

Información técnica

Prácticas de cableado para calentadores eléctricos

Aislante de alambre y conductores

La selección de los materiales para el cableado para usarse en una aplicación en particular depende del voltaje de servicio y las temperaturas anticipadas de operación. La tabla a continuación lista algunas de las construcciones de cable dentro del Código Eléctrico Nacional más comunes de acuerdo a sus limitaciones de temperatura. Los alambres aislados deberán regularse para trabajar por debajo de temperaturas ambiente elevadas y nunca deberán usarse por encima de sus valores nominales de temperatura. La temperatura de funcionamiento del cable de cobre descubierto deberá limitarse a un máximo de 200 °C (392 °F). En el artículo 310 del Código Eléctrico Nacional se muestra un listado completo de construcciones de alambre y capacidades de carga de corriente admisibles.

Cableado de propósito general

Temperatura máxima del conductor		Tipo de alambre (600V)	Construcción (conductores de cobre)
°C	°F		
60	140	TW	Termoplástico
75	167	RHW	Caucho
90	194	THW	Termoplástico
		RHH	Caucho resistente al calor
		THWN	Termoplástico resistente a calor
200	392	XHHN	Termoplástico de conexión cruzada resistente al calor
		MTW	Termoplástico de conexión cruzada resistente al calor
		FEP	Teflon®

Materiales de cableado para alta temperatura

Temperatura máxima del conductor		Tipo de alambre (600V)	Construcción (cobre niquelado o conductores de níquel)
°C	°F		
250	482	TGT	Teflon® - vidrio- Teflon®
450	842	TGGT	
		MGS	Mica - vidrio- silicón
594	1100	MGT	Mica - vidrio- Teflon®
		Bare	Alambre de níquel manganeso o barras colectoras con aisladores de cerámica

Nota: Se ofertan materiales de cableado de alta temperatura para aplicaciones específicas en el lugar de funcionamiento del equipo.

Clasificación del contactor

Los contactores se clasifican normalmente para cargas inductivas y resistivas. La mayoría de los calentadores de resistencia eléctrica tienen una corriente interna insignificante o corriente inductiva. Seleccione los contactores basados en las clasificaciones de la carga resistiva. Use las fórmulas mostradas en los párrafos referidos a la clasificación del alambre para determinar la carga de amperaje por polo (fase). Seleccione un contactor con el valor nominal de corriente siguiente más alto. Use un contactor de dos polos para la alimentación monofásica (dos hilos) y un contactor de tres polos para cargas trifásicas delta o en estrella balanceadas. Para cargas del calentador con corrientes internas, refiérase a la información ofrecida de los datos del producto para revisar aquella que se refiera al amperaje máximo.

Cable y alambre termopar

Los termopares y alambres conductores están codificados en color para ayudar en la identificación y evitar cableados cruzados inadvertidos. Los siguientes gráficos indican los colores usados para diferentes aleaciones:

Codificación de color del termopar

Tipo	Color positivo (+)	Aleaciones
J	Blanco	Hierro/Constantan
K	Amarillo	Chromel / Alumel
T	Azul	Cobre/ Constantan
E	Violeta	Chromel/Constantan
R	Negro	Platino/Platino (con 13 % de rodio)
S	Negro	Platino/Platino (con 6 % de rodio)
N	Naranja	Nicrosil/Nisil

Nota: Conductor negativo (-) identificado con aislamiento coloreado en rojo.

Colores del alambre de extensión del termopar

Tipo	Positivo	Negativo	Conjunto de color	Color positivo (+)
T	TPX	TNX	Azul	Azul
J	JPX	JNX	Negro	Blanco
E	EPX	ENX	Violeta	Violeta
K	KPX	KNX	Amarillo	Amarillo
R or S	SPX	SNX	Verde	Negro
B	BPX	BNX	Gris	Gris

Nota: Conductor negativo (-) identificado con aislamiento coloreado en rojo.

Ruido eléctrico y controles

El "ruido" eléctrico se refiere a voltajes eléctricos extraños que interfieren con las señales de control legítimas. La mayor parte del ruido eléctrico es introducido por el acoplamiento electromagnético con lámparas fluorescentes, contactores, conexión de alimentación eléctrica y otros dispositivos que producen arcos eléctricos. Proteja el circuito de control y mantenga los hilos del termopar separados de la conexión de alimentación eléctrica. Ponga los hilos conductores protegidos del termopar en un conducto separado para lograr su máxima protección.

Límites de temperatura para los controles

La mayor parte de los controles mecánicos y termostatos (cuerpos de control) pueden resistir un margen amplio de temperaturas ambiente desde por debajo de la congelación hasta por encima de 60 °C (140 °F). Los controles electrónicos, transformadores, contactores y otros dispositivos son más sensibles a la temperatura y las temperaturas extremas generalmente acortarán la vida del componente. La mayor parte de los equipos eléctricos y electrónicos funcionarán con precisión en temperaturas de ambiente en un margen desde -1 °C (30 °F) hasta 54 °C (130°F). Los Triacs y controles SCR necesitan, frecuentemente, de un enfriamiento especial para valores nominales de carga completa cuando funcionen por encima de 49 °C (120 °F). Refiérase a las instrucciones de instalación o contacte el fabricante del dispositivo para obtener otras recomendaciones.

