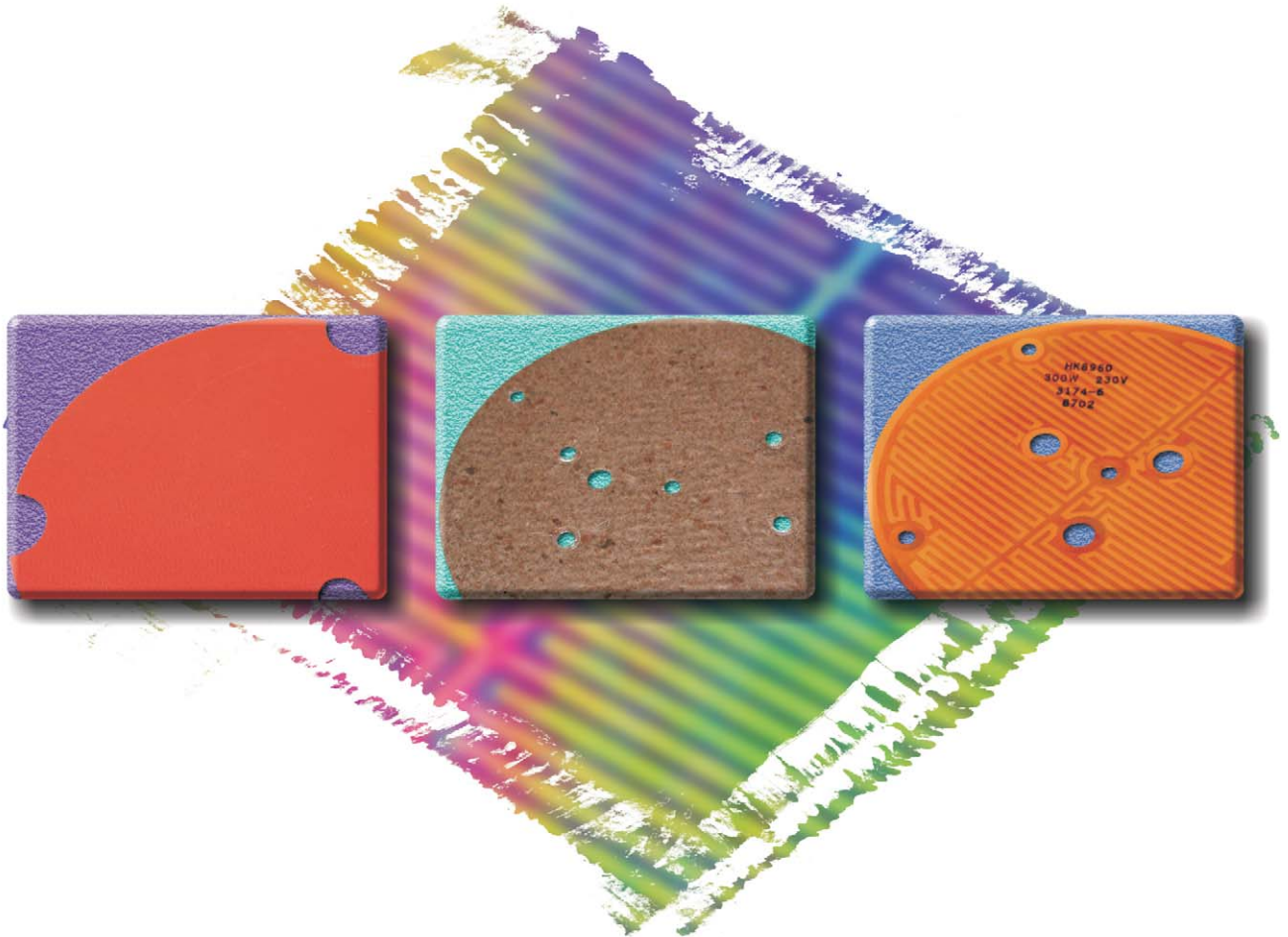


BULLETIN HS-202F

RÉCHAUFFEURS THERMOFOIL™



Réchauffeurs polyimide • Réchauffeurs caoutchouc de silicone • Réchauffeurs mica
Réchauffeurs tout-polyimide • Réchauffeurs transparents Thermal-Clear™
Flexibles, légers, haute densité de puissance
Modèles standard et personnalisés, modèles en stock • Certifiés UL
Régulateurs de température • Capteurs • Accessoires

MINCO

Minco S.A.

Z.I. 09310 Aston, France
Tel: +33 (0) 5 61 03 24 01
Fax: +33 (0) 5 61 03 24 09
www.minco.com/fr

Minco Products, Inc.

Minneapolis, MN U.S.A.
Tel: +1 763 571 3121
Fax: +1 763 571 0927
www.minco.com

Minco: la solution des problèmes de chauffage

En 1959 Minco fabriquait des capteurs flexibles de température à résistance pour les gyroscopes des systèmes de navigation. Ces gyroscopes utilisaient un réchauffeur bobiné pour maintenir une température constante. Cependant, les réchauffeurs étaient détruits s'ils étaient utilisés à pleine puissance.

Bien que Minco ne fabriquaît pas de réchauffeurs, nos ingénieurs ont identifié le problème comme étant dû à un trop faible transfert de chaleur. La résistance chauffante ne recouvrant qu'une petite partie de la surface, il était impossible d'obtenir suffisamment de puissance pour conserver la température désirée.

Minco gravait des modèles de réchauffeurs sur un support flexible. Avec un élément chauffant couvrant bien plus de surface, c'était possible d'introduire plus de chaleur dans les gyroscopes sans détruire les éléments.

Ces premiers réchauffeurs Thermofoil™ étaient légers et une solution efficace à un problème difficile. La technologie Thermofoil™ résout maintenant des problèmes en aérospatiale, dans le médical et dans l'industrie.

Minco continue à innover et à concevoir. Voici quelques exemples:

- ◆ Les premiers réchauffeurs laminaires gravés
- ◆ Les premiers capteurs intégrés dans les réchauffeurs
- ◆ Les premiers réchauffeurs polyimide
- ◆ Les premiers réchauffeurs profilés pour une température plus uniforme
- ◆ Les premiers circuits flexibles intégrés
- ◆ Les premiers réchauffeurs laminaires mica
- ◆ Les premières conceptions de modèles et d'outillage avec CAO (Conception Assistée par Ordinateur)
- ◆ Les premiers réchauffeurs bobinés transparents utilisant le bobinage NC (contrôle numérique)

Jusqu'à présent Minco a créé et fabriqué plus de 15 000 modèles de réchauffeurs.



Minco



Minco EC



Minco S.A.

Les installations de Minco

Aujourd'hui la production des réchauffeurs Minco occupe trois usines adjacentes situées près de Minneapolis. Elles représentent au total 13 000 m² avec une usine supplémentaire en France.

La particularité des établissements réside dans leurs équipements de qualité. L'assemblage des couches s'effectue dans une salle blanche afin d'éviter l'introduction de matériaux étrangers.

Tout le processus chimique et le traitement des eaux usées sont conformes aux strictes lois environnementales du Minnesota. Minco a été reconnu comme étant un des meilleurs dans le recyclage de déchets métalliques.

L'Assurance Qualité

Minco satisfait à différents niveaux de qualité. Un réchauffeur construit pour le missile Trident, par exemple, bénéficie de tous les documents de Classe 1. Un réchauffeur pour une application commerciale demandera, quant à lui, bien moins de documents, mais sera toujours conforme à son cahier des charges. Ce travail sérieux et expérimenté garantit une totale conformité.

Minco détient la certification ISO 9001: 2000.

L'ingénierie

Les ingénieurs de Minco emploient les outils les plus récents afin de concevoir les réchauffeurs les plus adaptés à vos applications. Ils sé-

lectionnent les matériaux adaptés à vos conditions environnementales. La CAO est reliée à l'outil de production pour garantir la répétabilité de la fabrication.

Une unique source pour la thermorégulation

La conception thermique est une des disciplines les plus exigeantes en ingénierie. Minco peut fournir tous les composants dont vous avez besoin. Minco est leader pour la production de capteurs de température. Parce que nous construisons nos propres capteurs, du début à la fin, nous pouvons fournir des capteurs parfaitement adaptés au contrôle des réchauffeurs Thermofoil™. Les capteurs de température à résistance peuvent être montés le long des réchauffeurs ou y être intégrés pour obtenir plus de précision et un temps de réponse minime. Se référer à la page K-11 pour une sélection de capteurs courants.

Minco fournit aussi des régulateurs de température, du Heaterstat™ sans capteur à des modèles à microprocesseurs programmables. Voir la section K pour des informations spécifiques.

Pour en savoir plus

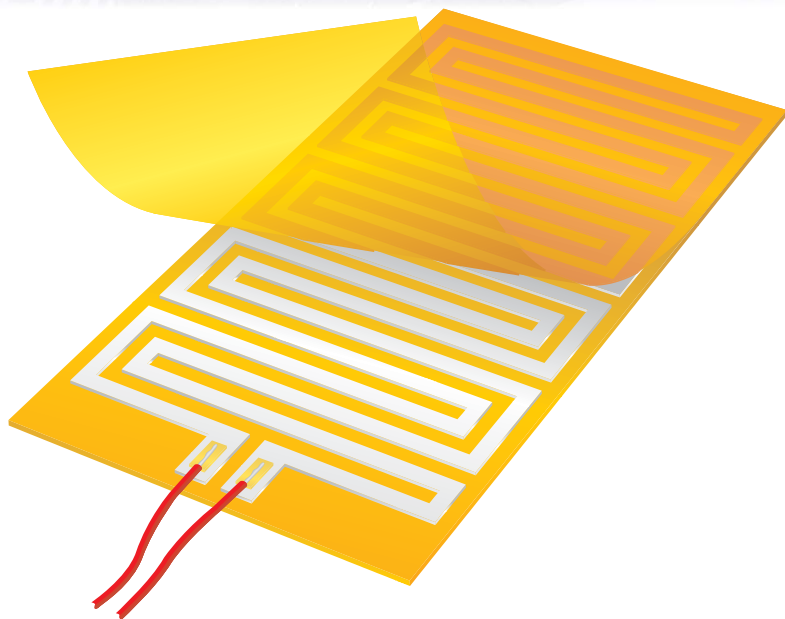
La page L-4 liste les publications supplémentaires qui pourront vous aider dans votre conception.

Si vous avez besoin d'un entretien personnel, vous pouvez contacter les ingénieurs technico-commerciaux de Minco. Voir numéros au dos du catalogue.

Sommaire

A	Introduction: Les réchauffeurs Thermofoil™	
	<i>Avantages (A-4) • Solutions Thermofoil (A-5) • Isolations des réchauffeurs (A-8) • Montage des réchauffeurs (A-9) • Densité de puissance (A-10) • Sélection d'un réchauffeur du catalogue (A-11)</i>	A
B	Réchauffeurs polyimide	200°C
	<i>Fins, légers, résistants aux produits chimiques pour des applications aérospatiales, médicales et industrielles • Plusieurs modèles disponibles en stock (B-2) • Kit d'essai HK913 (B-3)</i>	B
C	Réchauffeurs caoutchouc siliconé gravés	235°C
	<i>Fonctionnent à plus haute température pour applications commerciales et industrielles Plusieurs modèles disponibles en stock (C-2)</i>	C
D	Réchauffeurs polyimide et caoutchouc siliconé	
	<i>2000 formats standard et valeurs de résistances pour éléments chauffants polyimide et caoutchouc de silicone</i>	D
E	Réchauffeurs caoutchouc siliconé bobinés	235°C
	<i>Economiques en grande taille pour des applications industrielles Plusieurs modèles disponibles en stock (E-2)</i>	E
F	Réchauffeurs mica	600°C
	<i>Hautes températures et puissances élevées Choisir parmi 38 formats standard (F-2)</i>	F
G	Réchauffeurs transparents	120°C
	<i>Chauffent et transmettent la lumière</i>	G
H	Réchauffeurs tout-polyimide	260°C
	<i>Les avantages du polyimide à des températures et puissances plus élevées</i>	H
I	Réchauffeurs/capteurs standard	150°C
	<i>Capteurs de température à résistance ou thermistance intégrés, pour simplifier la régulation</i>	I
J	Guide de conception	
	<i>Conception pour réchauffeurs Thermofoil (J-1) • Options de conception (J-2) Réchauffeurs/capteurs personnalisés (J-3) • Assemblages de réchauffeurs (J-4) • Exemples (J-5)</i>	J
K	Régulateurs et capteurs de température	
	<i>Théorie (K-1) • Régulateur CC sans capteur Heaterstat™ (K-2) • Régulateurs CC miniature CT325 (K-5) • CT15 (K-7) • CT16A (K-8) • Accessoires (K-10) • Capteurs de température (K-11)</i>	K
L	Renseignements complémentaires	
	<i>Questions les plus courantes (L-1) • Glossaire (L-2) • Certifications et tests spéciaux (L-4) Index (L-5)</i>	

Les solutions Thermofoil™ pour le chauffage



Les réchauffeurs laminaires gravés Thermofoil™

- ◆ Élément laminaire
- ◆ Chauffage uniforme
- ◆ Possibilité de formes complexes et de modèles profilés
- ◆ Fin, flexible
- ◆ Petites tailles
- ◆ Plusieurs options d'isolants (polyimide, caoutchouc de silicone, mica, polyester, PTFE)
- ◆ Haute densité de puissance
- ◆ Fils de connexion soudés

Les réchauffeurs laminaires Thermofoil™ sont des éléments chauffants fins, flexibles, constitués de feuilles résistives gravées, laminées entre deux couches de matériau isolant. Depuis plus de 25 ans, les réchauffeurs laminaires ont démontré leur supériorité sur les réchauffeurs électriques conventionnels:

Chauffage de précision

Les réchauffeurs Thermofoil™ chauffent exactement là où vous le souhaitez. Il suffit de les appliquer sur la surface que vous voulez chauffer. Souples et de très faible épaisseur, ils offrent un couplage parfait entre le réchauffeur et la pièce à chauffer. Pour un chauffage plus uniforme, l'empreinte du réchauffeur peut même être profilée; des zones de densité de puissance plus élevée seront prévues dans le tracé des pistes. Elles compenseront les pertes de chaleur qui se produisent en périphérie.

Montée en température rapide et plus importante longévité

L'élément laminaire d'un réchauffeur Thermofoil™ transfère la chaleur plus efficacement et sur une plus grande surface qu'une résistance bobinée. Le réchauffeur Thermofoil™ développe moins de gradient thermique entre l'élément résistif et la pièce à chauffer. Il reste plus froid. Ceci nous permet donc d'obtenir: une plus grande densité de puissance tolérée, une montée en

température plus rapide et l'augmentation de la durée de vie de l'isolant. Les Thermofoil™ peuvent donc opérer avec une puissance deux fois plus grande que celle des résistances bobinées. L'isolant a également une longévité jusqu'à dix fois supérieure. Le choix évident, pour obtenir un chauffage de haut niveau fiable, est donc Thermofoil™.

Encombrement et poids minimes

Typiquement, un réchauffeur polyimide pèse seulement 0.04 g/cm² et ne mesure pas plus de 0.25 mm d'épaisseur sur l'élément. Encombrement et poids minimes en font un composant de choix pour des applications aérospatiales, aéronautiques, en instrumentation portable ou compacte, pour des appareils à haute densité électronique, etc.

Modèles spéciaux

Formes et dimensions sont illimitées. Minco a déjà conçu des réchauffeurs de 5.4 m de long et d'autres mesurant 0.4 cm². Vous pouvez spécifier les formes les plus irrégulières pour un couplage sur pièces concaves, convexes ou mixtes. La CAO (Conception Assistée par Ordinateur) permet de produire des éléments chauffants uniformes ou profilés afin de répondre exactement à vos besoins.

Capteurs de température intégrés

Minco est leader dans la fabrication de capteurs de température et dans l'instrumentation. Nous pouvons fournir des réchauffeurs avec capteurs à résistance, thermocouples, thermistances ou thermostats intégrés. Les régulateurs Minco relient les capteurs et les réchauffeurs.

