiente manera.

Para el motor de 74 600 W (100 HP), letra de código es G:

$$\begin{aligned} \text{LRC} &= \text{hp del motor} \times \text{valor máx. de la letra de código} \times 1\,000 \\ &\quad \text{tensión del motor} \times \text{factor trifásico} \\ &= 100 \text{ hp} \times 6,29 \text{ kVA} \times 1\,000 = 1\,745,92 \text{ A} \\ &\quad 208 \times \sqrt{3} \end{aligned}$$

Para el motor de 1 119 W (1½ hp), letra de código H (empleando la misma fórmula):

$$\text{LRC} = 1\frac{1}{2} \text{ hp} \times 7,09 \text{ kVA} \times 1\,000 = 29,51 \text{ A}$$

$$208 \times \sqrt{3}$$

Para la LRC total:

$$\begin{aligned} \text{LRC de } 74\,600 \text{ W (100 hp)} &= 1\,745,92 \text{ A} \\ \text{LRC de } 1\,119 \text{ W (1½ hp)} &= 29,51 \text{ A} \\ \text{LRC total} &= 1\,775,43 \text{ A o } 1\,775 \text{ A} \end{aligned}$$

Ahora, se calcula la LRC equivalente en el lado primario del transformador, con base en la LRC calculada del secundario del transformador, de la siguiente manera:

$$\text{primario de LRC} = \frac{\text{tensión de secundario} \times \text{secundario}}{\text{de LRC}}$$

tensión de primario

$$\begin{aligned} &= 208 \text{ V} \times 1\ 775 \text{ A} \\ &\quad 13\ 200 \text{ V} \\ &= 27,96 \text{ A o } 28 \text{ A} \end{aligned}$$

Este valor de 28 A representa la LRC del secundario reflejada en el lado del primario del transformador. Puesto que este valor es el OCPD más pequeño absoluto permitido, el siguiente tamaño estándar más grande, de acuerdo con el numeral 240,6, es 30 A.

Conclusión.

1. El tamaño estándar más pequeño de transformador que se permite es 150 kVA.
2. El OCPD de tamaño estándar más pequeño permitido en el primario del transformador es 30 A.
3. No se permite un OCPD de secundario.

D14 (b) Tamaño mínimo para los conductores.

Determinar el tamaño mínimo para los conductores del lado de la línea y de la carga de un controlador con una bomba contra incendios con un motor de 37 300 W (50 hp), trifásico, 208 V. El motor de la bomba y el controlador están configurados para un funcionamiento en delta, de arranque en estrella.

- En la Tabla 430.250 se especifica la corriente de carga total (FLC) para motor de 37 300 W (50 hp) como 143 A.
- En la Sección 430.22(C) se exige una capacidad de corriente de conductor mínima del lado de la línea del controlador con base en el 125 % de la FLC del motor.
- En la Sección 430.22(C) se exige una capacidad de corriente de conductor mínima del lado de la carga del controlador con base en el 72 % de la FLC del motor.

Solución

Paso 1. Se determina la capacidad de corriente (*ampacity*) de conductor mínima.

- (a) Lado de la carga: $143 \text{ A} \times 0,72 = 103 \text{ A}$
- (b) Lado de la línea: $143 \text{ A} \times 1,25 = 179 \text{ A}$

Paso 2. Se determina el diámetro mínimo del conductor de cobre THWN empleando la Tabla 310.15(B)(16) y suponiendo terminaciones de 75 °C en el controlador.

- (a) Lado de la carga: 115 A requiere conductores de 33,62 mm² (2 AWG). La capacidad de corriente combinada de los dos conductores de circuito de 33,62 mm² (2 AWG) conectados en paralelo a cada devanado en el modo de operación es 230 A.
- (b) Lado de la línea: 179 A requiere conductores de 85,02 mm² (3/0 AWG). Es posible que se deba incrementar el tamaño mínimo para los conductores a fin de cumplir con los requisitos obligatorios de desempeño en caída de tensión del numeral 695.7.