Consejos para el cableado de calentadores eléctricos

A continuación se dan algunas recomendaciones generales para la instalación de elementos y conjuntos de calentamiento eléctrico. Estas recomendaciones son sólo sugerencias y no entran en conflicto con el Código Eléctrico Nacional ni los códigos locales.

ADVERTENCIA: Peligro de descarga eléctrica.

Cualquier instalación que involucre calentadores eléctricos debe conectarse a tierra eficazmente de acuerdo al Código Eléctrico Nacional para eliminar el peligro de descarga eléctrica. Toda la instalación eléctrica a los calentadores debe hacerse por una persona calificada y siguiendo el Código Eléctrico Nacional o los códigos eléctricos locales por una persona calificada.

1. El calentamiento y enfriamiento repetitivos pueden causar que las conexiones eléctricas se aflojen con el tiempo. Un amperaje elevado que pase a través de un terminal flojo puede causar sobrecalentamiento y fallo en el terminal. Todas las conexiones de los terminales del calentador deben apretarse con un par de torsión máximo de acuerdo con la resistencia del terminal. Use una segunda llave o alicates para evitar que los terminales del calentador se tuerzan.
2. Use un alambre enroscado en aquellas aplicaciones donde los alambres de alimentación a las conexiones de los terminales del calentador puedan estar sujetos a movimiento. Cuando use un alambre sólido o barra colectoras en los terminales del calentador, extienda unos lazos entre los puntos de soporte para minimizar las tensiones dañinas que se producen debido a la expansión y contracción.
3. Suelde o argente con cobre y plomo las conexiones a los elementos de calentamiento que puedan estar sujetos a temperaturas extremas o vibración. Use un mínimo de fundente para completar la conexión y mantenga el fundente alejado de manera que no contamine el elemento de calentamiento. Quite el fundente residual para evitar la corrosión de la junta eléctrica.
4. Mantenga el conducto capilar del termostato y los hilos del termopar a distancia de los terminales del calentador para evitar cortocircuitos accidentales. Se recomienda el uso de un revestimiento o de un tubo aislado.
5. Use la instalación eléctrica adecuada para resistir las temperaturas de funcionamiento anticipadas. A menos que se indique, específicamente, que el calentador usa alambre de cobre de baja temperatura, se recomiendan los conductores de aleación de alta temperatura para las conexiones de los terminales del calentador.
6. No use alambres de caucho, cubiertos de plástico o impregnados en cera dentro de las cajas de conexiones de los calentadores en aplicaciones de alta temperatura. Estos aislamientos se deteriorarán y se expedirán gases que pueden contaminar el elemento y causar cortocircuitos.

Información técnica

Prácticas de cableado para calentadores eléctricos (cont.)

Selección del calibre del alambre (AWG)

La dimensión (calibre del alambre) del conductor eléctrico para una aplicación particular dependerá del amperaje (corriente) el cual derivará la carga del calentador desde la fuente de alimentación. La corriente puede calcularse por la ley de Ohm. Para calcular el amperaje, use las siguientes fórmulas. En una fuente de alimentación monofásica (dos hilos), el amperaje por línea se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Amperaje monofásico} = \frac{\text{Vataje total del circuito}}{\text{Voltaje de línea}}$$

En circuitos de alimentación trifásica con cargas balanceadas de calentamiento delta o en estrella, el amperaje de la línea se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Amperaje trifásico} = \frac{\text{Vataje total del circuito}}{\text{Voltaje de línea} \times 1.73}$$

La tabla II lista el amperaje para valores nominales de KW comunes.

Ampacidades permitidas

Una vez que la corriente de carga ha sido determinada, el calibre del alambre se puede seleccionar de las tablas presentes en el artículo 310 del Código Nacional Eléctrico (NEC). Como una guía, la tabla III a la derecha lista las ampacidades recomendadas para la mayoría de los alambres aislados para aplicaciones de alta temperatura. Los valores nominales actuales para alambres a 90 °C en ambiente a 30 °C están incluidos como referencia.

Correcciones para temperaturas ambiente elevadas

Las capacidades de portar corriente de carga recomendadas en alambres de 200 °C a 250 °C son válidas si las temperaturas del conductor no exceden 40 °C (104 °F). Las temperaturas de operación por encima de 40 °C (104 °F) necesitan en la aplicación de un factor de corrección de temperatura para el alambre correspondiente.

Ejemplo: El alambre tipo TGT con calibre permisible 14, es capaz de soportar 39 Amp a 40 °C (104 °F), pero debe ser reducido a 0.85 (85 %) ó 33 Amp cuando funciona a 100 °C (212 °F).