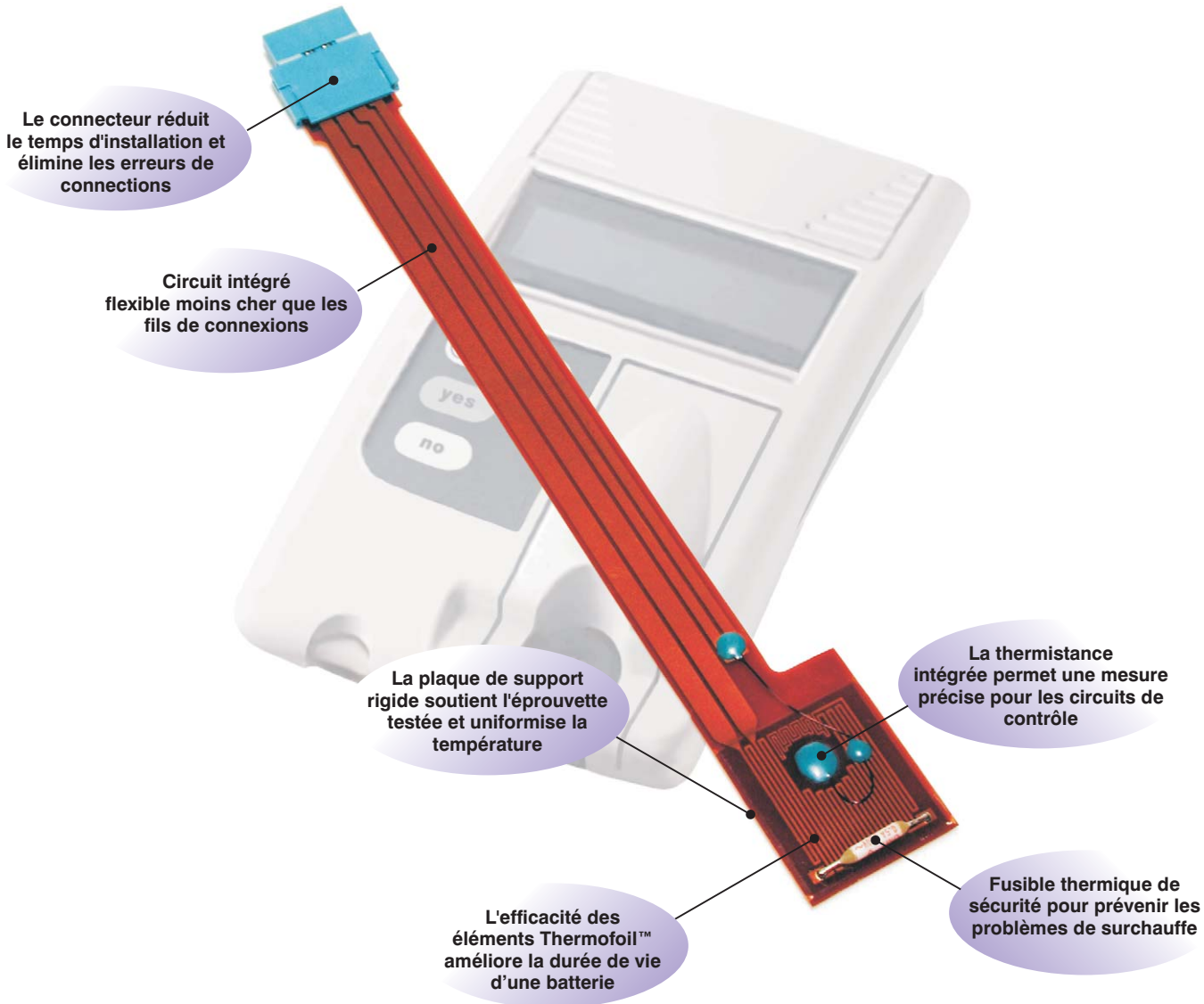
Assemblages de réchauffeurs

Minco peut laminer, vulcaniser ou fixer les réchauffeurs sur des pièces métalliques. La technologie que nous avons développée garantit un couplage parfait, une haute fiabilité et d'excellents résultats. Nous pouvons monter les réchauffeurs sur des pièces fournies ou fabriquer nous-même ces pièces de support dans notre atelier moderne.

Les solutions Thermofoil™ pour le chauffage

Quand un leader de la fabrication d'équipement médical a besoin de concevoir un réchauffeur particulier, il s'adresse à Minco . . .

A

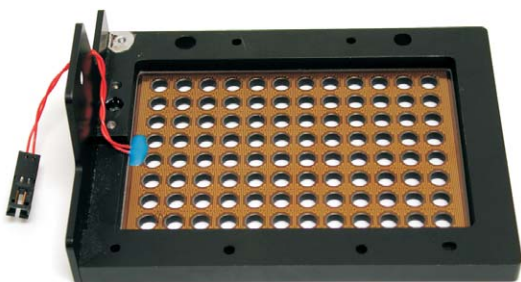


. . . travaillant en collaboration, nous créons un modèle économique, fiable contribuant ainsi au lancement de ce produit prometteur.

Test ADN

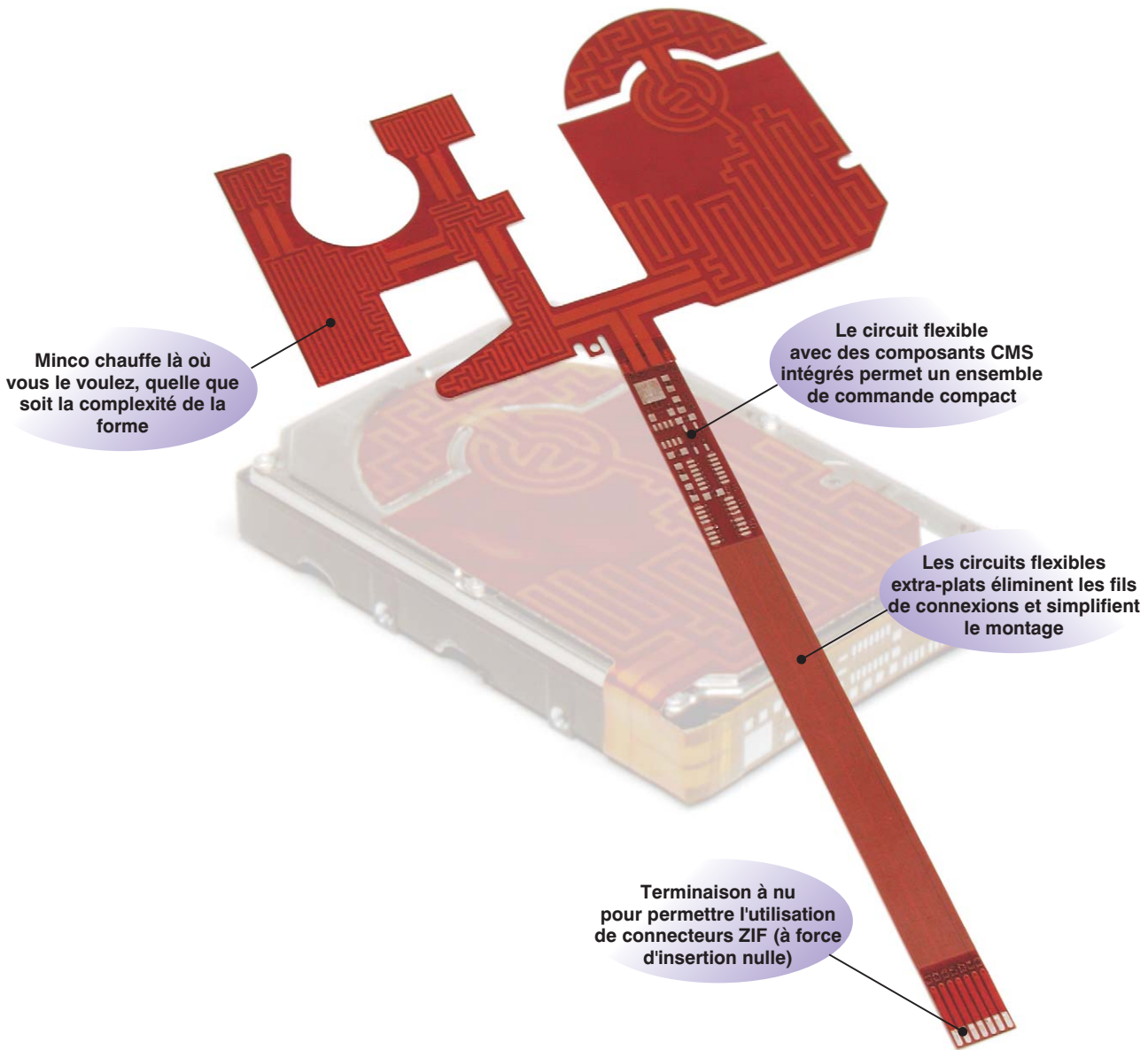
Masque respiratoire

Flacon d'échantillon



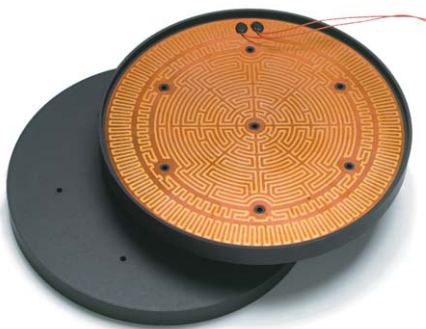
Les solutions Thermofoil™ pour le chauffage

Avec une approche tridimensionnelle, les possibilités de conception sont infinies. Ajouter la capacité d'intégrer les capteurs de température, les circuits flexibles et les composants montés en surface . . .

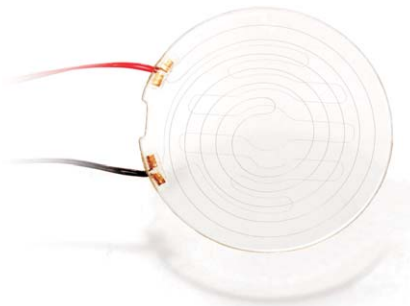


. . . il est devenu évident que Minco est capable de fournir une solution à tous les problèmes de chauffage.

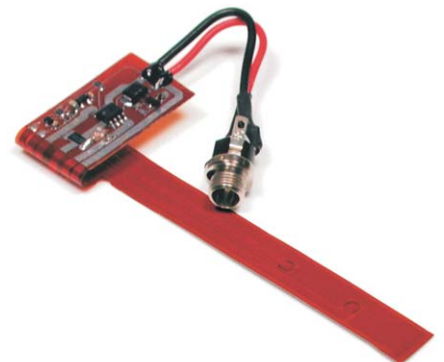
Mandrins chauffants



Instrumentation pour cockpit



Calculateur industriel



Les solutions Thermofoil™ pour le chauffage

L'instrumentation de tests à grand rendement pour les circuits imprimés requiert les meilleures performances thermiques avec un temps d'arrêt minimum . . .

A

Zones à puissance modulée et éléments discrets pour un chauffage précis

Capteurs de température intégrés

La vulcanisation en usine permet un transfert de chaleur optimal

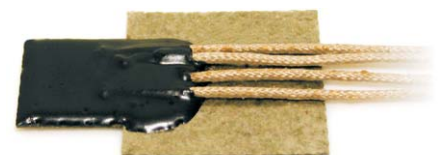
Usinage du métal avec une précision numérique

. . . Minco propose des assemblages complets qui incluent réchauffeurs, capteurs, protection et câbles adaptés aux conditions d'usine.

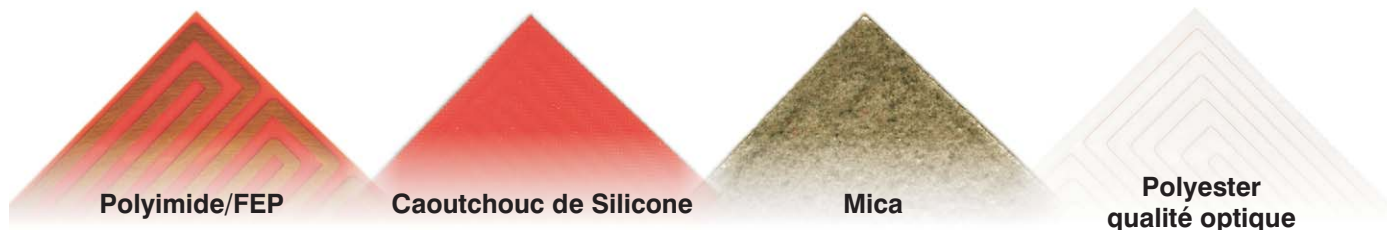
Grands moteurs

Plateau repas chauffant

Analyseurs chimiques

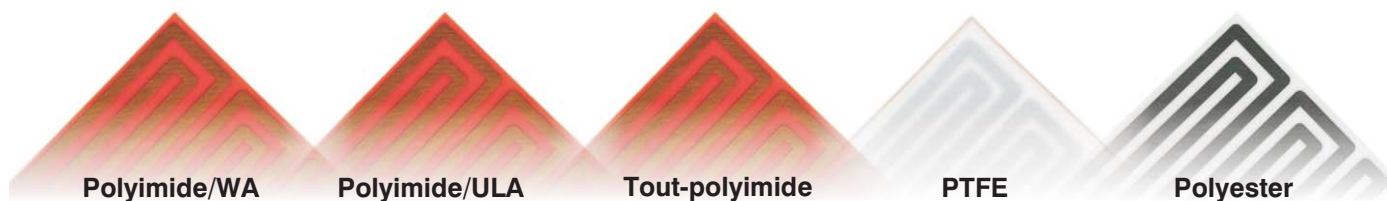


Isolations des réchauffeurs



Catalogue des isolants standard

Matériau	Plage de température	Dimensions max.	Densité* de résistance max.	Commentaires
Polyimide/FEP	-200 à 200°C	250 mm × 560 mm	8-70 Ω/cm ²	Voir sections B & D
Caoutchouc de silicone	-45 à 235°C	560 mm × 1825 mm	31 Ω/cm ²	Voir sections C & D (type gravé) Voir section E (type bobiné)
Mica	-150 à 600°C	560 mm × 1160 mm	1.8 Ω/cm ²	Voir section F
Polyester qualité optique	-55 à 120°C	560 mm × 560 mm	93-185 Ω/cm ²	Voir section G



Alternatives dans le choix de l'isolant

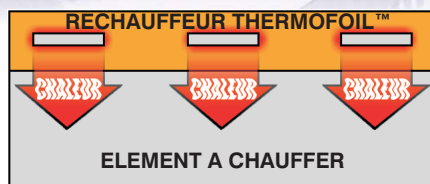
Matériau	Plage de température	Dimensions max.	Densité* de résistance max.	Commentaires
Polyimide/WA Film polyimide avec adhésif acrylique	-200 à 150°C	560 mm × 1825 mm	8-230 Ω/cm ²	Similaire au polyimide/FEP mais à moindre coût, plus haute densité de résistance et plage de température plus restreinte. Le WA est préférable au FEP pour la plupart des modèles spéciaux en-dessous de 150°C.
Polyimide/ULA Film polyimide avec adhésif acrylique certifié UL	-200 à 150°C	560 mm × 1825 mm	8-230 Ω/cm ²	Similaire au polyimide/WA mais certifié UL (UL94V-0).
Tout-polyimide Film polyimide avec adhésif polyimide	-200 à 260°C (300°C pour de courtes périodes)	560 mm × 560 mm	8-230 Ω/cm ²	Plus hautes températures et plus grande densité de puissance que le standard polyimide à un coût plus élevé. Applications typiques: industries des semi-conducteurs et équipement de laboratoire.
PTFE	-200 à 260°C	254 mm × 1016 mm	8-70 Ω/cm ²	Construction totalement étanche adaptée aux immersions dans des acides, des bases et d'autres produits chimiques corrosifs.
Polyester	-55 à 80°C	560 mm × 2285 mm	8-45 Ω/cm ²	Matériau économique pour la fabrication de grands réchauffeurs.

*La densité de résistance varie avec la taille du réchauffeur (plus petit est le réchauffeur, plus grande est la densité)

Montage des réchauffeurs

Les réchauffeurs Thermofoil™ permettent une grande variété de méthodes de montage.

Une installation convenable est déterminante pour les performances du réchauffeur. Il doit être en contact intime avec la pièce à chauffer car tout espace peut causer des points chauds.



Une bonne installation assure un bon flux de chaleur du réchauffeur vers la pièce à chauffer.



Vides ou bulles d'air sous le réchauffeur occasionnent des points chauds.

Film adhésif PSA et film n°17



Avec le film PSA appliqué en usine, enlever le papier protecteur et presser le réchauffeur en place.

Le film n°17 pour réchauffeurs polyimide exige une haute température et une forte pression pour polymériser.

Description	Plage de température	Commentaires	Notice d'ingénierie*
PSA acrylique film acrylique 0.05 mm	Voir les informations pour commander les réchauffeurs	◆ Dégazage certifié NASA ◆ Seulement les surfaces planes, sauf s'il y a une feuille aluminium	EI 138
PSA n°12 film silicone 0.05 mm		◆ Surfaces planes ou légèrement incurvées uniquement	EI 266
Film n°17 film acrylique 0.03 mm (remplace film n°14)	-200 à 150°C	◆ A laminer à 160°C et 17 bar	EI 503

Epoxy et ciment



L'utilisation des adhésifs liquides demande plus d'attention que le PSA, mais permet d'atteindre de plus hautes températures et puissances.

Description	Plage de température	Commentaires	Notice d'ingénierie*
Ciment RTV n°6 Silicone vulcanisant à température ambiante pour les réchauffeurs en caoutchouc siliconé	-45 à 235°C	◆ La distance du centre du réchauffeur à la périphérie ne doit pas excéder 127 mm. ◆ Tube de 85 g pour couvrir 5000 à 8000 cm².	EI 117
Epoxy n°15 2 composants pour réchauffeurs polyimide	-70 à 115°C	◆ Dégazage certifié NASA ◆ Dose bi-composants pour 900 à 1800 cm²	EI 507

Méthode d'installation facile pour surfaces cylindriques



Les bandes thermo-rétractables sont des bandes pré-étirées avec de l'adhésif à chaque extrémité. Enrouler la bande autour du cylindre et du réchauffeur, presser l'embout collant et rétreindre la bande à l'aide d'un générateur d'air chaud.

Les bandes élastiques s'installent rapidement et ne demandent pas à être chauffées.

Description	Plage de température	Commentaires	Notice d'ingénierie*
Bande thermo-rétractable BM3 Bande polyester	-73 à 149°C	◆ Pour commander, spécifier la largeur de la bande et le diamètre du cylindre	EI 103
Bande thermo-rétractable BK4 Bande polyimide	-73 à 177°C		
Bande élastique n°20 Bande de silicone auto-adhérente	-51 à 200°C	◆ Rouleaux de 1,8 ou 10,9 m de long et 25 mm de large. Prévoir 25% de plus lors du calcul de la longueur.	EI 124

*Instructions de montage et fiche d'application AA n° 22 sur www.minco.com/support.

Bridage

Le bridage mécanique est nécessaire pour les réchauffeurs mica et optionnel pour ceux en polyimide (non recommandé pour ceux en caoutchouc de silicone). Demander la notice d'ingénierie Minco EI 347.

Vulcanisation et laminage en usine

Voir page J-4 pour les informations sur les méthodes d'assemblage de haute performance.

Densité de puissance maximum

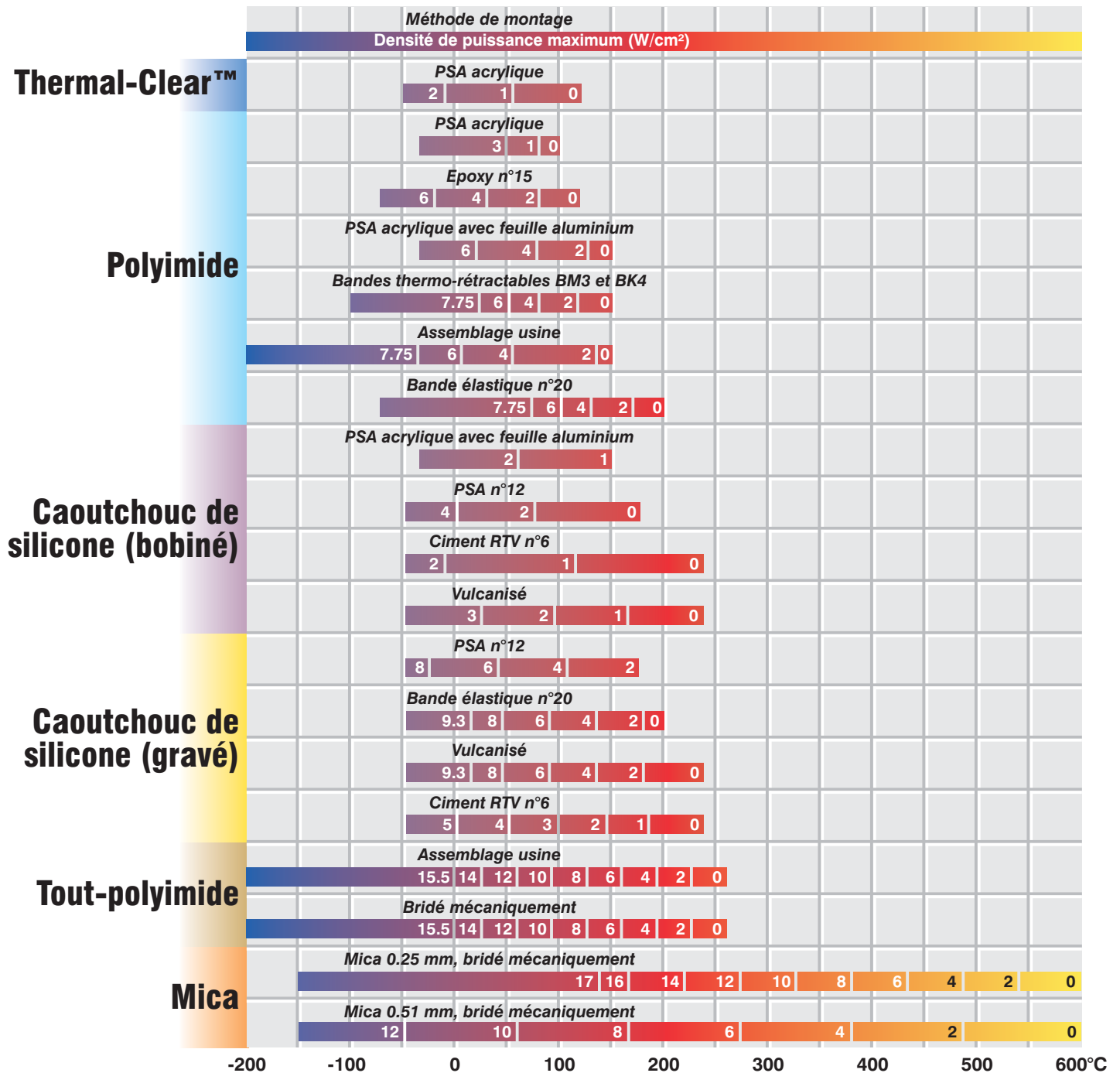
La puissance d'un réchauffeur pour qu'il puisse fonctionner en toute sécurité est limitée par:

- ◆ L'isolation du réchauffeur et son adhésif interne
- ◆ La méthode de montage utilisée
- ◆ La température de régulation de l'élément chauffé
- ◆ La surface effective du réchauffeur

Utilisez le graphique ci-dessous pour vérifier que vos choix d'isolant et de montage correspondent à la densité de puissance requise:

1. Considérer la surface effective du réchauffeur en question (l'aire totale du réchauffeur diminuée de la bordure et de la zone d'attache des fils), calculée par Minco.

2. Diviser la puissance totale (Watt) par cette surface pour obtenir la densité de puissance.
3. Repérer la température de régulation requise au bas du graphique. A partir de ce point, suivre une ligne verticale imaginaire jusqu'à la barre horizontale colorée correspondant à l'isolant et la méthode de montage que vous avez choisie.
4. La densité de puissance maximale est indiquée par la valeur imprimée dans cette barre horizontale colorée. Les différentes sections de ce catalogue contiennent des graphiques de densité de puissance plus détaillés.



Sélection d'un réchauffeur du catalogue

Estimer la puissance de chauffe nécessaire

Le réchauffeur que vous allez choisir doit produire suffisamment de puissance pour (1) amener la pièce à chauffer au seuil de température dans un temps souhaité et (2) maintenir cette température.

La formule spécifique de calcul thermique (page J-1) donne une estimation plus précise de la puissance de chauffe nécessaire pour la montée en température sans prendre en compte les pertes éventuelles de chaleur dans l'environnement ambiant. Vous devez prévoir par conséquent une puissance supplémentaire d'au moins 20%.

Les facteurs de pertes de chaleur incluent les phénomènes de conduction, de convection et de radiation. Une

estimation plus précise de la puissance de chauffe les prendra en compte. Pour de plus amples informations sur les pertes de chaleur, consulter la fiche d'application AA n°21 de Minco "Estimating Power Requirements of Thermofoil Heaters." Pour vous assister dans les calculs, demander notre programme DOS gratuit sur disquette "Thermal Calc" (téléchargeable sur www.minco.com/support).

La meilleure façon de déterminer la puissance nécessaire reste l'expérimentation. Voir page J-1 pour des conseils ou demander la fiche d'application AA n°25 "Techniques d'élaboration de prototypes pour réchauffeurs laminaires Thermofoil™."

Loi d'Ohm

Un réchauffeur Thermofoil™ est spécifié par sa résistance. Sa puissance de sortie en watts dépend de sa tension d'alimentation ($P=E^2/R$).

R Ohms (Ω)			P Watts (W)			I Ampères (A)			E Volts (V)		
$\frac{E}{I}$	$\frac{E^2}{P}$	$\frac{P}{I^2}$	EI	I^2R	$\frac{E^2}{R}$	$\sqrt{\frac{P}{R}}$	$\frac{P}{E}$	$\frac{E}{R}$	\sqrt{PR}	$\frac{P}{I}$	IR

Puissance maximale

Les tables de densité de puissance dans les pages suivantes vous indiquent la puissance maximale recommandée pour chaque type de réchauffeurs, exprimée en W/cm² de la surface effective. La puissance dépend du matériau du réchauffeur, de la température de l'élément chauffé et de la méthode de montage.

Si la puissance de chauffe dépasse le maximum autorisé, le réchauffeur risque d'être détruit. Voici différents moyens pour obtenir plus de puissance:

- ◆ Spécifier une plus grande taille de réchauffeur
 - ◆ Considérer d'autres matériaux, par exemple le mica
 - ◆ Changer la méthode de montage
 - ◆ Utiliser une régulation à action proportionnelle pour réduire la puissance lorsque la température de l'élément chauffé augmente. Ceci nécessite un cycle de régulation court et un capteur à réponse rapide
 - ◆ Contacter Minco pour vous aider dans votre conception
- En additionnement à la puissance, vous avez besoin de calculer l'intensité (I) qui circule à travers les fils de connexion du réchauffeur et de garder celle-ci inférieure au maximum admis pour chaque valeur de jauge AWG.

Sélection d'exemples de réchauffeurs

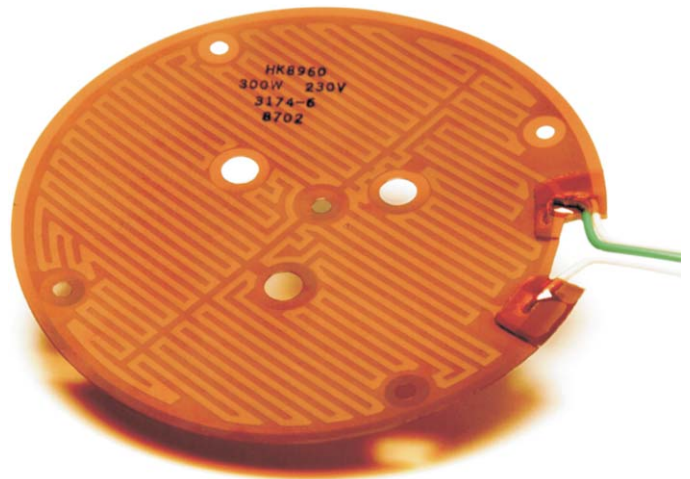
Température désirée	60°C	100°C	100°C	150°C
Puissance nécessaire	300 W à 115 V	500 W à 240 V		2500 W à 480 V
Dim. du réchauffeur	76 mm × 152 mm	51 mm × 254 mm		Diamètre 229 mm
Résistance idéale	$115^2/300 = 44.1 \Omega$	$240^2/500 = 115 \Omega$		$480^2/2500 = 92.2 \Omega$
Méthode de montage	Bande thermo-rétractable n°3	Ciment RTV n°6	Vulcanisé en usine	Bridé mécaniquement
Modèle choisi	HK5468 R46.1 L12 A	HR5430 R96.8 L12 A		HM6810 R83.4 L12 T2
Surface effective	101.5 cm ²	117.4 cm ²		377 cm ²
Puissance réelle	$115^2/46.1 = 287 \text{ W}$	$240^2/96.8 = 595 \text{ W}$		$480^2/83.4 = 2762 \text{ W}$
Densité de puissance	$287/101.5 = 2.83 \text{ W/cm}^2$	$595/117.4 = 5.07 \text{ W/cm}^2$		$2762/377 = 7.33 \text{ W/cm}^2$
Densité de puissance max.	5.58 W/cm ² à 60°C	2.95 W/cm ² à 100°C	5.58 W/cm ² à 100°C	8.37 W/cm ² à 150°C
Puissance de chauffe OK?	Oui (2.83 < 5.58)	Non! (5.07 > 2.95)	Oui (5.07 < 5.58)	Oui (7.33 < 8.37)
Courant dans les fils de connexion	$115/46.1 = 2.5 \text{ A}$	$240/96.8 = 2.5 \text{ A}$		$480/83.4 = 5.8 \text{ A}$
Courant OK?	Oui (2.5 < 7.5)	Oui (2.5 < 5.0)		Oui (5.8 < 11.0)

Réchauffeurs polyimide

200°C

Le polyimide est un matériau fin, semi-transparent, bénéficiant d'une excellente rigidité diélectrique. Les réchauffeurs polyimide sont idéaux pour des applications nécessitant un encombrement et un poids restreints, ou bien pour des expositions au vide, à de l'huile ou à des produits chimiques.

- ◆ Adhésif interne FEP pour utilisation jusqu'à 200°C
- ◆ Disponibilité de composants agréés UL
- ◆ Tenue au vide (NASA-RP-1061)
- ◆ Matériaux certifiés NASA pour applications aérospatiales (S-311-P-079)
- ◆ Résistants à la plupart des produits chimiques: acides, solvants, bases (sauf NaOH)
- ◆ Tenue aux radiations jusqu'à 10^6 rads si montés avec fils isolés polyimide (en option)
- ◆ Peuvent être fabriqués en très petites tailles
- ◆ Modèles immersibles (en option)



Applications typiques

- ◆ Instruments de diagnostic médical: Bac à échantillons, cuvettes, flacons réactifs chauffants, etc.
- ◆ Chauffage de composants de satellites
- ◆ Protection des appareils électroniques et mécaniques des avions contre les basses températures à haute altitude
- ◆ Stabilisation de composants optoélectroniques
- ◆ Essais de circuits imprimés
- ◆ Rendre exploitable en conditions d'extérieur froid des circuits électroniques tels que des lecteurs de carte ou des écrans à cristaux liquides (LCD)
- ◆ Maintien d'une température constante pour les équipements de tests analytiques

Caractéristiques des modèles du catalogue

Plage de température: -200 à 200°C (150°C avec doublage aluminium).

Matériau: Polyimide/FEP (0.05/0.03 mm).

Tolérance sur la résistance: $\pm 10\%$ ou $\pm 0.5 \Omega$, la plus élevée des deux valeurs.