Múltiples alambres aislados en un conducto

El calibre seleccionado arriba puede usarse en el circuito de calentamiento con tres (3) alambres encerrados en un conducto rígido o flexible para proteger el cableado. Si se instalan más de 3 conductores en el mismo conducto, se debe usar otro factor de corrección de corriente. Para casos en que sean de 4 a 6 conductores en un solo conducto, use un 80 % de la capacidad de corriente de carga recomendada. Para casos de 7 a 24 conductores use un 70 %.

Tabla II. Amperaje (corriente) para valores KW típicos del calentador

kW	Monofásico					Carga balanceada trifásica				
	120V	208V	240V	440V	480V	208V	240V	440V	480V	575V
1	8.4	4.8	4.2	2.3	2.1	2.8	2.5	1.4	1.3	1.0
2	16.7	9.7	8.4	4.6	4.2	5.6	4.9	2.7	2.5	2.0
3	25.0	14.5	12.5	6.9	6.3	8.4	7.3	4	3.7	3.0
4	33.4	19.3	16.7	9.1	8.4	11.2	9.7	5.3	4.9	4.0
5	41.7	24.1	20.9	11.4	10.5	13.9	12.1	6.6	6.1	5.0
6	50.0	28.9	25.0	13.7	12.5	16.7	14.5	7.9	7.3	6.0
7.5	62.5	36.1	31.3	17.1	15.7	20.9	18.1	9.9	9.1	7.5
10	83.4	48.1	41.7	22.8	20.9	27.8	24.1	13.2	12.1	10.0
12	100.0	57.7	50.0	27.3	25	33.4	29	15.8	14.5	12.1
15	125.0	72.2	62.5	34.1	31.2	41.7	36.2	19.7	18.1	15.0
20	167.0	96.2	83.4	45.5	41.7	55.6	48.2	26.3	24.1	20.1
25	209.0	121	105	56.9	52.1	69.5	60.3	32.9	30.1	25.1
30	—	145	125	68.2	62.5	83.4	72.3	39.4	36.2	30.2
50	—	241	209	114	105	139	121	65.7	60.3	50.3
75	—	—	313	171	157	209	181	98.6	90.4	75.4
100	—	—	417	228	209	278	241	132	121.0	100.0

Tabla III. Ampacidad permitida

Tipo de conductor	Tres conductores aislados en una canaleta o conducto			Un solo conductor ^{1,2} al aire libre (ambiente a 20 °C)		
	Cobre	Cobre	Níquel o cobre niquelado	Cobre niquelado	Níquel	
Tipo de aislamiento	THHN XHHW MTW	FEP PFA SRG	TGT TGGT TFE	MGT MGS	MGT MGS	
Temperatura ambiente	30°C (86°F)	40°C (104°F)	40°C (104°F)	200°C (392°F)	200°C (392°F)	
Temperatura máxima del conductor (límites de aislamiento)						
Calibre AWG	90°C (194°F)	200°C (392°F)	250°C (482°F)	450°C (842°F)	450°C (842°F)	
14	25	36	39	44	23	
12	30	45	54	58	31	
10	40	60	73	77	42	
8	55	83	93	100	53	
6	75	110	117	—	—	
Factores de corrección para temperaturas del ambiente elevadas						
Ambiente (°C)	Para temperatura de ambiente que exceda los valores en la tabla arriba, multiplique las ampacidades permisibles por el factor apropiado abajo.					Ambiente (°F)
36 - 40	0.91	1.00	1.00	—	—	96 - 104
41 - 45	0.87	0.97	0.98	—	—	105 - 113
46 - 50	0.82	0.96	0.97	—	—	114 - 122
51 - 55	0.76	0.95	0.95	—	—	123 - 131
56 - 60	0.71	0.94	0.94	—	—	132 - 140
61 - 70	0.58	0.9	0.93	—	—	141 - 158
71 - 80	0.41	0.87	0.9	—	—	159 - 176
81 - 90	—	0.83	0.87	—	—	177 - 194
91 - 100	—	0.79	0.85	1.22	—	195 - 212
101 - 120	—	0.71	0.79	1.19	—	213 - 248
121 - 140	—	0.61	0.72	1.16	1.16	249 - 284
141 - 160	—	0.5	0.65	1.12	1.12	285 - 320
161 - 180	—	0.35	0.58	1.06	1.06	321 - 356
181 - 200	—	—	0.49	1.00	1.00	357 - 392
201 - 225	—	—	0.35	0.92	0.92	393 - 437
226 - 250	—	—	—	0.87	0.87	438 - 542
250 - 300	—	—	—	0.70	0.70	543 - 572
300 - 350	—	—	—	0.49	0.49	573 - 662

1. Datos derivados o extrapolados de los valores y criterios publicados en el artículo 310 del Código Eléctrico Nacional.
2. El alambre aislado MGT y MGS está concebido para usarse en interconexiones de calentadores de banda y elementos ubicados en ambientes de alta temperatura y no para instalaciones eléctricas de propósito general. No use esos valores de amperaje para tres conductores aislados dentro de canaletas o conductos.