Rigidité diélectrique: 1000 VRMS (Volts efficaces).

Rayon de courbure minimum: 0.8 mm.

Fils de connexion: isolés PTFE rouge, multibrins.

Intensité admissible (basée sur une température ambiante max. de 100°C):

AWG 30	AWG 26	AWG 24	AWG 20
3.0 A	5.0 A	7.5 A	13.5 A

Epaisseur max. du réchauffeur:

Sur élément 0.3 mm

Sur fils

AWG 30 (0.05 mm ²)	1.3 mm
AWG 26 (0.13 mm ²)	1.5 mm
AWG 24 (0.21 mm ²)	1.7 mm
AWG 20 (0.52 mm ²)	2.2 mm

Ajouter 0.1 mm aux dimensions ci-dessus pour le réchauffeur avec doublage aluminium.

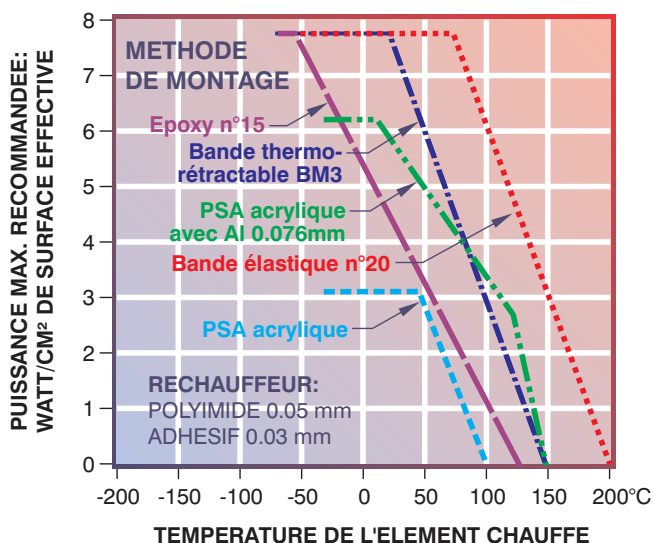
Tolérance dimensionnelle:

150 mm ou moins	± 0.8 mm
150 à 300 mm	± 1.5 mm
Au-dessus de 300 mm	± 3.0 mm

Options pour modèles spéciaux

- ◆ Formes irrégulières et tailles jusqu'à 250 × 560 mm avec adhésif FEP; 300 × 1830 mm avec WA/ULA
- ◆ Densité de résistance en option jusqu'à 70 Ω/cm^2
- ◆ Avec adhésif interne WA ou ULA (voir page A-8); préférés pour les modèles spécifiques jusqu'à 150°C
- ◆ Possibilité d'intégrer des capteurs CMS, des connecteurs et même des régulateurs
- ◆ Agrément UL ou TÜV en option
- ◆ Tolérance sur la résistance plus serrée
- ◆ Voir section J pour l'assistance à une conception personnalisée

Densité de puissance maximum, réchauffeurs polyimide



Exemple: A 50°C, la puissance maximale pour un réchauffeur monté avec du PSA acrylique est 2.8 W/cm².

Réchauffeurs polyimide en stock

Ces réchauffeurs sont normalement disponibles en stock pour une expédition immédiate. Les tensions et les puissances sont uniquement des exemples. Les réchauffeurs peuvent fonctionner avec d'autres tensions tant qu'ils ne dépassent pas la densité de puissance maximale.

Voir la section D pour d'autres modèles avec des options de commande:

- ◆ Plus grand choix de résistances
- ◆ Longueur de fils variable
- ◆ Plus d'options de montage
- ◆ Certification UL

Pour commander les réchauffeurs en stock

HK5160R157L12	Référence du modèle
A	Montage:
	A = Sans adhésif -200 à 200°C
	B = Avec PSA -32 à 100°C
	Acrylique
HK5160R157L12A ← Exemple de référence	

Type de réchauffeur



LONGUEUR DE FIL:
305 mm



DIMENSIONS DE LA LANGUETTE DE RACCORDEMENT:

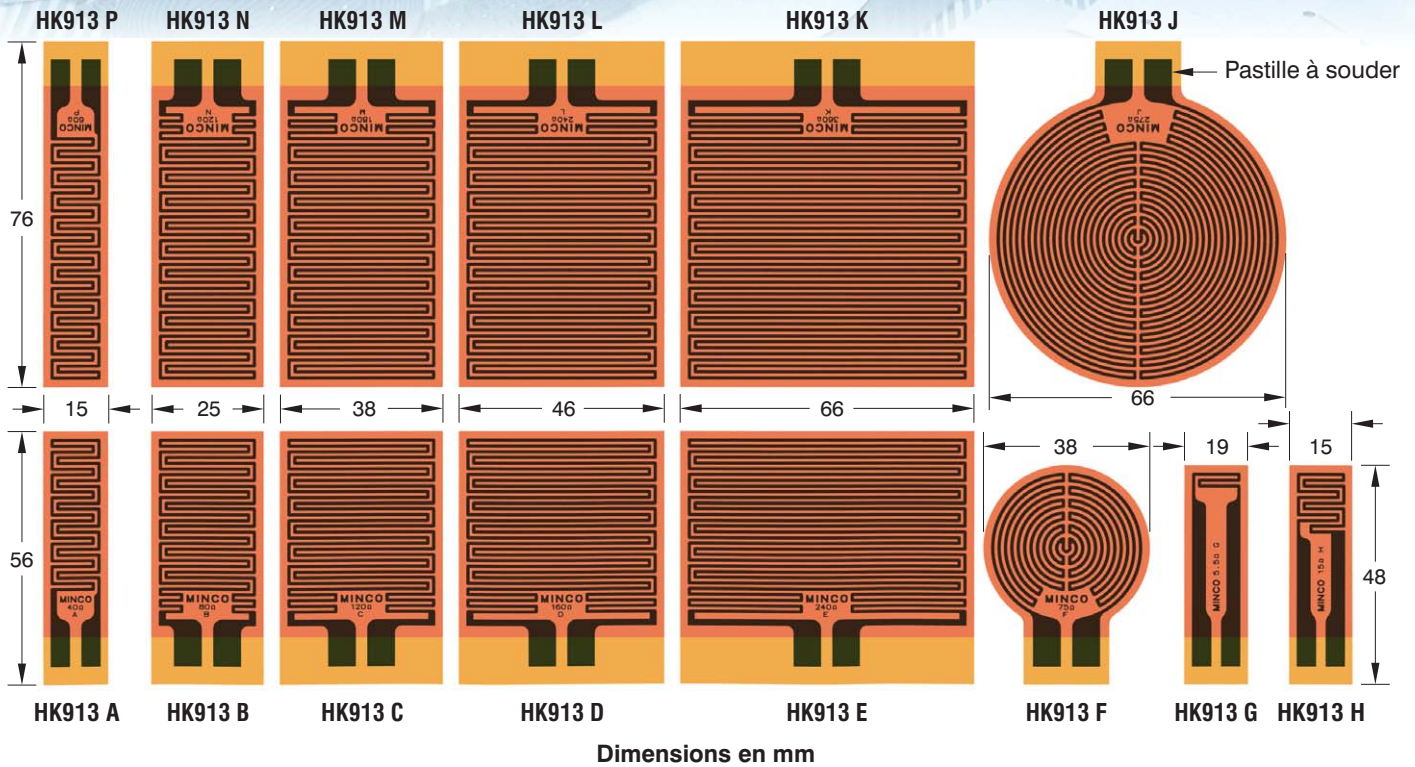
AWG 30: 10.2 × 6.4 mm
AWG 24/26: 10.2 × 10.2 mm



Dimensions (mm)		Dimensions (pouces)		Type	Résistance en ohms*	Puissance normale	Surface effective (cm ²)	AWG Fil	Référence du modèle
X	Y	X	Y						
12.7	50.8	0.50	2.00	1 =■	157	5 W à 28 V	5.1	30	HK5160R157L12
12.7	101.6	0.50	4.00	1 =■	78.4	10 W à 28 V	10.8	30	HK5161R78.4L12
12.7	152.4	0.50	6.00	1 =■	52.3	15 W à 28 V	15.2	30	HK5162R52.3L12
25.4	25.4	1.00	1.00	1 =■	157	5 W à 28 V	5.3	30	HK5163R157L12
25.4	50.8	1.00	2.00	1 =■	78.4	10 W à 28 V	11.4	30	HK5164R78.4L12
25.4	76.2	1.00	3.00	1 =■	52.3	15 W à 28 V	17.4	30	HK5165R52.3L12
25.4	127.0	1.00	5.00	1 =■	529	25 W à 115 V	28.5	30	HK5166R529L12
25.4	254.0	1.00	10.00	1 =■	264	50 W à 115 V	57.8	30	HK5167R264L12
25.4	381.0	1.00	15.00	1 =■	176	75 W à 115 V	87.2	30	HK5168R176L12
50.8	50.8	2.00	2.00	1 =■	661	20 W à 115 V	23.2	30	HK5169R661L12
50.8	76.2	2.00	3.00	1 =■	441	30 W à 115 V	35.5	30	HK5170R441L12
50.8	101.6	2.00	4.00	1 =■	331	40 W à 115 V	47.8	30	HK5171R331L12
50.8	152.4	2.00	6.00	1 =■	220	60 W à 115 V	72.5	30	HK5172R220L12
50.8	304.8	2.00	12.00	1 =■	110	120 W à 115 V	146.4	24	HK5173R110L12
76.2	76.2	3.00	3.00	1 =■	294	45 W à 115 V	54.3	30	HK5174R294L12
76.2	127.0	3.00	5.00	1 =■	176	75 W à 115 V	91.8	30	HK5175R176L12
76.2	254.0	3.00	10.00	1 =■	88.2	150 W à 115 V	185.5	24	HK5176R88.2L12
76.2	381.0	3.00	15.00	1 =■	58.8	225 W à 115 V	279.4	24	HK5177R58.8L12
101.6	101.6	4.00	4.00	1 =■	165	80 W à 115 V	98.1	30	HK5178R165L12
101.6	203.2	4.00	8.00	1 =■	82.7	160 W à 115 V	199.0	24	HK5179R82.7L12
101.6	304.8	4.00	12.00	1 =■	55.1	240 W à 115 V	299.9	24	HK5180R55.1L12
127.0	127.0	5.00	5.00	1 =■	106	125 W à 115 V	155.0	24	HK5181R106L12
127.0	254.0	5.00	10.00	1 =■	52.9	250 W à 115 V	313.4	24	HK5182R52.9L12
127.0	381.0	5.00	15.00	1 =■	35.3	375 W à 115 V	471.7	24	HK5183R35.3L12
254.0	254.0	10.00	10.00	1 =■	26.4	500 W à 115 V	629.2	20	HK5184R26.4L12
254.0	381.0	10.00	15.00	1 =■	17.6	750 W à 115 V	947.9	20	HK5185R17.6L12
12.7	2.4	0.50	0.09	31 =○	25.0	1 W à 5 V	0.84	30	HK5186R25.0L12
25.4	2.4	1.00	0.09	31 =○	157	5 W à 28 V	4.39	26	HK5187R157L12
76.2	3.1	3.00	0.12	31 =○	378	35 W à 115 V	42.6	26	HK5188R378L12

*Tolérance sur la résistance: ±10% ou ±0.5 Ω, la plus élevée des deux valeurs

Kit d'essai pour réchauffeur HK913



Le réchauffeur en kit HK913 permet d'élaborer et de prototyper les réchauffeurs Thermofoil à moindre coût. Tenu en stock, il offre 14 éléments pouvant être pris séparément ou combinés entre eux de 1000 façons différentes. Une feuille d'adhésif PSA acrylique (153 × 306 mm) est fournie avec le kit complet. Les modèles séparés peuvent être fournis avec de l'adhésif PSA acrylique sur demande.

Caractéristiques

Plage de température: -200 à 200°C, -32 à 100°C avec PSA acrylique.

Matériau: Polyimide/FEP, 0.05/0.03 mm.

Tolérance sur la résistance: ±15%.

Rayon de courbure minimum: 0.8 mm.

Pour commander

HK913	Référence du modèle
E	Code des éléments séparés (laisser un blanc pour obtenir le kit complet)
HK913E	← Exemple de référence

Code élément	Dimensions (mm)	Résistance en ohms	Surface effective (cm ²)
A	15 × 56	40	3.74
B	25 × 56	80	7.74
C	38 × 56	120	12.0
D	46 × 56	160	15.8
E	66 × 56	240	23.7
F	Dia. 38	75	6.65
G	19 × 48	5.5	0.26
H	15 × 48	15	1.35
J	Dia. 66	275	29.0
K	66 × 76	360	36.1
L	46 × 76	240	24.2
M	38 × 76	180	18.5
N	25 × 76	120	12.1
P	15 × 76	60	6.06

Voir la section E pour les réchauffeurs caoutchouc de silicone bobinés

Le caoutchouc de silicone est un matériau élastomère robuste, flexible avec d'excellentes propriétés thermiques. Il convient mieux pour les grands réchauffeurs et les applications industrielles.

- ◆ Hautes températures possibles jusqu'à 235°C
- ◆ Disponibilité de composants agréés UL
- ◆ Possibilité de vulcanisation en usine pour fixer les réchauffeurs sur un support métallique sans utiliser d'adhésif
- ◆ Résistants à de nombreux produits chimiques
- ◆ Ne résistent pas aux radiations, au vide ou à un contact prolongé avec de l'huile
- ◆ Plus économiques en grandes tailles



C

Applications typiques

- ◆ Révélateur thermique pour équipement d'imagerie graphique
- ◆ Anti-condensation pour moteurs ou armoires d'instrumentation
- ◆ Chauffage d'appareils électroniques en extérieur
- ◆ Equipements alimentaires
- ◆ Masques respiratoires médicaux
- ◆ Lamineurs
- ◆ Rouleaux ou autres récipients
- ◆ Réchauffeurs pour moteurs d'avions

Caractéristiques des modèles du catalogue

Plage de température: -45 à 235°C.

Avec des composants certifiés UL: -45 à 220°C.

Matériau: Caoutchouc de silicone renforcé fibre de verre.

Tolérance sur la résistance: ±10% ou ±0.5 Ω, la plus élevée des deux valeurs.

Rigidité diélectrique: 1000 VRMS.

Rayon de courbure minimum: 3.2 mm.

Fils de connexion: isolés PTFE rouge, multibrins.

Intensité admissible (basée sur une température ambiante max. de 100°C):

AWG 30	AWG 26	AWG 24	AWG 20
3.0 A	5.0 A	7.5 A	13.5 A

Épaisseur max. du réchauffeur:

	Sans adhésif (A):	Avec adhésif PSA n°12 (B):
Sur élément	0.5 mm	0.6 mm
Sur fils		
AWG 30 (0.05 mm ²)	1.8 mm	2.2 mm
AWG 26 (0.13 mm ²)	2.0 mm	2.4 mm
AWG 24 (0.21 mm ²)	2.3 mm	2.7 mm
AWG 20 (0.52 mm ²)	3.0 mm	3.4 mm

Ajouter 0.1 mm aux dimensions ci-dessus pour les réchauffeurs avec doublage aluminium.

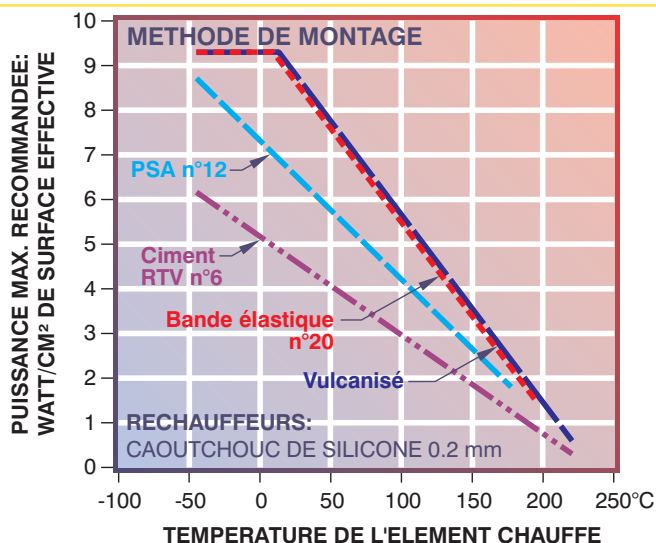
Tolérance dimensionnelle:

150 mm ou moins	±0.8 mm
150 à 300 mm	±1.5 mm
Au-dessus de 300 mm	±3.0 mm

Options pour modèles spéciaux

- ◆ Formes irrégulières et tailles jusqu'à 560 × 1830 mm
- ◆ Densité de résistance jusqu'à 31 Ω/cm²
- ◆ Minco peut vulcaniser en usine les réchauffeurs caoutchouc de silicone sur un support métallique pour améliorer les performances et réduire les coûts
- ◆ Les réchauffeurs peuvent avoir des boutons-pression, des lanières ou du Velcro® intégrés pour des installations démontables
- ◆ Possibilité d'intégrer des capteurs CMS, des connecteurs et même des régulateurs
- ◆ Agrément UL ou TÜV en option
- ◆ Voir section J pour l'assistance à une conception personnalisée

Densité de puissance maximum, réchauffeurs caoutchouc de silicone



Exemple: A 100°C, la puissance maximale du réchauffeur vulcanisé est 5.6 W/cm².

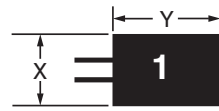
Réchauffeurs caoutchouc de silicone en stock (gravés)

Ces réchauffeurs sont normalement disponibles en stock pour une expédition immédiate. Les tensions et les puissances indiquées sont uniquement des exemples. Les réchauffeurs peuvent fonctionner avec d'autres tensions s'ils ne dépassent pas la densité de puissance maximum tolérée.

Voir la section D pour avoir d'autres modèles avec des options de commande:

- ◆ Plus grand choix de résistances
- ◆ Longueur de fils variable
- ◆ Plus d'options de montage
- ◆ Certification UL

Type de réchauffeur



LONGUEUR DE FIL:
305 mm



DIMENSIONS DE LA LANGUETTE DE RACCORDEMENT:
AWG 30: 10.2 × 6.4 mm
AWG 24/26: 10.2 × 10.2 mm



Pour commander les réchauffeurs en stock

HR5167R264L12	Référence du modèle
B	Montage:
	A = Sans adhésif -45 à 235°C
	B = Avec PSA n°12 -45 à 177°C
HR5167R264L12B ← Exemple de référence	

Dimensions (mm)		Dimensions (pouces)		Type	Résistance en ohms*	Puissance normale	Surface effective (cm ²)	AWG Fil	Référence du modèle
X	Y	X	Y						
12.7	50.8	0.50	2.00	1 =■	44.0	18 W à 28 V	5.1	30	HR5160R44.0L12
12.7	101.6	0.50	4.00	1 =■	78.4	10 W à 28 V	10.8	30	HR5161R78.4L12
25.4	25.4	1.00	1.00	1 =■	78.4	10 W à 28 V	5.3	30	HR5163R78.4L12
25.4	76.2	1.00	3.00	1 =■	52.3	15 W à 28 V	17.4	30	HR5165R52.3L12
25.4	127.0	1.00	5.00	1 =■	529	25 W à 115 V	28.5	30	HR5166R529L12
25.4	254.0	1.00	10.00	1 =■	264	50 W à 115 V	57.8	30	HR5167R264L12
50.8	76.2	2.00	3.00	1 =■	441	30 W à 115 V	35.5	30	HR5170R441L12
76.2	76.2	3.00	3.00	1 =■	294	45 W à 115 V	54.3	30	HR5174R294L12
76.2	127.0	3.00	5.00	1 =■	176	75 W à 115 V	91.8	30	HR5175R176L12
101.6	101.6	4.00	4.00	1 =■	42.9	308 W à 115 V	98.1	30	HR5178R42.9L12
101.6	101.6	4.00	4.00	1 =■	165	80 W à 115 V	98.1	30	HR5178R165L12
101.6	203.2	4.00	8.00	1 =■	82.7	160 W à 115 V	199.0	24	HR5179R82.7L12
76.2	3.1	3.00	0.12	31 =○	107	64 W à 115 V	42.6	26	HR5188R107L12

*Tolérance sur la résistance: ±10% ou ± 0.5 Ω, la plus élevée des deux valeurs

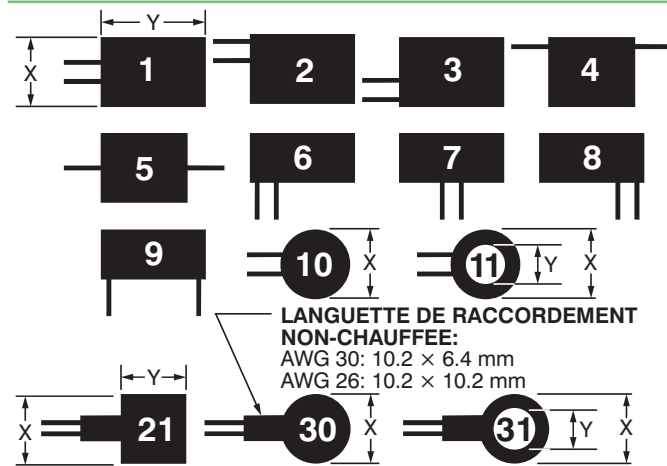
Réchauffeurs polyimide et caoutchouc siliconé standard

Dans les pages suivantes, vous allez trouver plus de 400 réchauffeurs laminaires standard appropriés à la réalisation de prototype et à la production. Contacter Minco pour des modèles particuliers.

Chaque modèle est disponible avec plusieurs valeurs de résistance. La puissance de sortie avec une résistance donnée dépend de la tension d'alimentation suivant la loi d'Ohm:

R Ohms (Ω)			P Watts (W)			I Ampères (A)			E Volts (V)		
$\frac{E}{I}$	$\frac{E^2}{P}$	$\frac{P}{I^2}$	$\frac{EI}{I^2R}$	$\frac{E^2}{I^2R}$	$\frac{E^2}{R}$	$\sqrt{\frac{P}{R}}$	$\frac{P}{E}$	$\frac{E}{R}$	\sqrt{PR}	$\frac{P}{I}$	IR

Type de réchauffeur



Les types 21, 30 et 31 ont leurs fils de connexion sur une languette externe. Celle-ci produit une chaleur négligeable et, dans la plupart des cas, n'a pas besoin d'être collée à l'élément à chauffer.

Pour utiliser le tableau des réchauffeurs polyimide et caoutchouc de silicone standard

Dimensions extérieures des réchauffeurs en millimètres.		Type de réchauffeur (schéma de sortie des fils).		Options de résistance. Sélectionner la résistance pour produire la puissance désirée avec la tension utilisée (voir Loi d'Ohm).		Surface de chauffe effective. Utiliser cette valeur pour calculer la densité de puissance.		Isolants de réchauffeur disponibles. K = Polyimide R = Caoutchouc de silicone					
X (mm)	Y (mm)	X (pouces)	Y (pouces)	Type	Résistances en ohms*				Surface effective (cm ²)	AWG Fils	Isolation	Réf. du modèle	
					R(0°C) [Peut être utilisé avec Heaterstat™] →								
					NiFe	Ni							
10.2	66.0	0.40	2.60	1-■	123	62.5	37.8	18.2	19.1	4.8	30	K	5215
10.4	121.9	0.41	4.80	2-■	100	50.1	29.8	14.5	15.5	9.0	26	K, R	5218

Dimensions extérieures des réchauffeurs en pouces. Listées par ordre croissant, d'abord en X et ensuite en Y. Les réchauffeurs circulaires sont à la fin.

Éléments à haut TCR. Peuvent être utilisés avec le régulateur Heaterstat™. Les modèles en caoutchouc de silicone (HR) ne sont pas disponibles avec l'élément NiFe.

Jauge des fils de connexion. Intensités admissibles listées pages B-1 et C-1.

Référence de base du modèle.

*La tolérance sur la résistance est ±10% ou ±0.5 Ω, la plus élevée des deux valeurs
Les modèles caoutchouc de silicone (HR) ne sont pas disponibles avec un élément NiFe

Pour commander des réchauffeurs standard

Caractéristiques pages B-1 (polyimide) et C-1 (caoutchouc de silicone).

HK	Isolation: HK = Polyimide HR = Caoutchouc de silicone																		
5200	Référence du modèle																		
R17.4	Résistance des réchauffeurs en ohms																		
L12	Longueur de fils en pouces 12" (305 mm) est standard Contacter Minco pour d'autres longueurs																		
A	Option de montage (voir page A-9)																		
	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>HK</th> <th>HR</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A = Sans adhésif</td> <td>-200 à 200°C</td> <td>-45 à 235°C</td> </tr> <tr> <td>B = Avec PSA</td> <td>-32 à 100°C</td> <td>-45 à 177°C</td> </tr> <tr> <td>D = Doublage Al</td> <td>-200 à 150°C</td> <td>-45 à 235°C</td> </tr> <tr> <td>E = Al/PSA Acrylique</td> <td>-32 à 150°C</td> <td>-32 à 150°C</td> </tr> <tr> <td>F = Al/PSA n°12</td> <td>-73 à 150°C</td> <td>-45 à 204°C</td> </tr> </tbody> </table>		HK	HR	A = Sans adhésif	-200 à 200°C	-45 à 235°C	B = Avec PSA	-32 à 100°C	-45 à 177°C	D = Doublage Al	-200 à 150°C	-45 à 235°C	E = Al/PSA Acrylique	-32 à 150°C	-32 à 150°C	F = Al/PSA n°12	-73 à 150°C	-45 à 204°C
	HK	HR																	
A = Sans adhésif	-200 à 200°C	-45 à 235°C																	
B = Avec PSA	-32 à 100°C	-45 à 177°C																	
D = Doublage Al	-200 à 150°C	-45 à 235°C																	
E = Al/PSA Acrylique	-32 à 150°C	-32 à 150°C																	
F = Al/PSA n°12	-73 à 150°C	-45 à 204°C																	
U	U = Marque pour les composants agréés UL: Ne rien mettre si vous ne souhaitez pas la marque UL (moins coûteux) Les limites UL: 220°C pour des réchauffeurs caoutchouc de silicone																		

HK5200R17.4L12AU ← Exemple de référence

Éléments sensibles à la température

Le régulateur Heaterstat™ (page K-2) requiert des éléments chauffants sensibles à la température tels que ceux inscrits dans les colonnes "NiFe" et "Ni". Leur résistance augmente avec la température. Les résistances listées sont mesurées à 0°C.

Réchauffeurs polyimide et caoutchouc siliconé standard

Dimensions (mm)		Dimensions (pouces)		Type	Résistances en ohms*				Surface effective (cm ²)	AWG Fils	Isolation	Réf. du modèle
X	Y	X	Y		R(0°C) [Peut être utilisé avec Heaterstat™]→							
								NiFe	Ni			
6.4	6.4	0.25	0.25	21	10.0	5.3			0.3	30	K	5565
6.4	12.7	0.25	0.50	21	15.0	7.9	4.3		0.5	30	K	5566
6.4	19.1	0.25	0.75	21	20.0	10.5	5.7		0.8	30	K	5567
6.4	25.4	0.25	1.00	21	25.0	13.1	7.1	3.9	1.2	30	K	5568
6.4	31.8	0.25	1.25	21	30.0	15.8	8.5	4.7	1.5	30	K	5569
6.4	38.1	0.25	1.50	21	35.0	18.4	10.0	4.7	5.4	30	K	5570
6.4	44.5	0.25	1.75	21	40.0	21.0	11.4	5.3	6.2	30	K	5571
6.4	58.4	0.25	2.30	6	17.4	9.2	5.2		2.5	26	K, R	5200
6.4	173.2	0.25	6.82	9	100	46.7	28.2	13.6	15.5	26	K, R	5201
6.4	194.8	0.25	7.67	8	143	71.7	38.1	19.1	22.2	30	K, R	5202
6.4	264.2	0.25	10.40	5	160	80.1	48.4	23.3	24.8	26	K, R	5203
6.9	50.8	0.27	2.00	1	18.9	9.5	5.7		2.3	26	K, R	5204
6.9	139.7	0.27	5.50	8	153	76.5	40.7	20.4	23.7	30	K	5205
6.9	175.3	0.27	6.90	1	220	110	65.5	32.1	34.1	30	K	5206
7.6	38.1	0.30	1.50	1	42.1	20.7	12.5	6.1	6.5	30	K, R	5207
7.6	79.0	0.30	3.11	1	44.1	22.1	13.3	6.4	6.8	26	K, R	5208
7.6	79.0	0.30	3.11	1	31.7	15.8	9.6	4.6	4.6	26	K, R	5209
8.6	88.1	0.34	3.47	1	120	56.1	33.9	16.3	18.6	30	K	5210
9.1	201.9	0.36	7.95	8	225	113	68.3	32.8	34.9	26	K, R	5211
9.4	154.9	0.37	6.10	1	73.1	36.4	22.1	10.6	11.3	26	K, R	5212
9.4	513.1	0.37	20.20	1	130	65.0	39.3	18.9	12.9	26	R	5213
10.2	66.0	0.40	2.60	1	123	62.5	37.8	18.2	19.1	30	K, R	5215
10.4	121.9	0.41	4.80	6	100	50.1	30.2	14.5	15.5	26	K, R	5218
10.4	210.8	0.41	8.30	5	61.9	31.1	18.8	9.1	6.2	26	K, R	5219
10.4	228.6	0.41	9.00	5	199	99.7	60.3	29.1	30.8	26	K, R	5220
10.7	58.4	0.42	2.30	1	50.1	26.1	15.3	7.3	7.8	26	K, R	5222
10.7	124.5	0.42	4.90	1	198	100	60.2	28.9	30.7	26	K	5224
10.7	180.3	0.42	7.10	1	322	161	85.7	42.8	49.9	30	K, R	5225
10.7	365.8	0.42	14.40	1	709	354	189	94.3	110	30	K	5227
10.9	100.3	0.43	3.95	8	238	119	63.3	31.7	36.9	26	K	5228
10.9	139.7	0.43	5.50	1	131	65.8	35.0	17.5	20.3	30	K, R	5229
10.9	149.9	0.43	5.90	6	37.3	18.8	11.3	5.4	3.7	26	K, R	5230
11.2	76.2	0.44	3.00	6	27.8	13.6	8.2	3.9	6.6	26	K, R	5231
11.2	76.2	0.44	3.00	6	45.8	22.9	13.8	6.6	7.1	26	K, R	5232
11.2	76.2	0.44	3.00	6	77.7	38.8	23.5	11.3	12.0	26	K, R	5233
11.4	98.6	0.45	3.88	8	153	76.4	40.7	20.3	23.7	26	K	5234
11.4	98.6	0.45	3.88	1	102	51.1	30.9	14.8	15.8	26	K, R	5235
11.4	98.6	0.45	3.88	3	134	67.3	40.7	19.6	20.8	26	K	5236
11.4	98.6	0.45	3.88	8	102	51.2	27.2	13.6	15.8	30	K, R	5237
11.7	129.5	0.46	5.10	1	264	132	79.9	38.4	40.9	26	K	5238
12.2	114.3	0.48	4.50	8	47.1	23.6	14.3	6.8	4.7	26	K, R	5239
12.2	159.5	0.48	6.28	8	70.2	35.1	18.7	9.3	6.2	26	K, R	5240
12.4	121.9	0.49	4.80	8	170	85.1	51.5	24.7	26.4	26	K, R	5241
12.7	12.7	0.50	0.50	21	26.5	13.9	7.5		4.1	30	K	5572
12.7	19.1	0.50	0.75	21	30.0	15.7	8.5		4.7	30	K, R	5573
12.7	25.4	0.50	1.00	21	35.0	18.3	10.0	4.6	5.4	30	K, R	5574
12.7	31.8	0.50	1.25	21	40.0	20.9	11.4	5.3	6.2	30	K, R	5575
12.7	38.1	0.50	1.50	21	45.0	23.5	12.8	5.9	4.4	30	K, R	5576
12.7	44.5	0.50	1.75	21	50.0	26.1	14.2	6.6	4.9	30	K, R	5577
12.7	50.8	0.50	2.00	1	157	78.4	44.0		24.3	30	K, R	5160
12.7	63.5	0.50	2.50	1	71.1	35.1	21.3	10.3	11.0	26	K, R	5242

*La tolérance sur la résistance est ±10% ou ±0.5 Ω, la plus élevée des deux valeurs

Les modèles caoutchouc de silicone (HR) ne sont pas disponibles avec un élément NiFe

Réchauffeurs polyimide et caoutchouc siliconé standard

Dimensions (mm)		Dimensions (pouces)		Type	Résistances en ohms*							Surface effective (cm ²)	AWG Fils	Isolation	Réf. du modèle
X	Y	X	Y		R(0°C) [Peut être utilisé avec Heaterstat™]→ NiFe Ni										
12.7	76.2	0.50	3.00	1	124	65.0	35.3	16.4	12.3	9.3	19.2	7.0	26	K, R	5594
12.7	95.8	0.50	3.77	1	233	117	62.1	31.1			36.1 8.3	9.2	30	K	5243
12.7	95.8	0.50	3.77	1	163	81.5	43.4	21.7			25.3 5.8	8.8	30	K, R	5244
12.7	101.6	0.50	4.00	1	78.4	39.2	22.0				12.2	10.8	30	K, R	5161
12.7	101.6	0.50	4.00	1	43.9	22.1	13.3	6.4	4.4		6.8	10.5	30	K, R	5245
12.7	101.6	0.50	4.00	1	52.7	26.4	15.9	7.7	5.2	3.6	8.2	10.5	30	K, R	5246
12.7	127.0	0.50	5.00	5	36.7	18.3	11.1	5.3	3.6		5.7	10.5	26	K, R	5247
12.7	129.5	0.50	5.10	8	126	62.5	37.8	18.2			19.5	12.3	30	K, R	5248
12.7	152.4	0.50	6.00	1	52.3	26.1	14.6				8.1	15.2	30	K, R	5162
12.7	190.5	0.50	7.50	1	53.1	26.2	16.1	7.7	5.3	3.7	8.2	17.5	24	K, R	5249
12.7	326.9	0.50	12.87	6	230	115	69.5	33.5			35.7 8.1	31.0	26	K, R	5250
12.7	326.9	0.50	12.87	6	115	57.5	34.8	16.7	11.4	8.1	17.8	30.1	26	K, R	5251
12.7	326.9	0.50	12.87	6	77.1	38.5	23.3	11.2	7.7	5.4	12.0	30.1	26	K, R	5252
12.7	469.9	0.50	18.50	1	289	145	87.7	42.1	29.1	20.3	10.1	46.5	26	R	5253
13.2	208.3	0.52	8.20	8	224	112	59.6	28.8			34.7 7.9	22.3	26	K, R	5254
13.5	25.4	0.53	1.00	1	63.2	31.6	16.8	8.4			9.8	2.5	30	K	5255
13.5	30.5	0.53	1.20	1	59.6	29.8	15.9	7.9			9.2	2.5	30	K	5256
13.5	50.8	0.53	2.00	2	135	67.6	36.1	18.1			20.9	5.1	30	K	5257
13.5	116.8	0.53	4.60	3	166	83.3	50.4	24.2			25.7 5.9	11.4	24	K, R	5259
13.5	116.8	0.53	4.60	3	95.7	56.5	28.9	13.9			14.8	11.9	26	K, R	5260
13.7	50.8	0.54	2.00	1	135	67.5	40.8	19.6			20.9	4.8	30	K	5261
13.7	205.7	0.54	8.10	1	233	117	62.1	31.1			36.1 8.2	21.5	26	K, R	5262
14.0	30.5	0.55	1.20	1	24.9	12.9	7.8	3.7				2.3	26	K, R	5264
14.0	167.6	0.55	6.60	1	107	53.9	32.6	15.7	10.7	7.5	16.6	18.0	26	K, R	5267
14.0	381.0	0.55	15.00	1	217	108	65.8	31.7	21.7	15.2	33.6 7.6	41.2	24	K, R	5268
15.2	251.5	0.60	9.90	1	229	115	69.5	33.4	22.9	16.1	35.5 8.0	30.0	26	K, R	5270
15.2	270.5	0.60	10.65	6	360	180	95.9	47.9			55.8 12.7	31.2	30	K, R	5271
16.5	273.1	0.65	10.75	7	124	64.1	37.5	18.1	12.4	8.6	19.2	35.9	26	K, R	5273
19.1	19.1	0.75	0.75	21	35.0	18.3	9.9	4.6			5.4	3.1	30	K, R	5578
19.1	25.4	0.75	1.00	21	40.0	20.9	11.4	5.2			6.2	4.2	30	K, R	5579
19.1	31.8	0.75	1.25	21	45.0	23.4	12.8	5.9	4.4		7.0	5.3	30	K, R	5580
19.1	38.1	0.75	1.50	21	50.0	26.0	14.2	6.5	4.8		7.8	6.4	30	K, R	5581
19.1	44.5	0.75	1.75	21	55.0	28.6	15.6	7.2	5.3		8.5	7.5	30	K, R	5582
19.1	47.0	0.75	1.85	1	50.1	25.2	15.2	7.3	5.1	3.5	7.8	6.6	26	K, R	5274
19.1	50.8	0.75	2.00	21	124	64.9	35.3	16.4	12.2	9.2	19.2	8.6	26	K, R	5595
19.1	63.5	0.75	2.50	2	43.5	21.8	13.2	6.3	4.3		6.7	8.8	26	K, R	5275
19.1	76.2	0.75	3.00	1	144	71.7	43.6	21.1			22.3	11.1	26	K, R	5276
19.1	76.2	0.75	3.00	1	18.1	8.5	5.3					7.4	24	K, R	5277
19.1	82.6	0.75	3.25	6	160	80.1	48.5	23.3			24.8 5.6	12.6	26	K, R	5278
19.1	101.6	0.75	4.00	1	36.1	17.7	10.7	5.1	3.5		5.6	15.5	26	K, R	5279
19.1	101.6	0.75	4.00	1	24.5	11.1	6.9	3.3				10.9	24	K, R	5280
19.1	125.7	0.75	4.95	8	267	134	71.1	35.6			41.4 9.4	19.7	30	K	5281
19.1	127.0	0.75	5.00	1	30.6	14.1	8.7	4.2				14.5	24	K, R	5282
19.1	152.4	0.75	6.00	1	36.7	16.6	10.3	5.1			5.7	18.0	24	K, R	5283
19.1	177.8	0.75	7.00	1	38.8	19.4	12.1	5.5	4.1		6.0	21.5	24	K, R	5284
19.1	203.2	0.75	8.00	1	48.7	22.1	13.7	6.4	4.4	3.3	7.5	25.1	24	K, R	5285
19.1	228.6	0.75	9.00	1	54.7	25.1	15.6	7.1	5.1	3.6	8.5	28.6	24	K, R	5286
19.1	254.0	0.75	10.00	1	60.8	27.7	17.2	7.7	5.5	4.1	9.4	32.2	24	K, R	5287
19.1	279.4	0.75	11.00	1	66.9	30.4	18.8	8.7	6.1	4.5	10.4	35.7	24	K, R	5288
19.1	279.4	0.75	11.00	1	200	100	60.5	29.1	19.9	13.9	31.0 7.0	40.8	24	K, R	5289
19.1	304.8	0.75	12.00	1	72.6	33.1	20.5	9.1	6.4	4.7	11.3	39.3	24	K, R	5290

*La tolérance sur la résistance est ±10% ou ±0.5 Ω, la plus élevée des deux valeurs

Les modèles caoutchouc de silicone (HR) ne sont pas disponibles avec un élément NiFe

Réchauffeurs polyimide et caoutchouc siliconé standard

Dimensions (mm)		Dimensions (pouces)		Type	Résistances en ohms*							Surface effective (cm ²)	AWG Fils	Isolation	Réf. du modèle	
X	Y	X	Y		R(0°C) [Peut être utilisé avec Heaterstat™]→											
											NiFe	Ni				
19.8	70.1	0.78	2.76	6	83.7	41.9	22.3	11.1	7.4	5.6	13.0	11.5	30	K, R	5292	
20.3	39.4	0.80	1.55	2	313	156	83.1	41.6			48.5	11.3	5.8	30	K	5294
20.3	39.4	0.80	1.55	2	105	52.5	27.9	14.0			16.3		6.1	30	K, R	5295
20.3	69.9	0.80	2.75	8	39.7	19.8	12.1	5.7	3.9		6.2		9.8	26	K, R	5296
20.3	152.4	0.80	6.00	8	123	61.8	37.4	17.9	12.3	8.6	19.1		27.3	26	K, R	5297
20.3	205.7	0.80	8.10	8	21.5	11.2	6.9						34.8	26	K, R	5298
20.3	292.1	0.80	11.50	8	166	83.2	50.3	24.2	16.5	11.6	25.7	5.8	48.5	24	K, R	5299
20.3	362.0	0.80	14.25	8	206	103	62.4	30.1	20.5	14.4	31.9	7.2	60.5	24	K, R	5300
20.6	122.2	0.81	4.81	2	64.7	32.9	19.6	9.4	6.4	4.5	10.0		21.5	26	K, R	5301
20.8	62.5	0.82	2.46	9	243	121	64.5	32.3			37.7	8.6	10.7	30	K, R	5302
21.6	25.4	0.85	1.00	6	70.2	35.1	20.6	9.9			10.9		3.9	30	K, R	5303
21.6	63.0	0.85	2.48	9	268	134	71.3	35.7			41.5	9.5	10.6	30	K	5304
21.6	124.5	0.85	4.90	3	207	104	55.1	27.5			32.1	7.3	23.2	26	K, R	5305
21.8	401.3	0.86	15.80	1	140	70.1	42.3	20.3	13.9	9.7	21.7		71.6	24	K, R	5306
22.1	219.7	0.87	8.65	8	561	281	149	74.7			87.0	19.8	41.2	26	K, R	5307
22.1	377.2	0.87	14.85	8	131	65.4	39.6	19.1	13.1	9.1	20.3		66.3	24	K, R	5308
22.4	135.9	0.88	5.35	8	62.6	31.3	18.9	9.1	6.2	4.4	9.7		24.8	26	K, R	5309
22.9	125.7	0.90	4.95	3	207	103	62.6	30.1			32.1	7.3	22.7	26	K, R	5310
23.9	99.1	0.94	3.90	9	119	59.6	31.8	15.9	10.6	7.9	18.4		19.0	30	K, R	5311
24.4	37.6	0.96	1.48	3	76.1	38.1	20.2	10.1			11.8		7.1	30	K, R	5312
24.6	30.7	0.97	1.21	3	84.3	42.2	22.4	11.2			13.1		5.8	30	K, R	5313
24.6	75.2	0.97	2.96	2	303	151	80.5	40.3			47.0	10.7	15.8	30	K, R	5314
24.9	37.6	0.98	1.48	6	80.1	39.7	24.1	11.6			12.4		7.3	26	K, R	5315
24.9	69.9	0.98	2.75	1	206	103	61.7	29.7			31.9	7.3	13.4	26	K, R	5316
25.4	25.4	1.00	1.00	1	157	78.4	44.0				24.3	5.6	5.3	30	K, R	5163
25.4	25.4	1.00	1.00	1	52.1	26.1	15.7	7.6			8.1		4.2	26	K, R	5318
25.4	25.4	1.00	1.00	21	70.0	36.6	19.9	9.2	6.8	5.2	10.9		5.7	30	K, R	5583
25.4	31.8	1.00	1.25	21	65.0	33.9	18.5	8.5	6.3	4.7	10.1		7.2	30	K, R	5584
25.4	38.1	1.00	1.50	21	75.0	39.1	21.3	9.8	7.3	5.4	11.6		8.7	30	K, R	5585
25.4	44.5	1.00	1.75	21	100	52.2	28.4	13.1	9.7	7.3	15.5		10.3	30	K, R	5586
25.4	50.8	1.00	2.00	1	78.4	39.2	22.0				12.2		11.4	30	K, R	5164
25.4	50.8	1.00	2.00	1	14.6	7.3	4.5						6.7	24	K, R	5319
25.4	58.4	1.00	2.30	3	220	110	58.4	29.2			34.1	7.8	11.7	30	K, R	5320
25.4	63.5	1.00	2.50	1	146	72.1	43.1	20.7			22.6	5.1	12.2	26	K, R	5321
25.4	63.5	1.00	2.50	1	107	53.3	32.3	15.5			16.6		12.2	26	K, R	5322
25.4	76.2	1.00	3.00	1	52.3	26.1	14.6				8.1		17.4	30	K, R	5165
25.4	76.2	1.00	3.00	1	23.9	10.7	6.6						11.9	24	K, R	5323
25.4	76.2	1.00	3.00	1	58.0	26.6	16.1	7.7	5.3	3.7	9.0		14.8	26	K, R	5324
25.4	76.2	1.00	3.00	1	36.4	17.9	10.8	5.2	3.6		5.6		14.8	26	K, R	5325
25.4	91.9	1.00	3.62	3	61.1	30.6	18.5	8.9	6.1	4.2	9.5		19.2	26	K, R	5326
25.4	94.5	1.00	3.72	3	445	223	118	59.2			69.0	15.8	20.3	30	K, R	5327
25.4	94.5	1.00	3.72	3	389	195	118	56.7			60.3	13.8	19.7	26	K, R	5328
25.4	97.0	1.00	3.82	2	160	80.1	48.5	23.3	15.9	11.2	24.8	5.6	21.2	26	K, R	5329
25.4	101.6	1.00	4.00	1	83.3	42.7	25.2	12.1	8.3	5.8	12.9		21.5	26	K, R	5330
25.4	101.6	1.00	4.00	1	30.8	13.9	8.6	4.2					17.0	24	K, R	5331
25.4	120.7	1.00	4.75	6	302	151	91.6	44.1			46.8	10.6	27.7	24	K, R	5332
25.4	120.7	1.00	4.75	6	266	133	80.5	38.7			41.2	9.4	26.1	26	K, R	5333
25.4	127.0	1.00	5.00	1	529	264	148				82.0	18.7	28.5	30	K, R	5166
25.4	127.0	1.00	5.00	1	38.1	17.2	10.7	5.1			5.9		28.0	24	K, R	5334
25.4	152.4	1.00	6.00	1	45.3	20.8	12.9	5.8	4.1		7.0		27.4	24	K, R	5335
25.4	152.4	1.00	6.00	2	162	80.9	48.9	23.5	16.1	11.3	25.1	5.7	33.1	26	K, R	5336

*La tolérance sur la résistance est ±10% ou ±0.5 Ω, la plus élevée des deux valeurs

Les modèles caoutchouc de silicone (HR) ne sont pas disponibles avec un élément NiFe

Réchauffeurs polyimide et caoutchouc siliconé standard

Dimensions (mm)		Dimensions (pouces)		Type	Résistances en ohms*							Surface effective (cm ²)	AWG Fils	Isolation	Réf. du modèle
X	Y	X	Y		R(0°C) [Peut être utilisé avec Heaterstat™]→ NiFe Ni										
25.4	177.8	1.00	7.00	1	52.1	24.1	14.9	6.8	4.7	3.5	8.1	32.5	24	K, R	5337
25.4	177.8	1.00	7.00	1	86.1	43.1	26.1	12.3	8.5	6.1	13.3	39.9	26	K, R	5338
25.4	179.1	1.00	7.05	1	111	55.7	33.7	16.2	11.1	7.7	17.2	39.5	26	K, R	5339
25.4	203.2	1.00	8.00	1	58.9	27.5	17.1	7.7	5.4	3.9	9.1	37.7	24	K, R	5340
25.4	228.6	1.00	9.00	1	66.1	30.4	18.8	8.7	5.9	4.4	10.2	42.8	24	K, R	5341
25.4	254.0	1.00	10.00	1	264	132	74.1				40.9 9.2	57.8	30	K, R	5167
25.4	254.0	1.00	10.00	1	73.4	34.1	21.1	9.4	6.6	4.9	11.4	48.0	24	K, R	5342
25.4	279.4	1.00	11.00	1	79.8	37.2	23.1	10.3	7.2	5.4	12.4	53.2	24	K, R	5343
25.4	304.8	1.00	12.00	1	86.5	40.3	24.9	11.1	7.7	5.8	13.4	58.3	24	K, R	5344
25.4	304.8	1.00	12.00	3	163	82.1	49.6	23.8	16.3	11.4	25.3 5.7	67.9	24	K, R	5345
25.4	304.8	1.00	12.00	1	1063	531	321	154			165 37.6	67.9	26	K, R	5346
25.4	307.3	1.00	12.10	1	155	76.6	46.3	22.3	15.2	10.6	24.0 5.4	68.5	26	K, R	5347
25.4	381.0	1.00	15.00	1	176	88.2	49.4				27.3 6.1	87.2	30	K, R	5168
25.4	482.6	1.00	19.00	1	121	60.8	36.8	17.7	12.1	8.5		89.5	24	R	5348
25.4	560.3	1.00	22.06	1	93.1	46.5	24.8	12.4	8.3	6.2		121.9	24	R	5349
25.9	254.0	1.02	10.00	5	946	473	252	126			147 33.5	55.5	24	K, R	5350
26.4	70.1	1.04	2.76	5	262	131	69.6	34.8			40.6 9.3	13.2	26	K, R	5351
26.4	110.5	1.04	4.35	1	87.6	43.8	23.3	11.7	7.8	5.8	13.6	26.2	26	K, R	5352
26.4	197.1	1.04	7.76	8	1321	660	352	176			205 47.1	43.9	30	K	5353
26.7	102.6	1.05	4.04	8	243	122	64.8	32.4			37.7 8.5	23.5	30	K, R	5354
26.7	118.1	1.05	4.65	8	152	74.1	44.4	21.3			23.6 5.3	26.1	26	K, R	5355
26.7	142.2	1.05	5.60	7	440	220	133	64.1			68.2 15.5	32.5	26	K, R	5356
26.7	246.4	1.05	9.70	1	276	138	73.4	36.7	24.5	18.3	42.8 9.6	56.8	24	K, R	5357
27.2	102.9	1.07	4.05	8	103	51.3	27.3	13.7	9.1	6.8	16.0	23.7	30	K, R	5358
27.9	101.6	1.10	4.00	1	600	300	181	87.3			93.0 21.3	24.2	30	K	5359
27.9	101.6	1.10	4.00	1	394	197	119	57.4			61.1 13.9	23.9	30	K, R	5360
27.9	469.9	1.10	18.50	3	350	175	106	50.1	34.8	24.3		113.8	24	R	5361
28.7	89.2	1.13	3.51	8	107	53.4	28.4	14.2	9.5	6.6	16.6	22.1	30	K, R	5362
29.7	48.5	1.17	1.91	2	125	62.5	37.8	18.2			19.4	11.5	26	K, R	5364
30.5	70.1	1.20	2.76	1	275	136	82.7	39.8			42.6 9.7	18.5	30	K, R	5366
30.5	86.4	1.20	3.40	7	92.0	45.7	26.6	13.3	9.1	6.4	14.3	22.0	26	K, R	5367
31.0	56.9	1.22	2.24	8	111	55.5	29.5	14.8	9.8	7.4	17.2	15.0	30	K, R	5368
31.2	63.0	1.23	2.48	2	101	50.8	27.1	13.5	9.4	6.7	15.7	16.8	30	K, R	5369
31.5	45.7	1.24	1.80	2	298	148	90.1	43.3			46.2 10.6	12.3	30	K	5370
31.8	31.8	1.25	1.25	21	100	52.2	28.4	13.1	9.7	7.3	15.5	9.2	30	K, R	5587
31.8	38.1	1.25	1.50	21	125	65.3	35.5	16.4	12.2	9.2	19.4	11.0	30	K, R	5588
31.8	44.5	1.25	1.75	21	150	78.4	42.6	19.7	14.6	11.0	23.3 5.3	13.0	30	K, R	5589
31.8	160.0	1.25	6.30	1	136	68.2	41.3	19.8	13.6	9.5	21.1	44.1	24	K, R	5371
31.8	223.5	1.25	8.80	1	51.9	25.9	15.7	7.5	5.1	3.6	8.0	63.6	24	K, R	5372
31.8	381.0	1.25	15.00	1	219	109	66.5	32.1	21.9	15.3	33.9 7.6	101.9	24	K, R	5373
34.3	142.2	1.35	5.60	3	876	438	265	127			136 31.1	42.4	30	K	5374
34.8	147.3	1.37	5.80	1	250	125	75.8	36.5	24.9	17.5	38.8 8.7	46.1	26	K, R	5375
35.1	69.9	1.38	2.75	2	305	152	92.1	44.2			47.3 10.8	20.7	26	K, R	5376
35.6	59.4	1.40	2.34	1	197	98.7	52.5	26.3	17.5	13.1	30.5 6.9	18.7	30	K, R	5377
35.6	160.0	1.40	6.30	8	771	386	205	103			120 27.2	52.1	30	K, R	5378
36.8	61.0	1.45	2.40	8	106	53.4	32.3	15.5	10.6	7.4	16.4	18.7	26	K, R	5379
36.8	207.0	1.45	8.15	8	474	237	126	63.1	42.1	31.5	73.5 16.6	67.9	24	K, R	5380
37.6	256.5	1.48	10.10	1	126	62.9	33.5	16.7	11.2	8.4	19.5	86.5	24	K, R	5381
38.1	38.1	1.50	1.50	21	150	78.3	42.6	19.7	14.6	11.0	23.3 5.3	13.4	30	K, R	5590
38.1	44.5	1.50	1.75	21	175	91.4	49.7	23.0	17.1	12.9	27.1 6.2	15.7	30	K, R	5591
38.1	50.8	1.50	2.00	1	14.8	7.2	4.5					11.9	24	K, R	5382

*La tolérance sur la résistance est ±10% ou ±0.5 Ω, la plus élevée des deux valeurs

Les modèles caoutchouc de silicone (HR) ne sont pas disponibles avec un élément NiFe

Réchauffeurs polyimide et caoutchouc siliconé standard

Dimensions (mm)		Dimensions (pouces)		Type	Résistances en ohms*						Surface effective (cm ²)	AWG Fils	Isolation	Réf. du modèle
X	Y	X	Y		R(0°C) [Peut être utilisé avec Heaterstat™]→									
					NiFe		Ni							
38.1	76.2	1.50	3.00	1	21.8	10.7	6.6				20.3	24	K, R	5383
38.1	101.6	1.50	4.00	1	29.1	14.4	8.8	4.3			28.6	24	K, R	5384
38.1	104.1	1.50	4.10	2	103	51.7	27.5	13.7	9.2	6.9	16.0	30	K, R	5385
38.1	127.0	1.50	5.00	1	36.2	17.9	10.9	5.1	3.4		5.6	24	K, R	5386
38.1	152.4	1.50	6.00	1	43.3	21.7	13.2	6.2	4.2		6.7	24	K, R	5387
38.1	163.1	1.50	6.42	8	140	70.2	37.4	18.7			21.7	30	K, R	5388
38.1	163.1	1.50	6.42	8	1317	659	350	175			204	30	K, R	5389
38.1	177.8	1.50	7.00	1	50.1	25.1	15.2	7.2	4.7	3.5	7.8	24	K, R	5390
38.1	203.2	1.50	8.00	1	57.1	28.7	17.5	8.1	5.3	3.9	8.9	24	K, R	5391
38.1	204.5	1.50	8.05	2	304	152	92.1	44.3	30.3	21.2	47.1	26	K, R	5392
38.1	228.6	1.50	9.00	1	64.1	32.2	19.6	8.9	6.1	4.4	9.9	24	K, R	5393
38.1	254.0	1.50	10.00	1	71.4	35.7	21.8	10.1	6.7	4.9	11.1	24	K, R	5394
38.1	279.4	1.50	11.00	1	78.5	39.1	23.9	10.9	7.3	5.3	12.2	24	K, R	5395
38.1	279.4	1.50	11.00	1	391	180	118	57.1	38.9	27.3	60.6	24	K, R	5396
38.1	304.8	1.50	12.00	1	85.6	42.8	25.8	11.8	7.8	5.8	13.3	24	K, R	5397
38.9	77.5	1.53	3.05	8	176	88.4	53.4	25.7	17.6	12.3	27.3	26	K, R	5398
39.4	77.5	1.55	3.05	1	130	65.3	39.5	19.1	13.1	9.1	20.2	26	K, R	5399
40.9	54.6	1.61	2.15	1	205	102	54.5	27.3			31.8	30	K, R	5400
41.1	70.4	1.62	2.77	1	166	81.1	48.6	23.3	15.9	11.2	25.7	30	K, R	5401
41.9	76.2	1.65	3.00	2	128	64.1	38.8	18.3	12.8	8.9	19.8	30	K, R	5402
41.9	127.0	1.65	5.00	1	162	81.1	48.9	23.5	16.1	11.3	25.1	26	K, R	5403
43.2	129.5	1.70	5.10	1	580	290	154	77.2			89.9	24	K, R	5404
44.5	44.5	1.75	1.75	21	200	104	56.8	26.3	19.5	14.7	31.0	30	K, R	5592
44.5	69.3	1.75	2.73	2	159	79.5	48.1	23.1	15.8	11.1	24.6	26	K, R	5405
44.7	121.7	1.76	4.79	1	330	165	87.9	43.9	29.3	22.1	51.2	30	K, R	5406
45.2	109.2	1.78	4.30	1	737	369	196	98.1			114	30	K, R	5407
45.2	134.1	1.78	5.28	1	588	294	156	78.2			91.1	30	K, R	5408
45.7	45.7	1.80	1.80	3	251	126	66.8	33.4			38.9	30	K, R	5409
47.8	146.1	1.88	5.75	1	288	144	86.9	41.7	28.6	20.1	44.6	24	K, R	5410
48.3	80.3	1.90	3.16	6	236	118	62.8	31.4	20.9	15.7	36.6	26	K, R	5411
48.8	113.0	1.92	4.45	8	348	174	92.5	46.3	30.8	23.1	53.9	26	K, R	5412
49.3	134.4	1.94	5.29	6	508	254	135	67.6	45.1	31.6	78.7	30	K, R	5413
49.8	95.8	1.96	3.77	1	749	374	199	99.6			116	30	K, R	5414
50.0	54.9	1.97	2.16	3	112	56.3	34.1	16.4	11.2	7.8	17.4	26	K, R	5415
50.3	97.0	1.98	3.82	1	752	376	200	98.9			117	30	K, R	5416
50.8	50.8	2.00	2.00	1	661	331	185				102	30	K, R	5169
50.8	50.8	2.00	2.00	1	36.1	17.8	10.9	5.3			5.6	24	K, R	5417
50.8	66.0	2.00	2.60	7	344	172	104	51.8			53.3	26	K, R	5418
50.8	76.2	2.00	3.00	1	441	220	123				68.4	30	K, R	5170
50.8	76.2	2.00	3.00	1	53.3	25.9	15.9	7.5	5.4	3.6	8.3	24	K, R	5419
50.8	76.2	2.00	3.00	7	33.3	15.6	9.8	4.5			5.2	24	K, R	5463
50.8	82.6	2.00	3.25	6	86.6	43.3	26.2	12.6	8.6	6.1	13.4	24	K, R	5420
50.8	82.6	2.00	3.25	6	75.6	37.8	22.8	10.9	7.5	5.3	11.7	26	K, R	5421
50.8	101.6	2.00	4.00	1	331	165	92.7				51.3	30	K, R	5171
50.8	101.6	2.00	4.00	1	70.1	34.6	21.2	10.4	6.9	4.8	10.9	24	K, R	5422
50.8	101.6	2.00	4.00	7	23.7	11.6	7.3					24	K, R	5487
50.8	127.0	2.00	5.00	1	88.1	43.2	26.2	13.1	8.6	5.9	13.7	24	K, R	5423
50.8	127.0	2.00	5.00	7	23.9	13.1	8.8	4.3				24	K, R	5506
50.8	152.4	2.00	6.00	1	220	110	61.6				34.1	30	K, R	5172
50.8	152.4	2.00	6.00	1	104	51.8	31.9	15.1	9.8	7.1	16.1	24	K, R	5424
50.8	153.7	2.00	6.05	1	99.7	49.9	30.2	14.5	9.9	6.9	15.5	24	K, R	5425

*La tolérance sur la résistance est ±10% ou ±0.5 Ω, la plus élevée des deux valeurs

Les modèles caoutchouc de silicone (HR) ne sont pas disponibles avec un élément NiFe

Réchauffeurs polyimide et caoutchouc siliconé standard

Dimensions (mm)		Dimensions (pouces)		Type	Résistances en ohms*							Surface effective (cm ²)	AWG Fils	Isolation	Réf. du modèle
X	Y	X	Y		R(0°C) [Peut être utilisé avec Heaterstat™]→ NiFe Ni										
50.8	177.8	2.00	7.00	1	120	60.4	36.5	17.5	11.2	8.3	18.6	76.3	24	K, R	5426
50.8	203.2	2.00	8.00	1	137	68.9	41.9	20.1	12.9	9.4	21.2	87.9	24	K, R	5427
50.8	228.6	2.00	9.00	1	154	77.7	46.8	21.6	14.3	10.6	23.9	99.5	24	K, R	5428
50.8	254.0	2.00	10.00	1	171	85.8	52.1	23.8	16.1	11.6	26.5	111.1	24	K, R	5429
50.8	254.0	2.00	10.00	6	320	160	96.8	46.5	31.8	23.3	49.6	117.4	26	K, R	5430
50.8	279.4	2.00	11.00	1	188	94.1	57.1	26.4	17.7	13.1	29.1	122.7	24	K, R	5431
50.8	304.8	2.00	12.00	1	220	110	61.6	28.6			34.1	146.4	24	K, R	5173
50.8	304.8	2.00	12.00	1	206	102	61.9	28.5	18.8	14.1	31.9	134.3	24	K, R	5432
50.8	304.8	2.00	12.00	1	442	221	134	63.5	44.1	30.8	68.5	140.6	24	K, R	5433
52.1	68.6	2.05	2.70	8	725	362	219	97.3			112	33.5	30	K	5434
54.6	64.8	2.15	2.55	2	123	62.1	37.3	17.9	12.3	8.6	19.1	32.6	26	K, R	5435
55.1	96.5	2.17	3.80	1	681	340	181	90.6			106	46.5	30	K, R	5436
57.2	101.6	2.25	4.00	1	284	142	86.1	41.4	28.3	19.8	44.0	49.7	26	K, R	5437
57.2	114.3	2.25	4.50	6	140	70.3	42.5	20.4	14.1	9.8	21.7	56.9	24	K, R	5438
57.2	133.4	2.25	5.25	6	142	70.9	42.9	20.6	14.2	9.9	22.0	67.9	24	K, R	5439
57.2	133.4	2.25	5.25	6	160	80.1	48.6	23.4	15.9	11.2	24.8	67.1	24	K, R	5440
57.2	159.5	2.25	6.28	8	364	182	110	53.1	36.3	25.4	56.4	80.8	26	K, R	5441
58.4	230.4	2.30	9.07	6	1016	508	270	135	90.1	67.6	157	127.1	24	K, R	5443
59.7	104.1	2.35	4.10	7	168	84.1	50.9	24.4	16.7	11.7	26.0	55.4	24	K, R	5444
62.2	154.2	2.45	6.07	8	861	431	229	115			133	90.3	24	K, R	5445
63.5	76.2	2.50	3.00	1	421	210	127	61.2			65.3	41.3	26	K, R	5446
63.5	76.2	2.50	3.00	1	290	145	87.9	42.2	28.9	20.2	45.0	44.5	26	K, R	5447
63.5	101.6	2.50	4.00	1	576	288	174	83.8			89.3	57.4	30	K, R	5448
63.5	102.6	2.50	4.04	1	703	351	187	93.5			109	60.3	24	K, R	5449
63.5	127.0	2.50	5.00	1	231	115	69.9	33.6	22.9	16.1	35.8	72.9	26	K, R	5450
63.5	152.4	2.50	6.00	3	206	103	62.3	30.1	20.5	14.3	31.9	87.7	26	K, R	5451
63.5	203.2	2.50	8.00	1	315	157	95.3	45.8	31.3	21.9	48.8	120.6	26	K, R	5452
63.5	287.0	2.50	11.30	1	2341	1170	623	311			363	165.8	24	K, R	5453
63.5	290.1	2.50	11.42	1	2089	1045	556	278			324	170.3	24	K, R	5454
64.3	77.5	2.53	3.05	6	93.7	47.1	28.3	13.6	9.3	6.5	14.5	46.3	26	K, R	5455
64.8	77.5	2.55	3.05	8	165	82.9	50.1	24.1	16.4	11.5	25.6	45.2	30	K, R	5456
68.1	87.4	2.68	3.44	2	72.6	36.3	21.9	10.6	7.2	5.1	11.3	49.3	26	K, R	5457
69.9	304.8	2.75	12.00	1	243	121	73.6	35.4	24.2	16.9	37.7	199.4	24	K, R	5458
71.4	74.7	2.81	2.94	2	253	126	76.7	36.9	25.2	17.7	39.2	48.1	26	K, R	5459
72.9	416.8	2.87	16.41	6	1648	824	438	219	146	110	57.6	292.3	24	R	5460
74.2	173.2	2.92	6.82	3	713	357	190	94.8	63.2	47.4	111	119.4	24	K, R	5461
74.2	173.2	2.92	6.82	1	1566	784	474	228			243	119.4	26	K, R	5462
76.2	76.2	3.00	3.00	1	294	147	82.3				45.6	54.3	30	K, R	5174
76.2	76.2	3.00	3.00	1	46.5	23.3	14.6	6.4	4.9		7.2	47.4	24	K, R	5464
76.2	78.7	3.00	3.10	1	44.4	22.2	13.4	6.5	4.4		6.9	51.5	24	K, R	5465
76.2	101.6	3.00	4.00	1	62.1	30.9	19.4	8.6	5.7	4.1	9.6	65.4	24	K, R	5466
76.2	101.6	3.00	4.00	7	35.1	17.1	10.8	4.6			5.4	65.4	24	K, R	5488
76.2	127.0	3.00	5.00	1	176	88.2	49.4				27.3	91.8	30	K, R	5175
76.2	127.0	3.00	5.00	1	77.7	38.7	24.2	10.3	7.1	5.1	12.0	83.5	24	K, R	5467
76.2	127.0	3.00	5.00	7	36.1	19.5	12.6	5.9	3.7		5.6	83.5	24	K, R	5507
76.2	152.4	3.00	6.00	1	93.8	46.1	29.1	12.9	8.6	6.1	14.5	101.5	24	K, R	5468
76.2	177.8	3.00	7.00	1	109	53.4	33.9	14.3	10.1	7.1	16.9	119.6	24	K, R	5469
76.2	203.2	3.00	8.00	1	125	60.9	38.8	16.1	11.4	8.1	19.4	137.7	24	K, R	5470
76.2	228.6	3.00	9.00	1	141	68.3	43.5	18.9	12.9	9.1	21.9	155.7	24	K, R	5471
76.2	228.6	3.00	9.00	1	407	203	123	59.2	40.5	28.3	63.1	164.5	26	K, R	5472
76.2	254.0	3.00	10.00	1	340	170	88.2	67.9	53.8	39.1	103	185.5	24	K, R	5176

*La tolérance sur la résistance est $\pm 10\%$ ou $\pm 0.5 \Omega$, la plus élevée des deux valeurs

Les modèles caoutchouc de silicone (HR) ne sont pas disponibles avec un élément NiFe

Réchauffeurs polyimide et caoutchouc siliconé standard

Dimensions (mm)		Dimensions (pouces)		Type	Résistances en ohms*								Surface effective (cm ²)	AWG Fils	Isolation	Réf. du modèle
X	Y	X	Y		R(0°C) [Peut être utilisé avec Heaterstat™]→ NiFe Ni											
76.2	254.0	3.00	10.00	1	156	75.8	48.3	20.3	14.9	10.2	24.2	5.4	173.8	24	K, R	5473
76.2	279.4	3.00	11.00	1	172	83.6	53.1	22.3	15.7	11.1	26.7	6.0	191.9	24	K, R	5474
76.2	304.8	3.00	12.00	1	188	91.1	57.7	23.9	16.7	12.1	29.1	6.5	209.9	24	K, R	5475
76.2	381.0	3.00	15.00	1	226	126	58.8	45.3	35.9	68.2	15.3	279.4	24	K, R	5177	
77.0	77.0	3.03	3.03	3	1317	658	350	175			204	46.8	53.8	30	K	5476
78.7	104.1	3.10	4.10	1	306	153	92.7	43.8	18.1	12.7	47.4	10.7	73.5	26	K, R	5477
78.7	154.9	3.10	6.10	1	88.6	44.4	26.9	12.9	8.8	6.2	13.7		107.1	24	K, R	5478
78.7	180.3	3.10	7.10	3	104	52.3	31.6	15.2	10.4	7.3	16.1		127.7	24	K, R	5479
78.7	231.1	3.10	9.10	1	1500	750	454	218			233	52.7	165.2	26	K, R	5480
78.7	307.3	3.10	12.10	1	445	222	135	63.9	44.3	31.1	69.0	15.5	218.7	24	K, R	5481
82.6	82.6	3.25	3.25	7	172	86.1	52.1	25.1	17.1	12.1	26.7	6.0	63.2	26	K, R	5482
88.9	186.7	3.50	7.35	1	252	126	76.3	36.7	25.1	17.6	39.1	8.8	150.3	24	K, R	5483
92.2	413.3	3.63	16.27	1	795	398	212	106	70.5	52.9		27.7	361.3	24	R	5484
95.3	120.7	3.75	4.75	6	72.5	36.3	21.9	10.5	7.2	5.1	11.2		100.6	26	K, R	5485
96.5	218.4	3.80	8.60	1	243	121	73.6	35.4	24.2	16.9	37.7	8.4	192.3	24	K, R	5486
101.6	101.6	4.00	4.00	1	330	165	92.4	42.9			51.2	11.5	98.1	30	K, R	5178
101.6	101.6	4.00	4.00	1	46.5	23.3	14.3	6.1	4.9		7.2		89.9	24	K, R	5489
101.6	127.0	4.00	5.00	1	57.9	27.7	17.7	7.6	5.5	3.8	9.0		114.5	24	K, R	5490
101.6	127.0	4.00	5.00	7	48.5	25.9	16.8	7.3	5.1	3.5	7.5		114.5	24	K, R	5508
101.6	152.4	4.00	6.00	1	69.3	33.2	21.3	9.4	6.4	4.6	10.7		139.0	24	K, R	5491
101.6	177.8	4.00	7.00	1	80.7	38.6	24.7	10.9	7.2	5.3	12.5		163.5	24	K, R	5492
101.6	203.2	4.00	8.00	1	318	178	82.7	63.7	50.4	96.0	21.6		199.0	24	K, R	5179
101.6	203.2	4.00	8.00	1	92.3	43.9	28.3	12.3	8.4	6.1	14.3		188.0	24	K, R	5493
101.6	203.2	4.00	8.00	3	378	189	114	55.1	37.6	26.3	58.6	13.1	195.5	24	K, R	5494
101.6	228.6	4.00	9.00	1	103	49.5	31.7	13.4	9.3	6.8	16.0		212.5	24	K, R	5495
101.6	254.0	4.00	10.00	1	114	55.1	35.3	14.8	10.8	7.6	17.7		237.0	24	K, R	5496
101.6	279.4	4.00	11.00	1	126	60.6	38.8	16.2	11.7	8.3	19.5		261.5	24	K, R	5497
101.6	304.8	4.00	12.00	1	212	118	55.1	42.4	33.6	64.0	14.3		299.9	24	K, R	5180
101.6	304.8	4.00	12.00	1	137	66.1	42.1	17.6	12.2	9.1	21.2		286.1	24	K, R	5498
101.6	393.7	4.00	15.50	2	445	223	135	64.8	44.3	31.1	69.0	15.4	378.7	24	K, R	5499
101.6	426.7	4.00	16.80	6	720	360	218	105	71.6	50.1		25.0	406.5	24	R	5500
101.6	508.0	4.00	20.00	1	851	426	257	120	84.6	59.3		29.6	480.6	24	R	5501
102.9	204.5	4.05	8.05	1	617	312	186	89.9	61.4	43.1	95.6	21.5	196.1	26	K, R	5502
102.9	229.9	4.05	9.05	1	1400	700	420	210	139	97.1	217	49.0	220.0	26	K, R	5503
102.9	302.3	4.05	11.90	8	290	145	87.8	42.2	28.9	20.2	45.0	10.1	290.3	24	K, R	5504
114.3	492.8	4.50	19.40	1	30.1	15.1	9.1	4.3					524.5	24	R	5505
127.0	127.0	5.00	5.00	1	407	227	106	81.5	64.5	123	27.7		155.0	24	K, R	5181
127.0	127.0	5.00	5.00	1	61.5	32.6	21.1	8.9	6.1	4.3	9.5		145.4	24	K, R	5509
127.0	152.4	5.00	6.00	1	72.4	38.8	24.9	10.6	7.3	5.1	11.2		176.4	24	K, R	5510
127.0	177.8	5.00	7.00	1	84.3	45.1	29.2	12.3	8.9	5.9	13.1		207.4	24	K, R	5511
127.0	203.2	5.00	8.00	1	96.2	51.4	32.9	14.1	9.7	6.8	14.9		238.3	24	K, R	5512
127.0	228.6	5.00	9.00	1	108	57.8	36.9	15.6	10.7	7.6	16.7		269.3	24	K, R	5513
127.0	254.0	5.00	10.00	1				85.7	66.1	52.9	105	23.5	313.4	24	K, R	5182
127.0	254.0	5.00	10.00	1	119	64.2	41.5	18.6	11.9	8.5	18.4		300.3	24	K, R	5514
127.0	279.4	5.00	11.00	1	131	70.5	44.9	19.2	12.8	9.4	20.3		331.2	24	K, R	5515
127.0	304.8	5.00	12.00	1	142	76.7	48.7	20.4	13.7	10.2	22.0		362.2	24	K, R	5516
127.0	307.3	5.00	12.10	1	377	190	114	54.8	37.5	26.3	58.4	13.1	363.9	24	K, R	5517
127.0	381.0	5.00	15.00	1				57.2	44.1	35.3	69.8	15.6	471.7	24	K, R	5183
127.0	405.6	5.00	15.97	8	271	136	72.2	36.1	24.1	18.1	42.0	9.4	490.3	24	K, R	5518
128.3	128.3	5.05	5.05	3	227	113	68.6	32.3	22.6	15.8	35.2	7.9	152.3	24	K, R	5519
128.3	128.3	5.05	5.05	3	262	131	79.4	38.2	26.1	18.3	40.6	9.1	152.3	24	K, R	5520

*La tolérance sur la résistance est ±10% ou ±0.5 Ω, la plus élevée des deux valeurs

Les modèles caoutchouc de silicone (HR) ne sont pas disponibles avec un élément NiFe





Réchauffeurs polyimide et caoutchouc siliconé standard

Dimensions (mm)		Dimensions (pouces)		Type	Résistances en ohms*								Surface effective (cm ²)	AWG Fils	Isolation	Réf. du modèle
X	Y	X	Y		R(0°C) [Peut être utilisé avec Heaterstat™]→ NiFe Ni											
128.3	204.5	5.05	8.05	1	953	476	288	138	94.8	66.4	148	33.2	247.1	26	K, R	5521
128.3	256.5	5.05	10.10	1	660	330	205	98.2	65.7	46.1	102	23.0	309.7	26	K, R	5522
128.3	266.7	5.05	10.50	6	784	392	237	114	78.1	55.2	122	27.3	322.6	26	K, R	5523
129.5	307.3	5.10	12.10	1	523	261	158	76.2	52.1	36.4	81.1	18.2	374.2	26	K, R	5524
139.7	139.7	5.50	5.50	1	50.0	25.7	14.2	6.4	4.6	3.4	7.8		188.2	26	K, R	5596
139.7	177.8	5.50	7.00	1	384	192	116	55.8	38.1	26.7	59.5	13.3	231.0	24	K, R	5525
152.4	152.4	6.00	6.00	1	174	87.0	48.7	22.6	17.4	12.2	27.0	6.0	221.8	24	K, R	5560
153.9	204.7	6.06	8.06	6	362	182	109	52.6	36.1	25.2	56.1	12.6	294.8	24	K, R	5526
153.9	204.7	6.06	8.06	2	630	315	190	91.5	62.6	43.8	97.7	21.9	297.4	26	K, R	5527
175.3	228.6	6.90	9.00	2	88.1	44.1	26.1	12.8	8.8	6.2	13.7		376.1	24	K, R	5528
190.5	293.4	7.50	11.55	8	2890	1446	874	420			448	101	477.4	26	K, R	5529
200.7	464.8	7.90	18.30	8	241	120	73.1	35.1	24.1	16.8	8.3		903.2	24	R	5530
223.5	284.5	8.80	11.20	8	220	110	66.5	31.9	21.8	15.3	34.1	7.6	609.0	24	K, R	5531
228.6	304.8	9.00	12.00	3	545	273	165	79.3	54.2	38.1	84.5	18.9	664.5	24	K, R	5532
228.6	457.2	9.00	18.00	6	184	92.1	55.6	26.7	18.3	12.8	6.4		1006.4	24	R	5533
254.0	254.0	10.00	10.00	1				42.8	33.1	26.4	52.2	11.7	629.2	20	K, R	5184
254.0	381.0	10.00	15.00	1				28.6	22.0	17.6	34.9	7.8	947.9	20	K, R	5185
254.0	457.2	10.00	18.00	1	161	80.4	48.6	23.4	16.1	11.2	5.6		1116.1	24	R	5534
255.8	464.1	10.07	18.27	7	327	163	98.9	47.5	32.5	22.7	11.3		1141.9	24	R	5535
271.8	279.4	10.70	11.00	6	807	403	244	117	80.3	56.1	125	28.0	735.5	24	K, R	5536
279.4	381.0	11.00	15.00	1	200	103	56.6	25.5	18.5	13.6	31.0	6.9	1023.0	20	K, R	5600
12.7	2.4	0.50	0.09	31	25.0	12.8	7.1						0.8	30	K	5186
12.7		0.50		10	26.1	13.1	7.8	3.8					1.0	30	K	5537
19.1	3.1	0.75	0.12	31	39.2	20.6	11.2	5.2	3.9	3.0	6.1		2.3	26	K, R	5593
19.8		0.78		10	32.2	16.1	9.7	4.7					2.1	30	K, R	5538
19.8		0.78		10	70.1	35.2	21.1	10.2			10.9		2.1	30	K	5539
24.9	3.0	0.98	0.12	11	37.2	18.6	11.3	5.4			5.8		4.2	24	K, R	5540
25.4	2.4	1.00	0.09	31	157	80.5	44.4	19.9	14.4	10.5	24.3	5.6	4.4	26	K	5187
27.9	3.0	1.10	0.12	11	61.1	30.5	18.5	8.9			9.5		4.3	24	K, R	5541
30.0		1.18		30	288	144	80.6	37.4	28.8	20.2	44.6	10.4	5.8	30	K	5561
31.8	15.2	1.25	0.60	11	84.4	42.2	25.5	12.3			13.1		3.8	26	K, R	5542
33.5		1.32		10	38.0	19.0	10.6	4.9	3.8		5.9		7.7	30	K, R	5562
34.3	11.4	1.35	0.45	11	156	78.1	47.2	22.7			24.2	5.6	6.2	30	K	5543
38.1	3.1	1.50	0.12	31	75.0	39.0	21.3	9.8	7.2	5.4	11.6		10.3	26	K, R	5597
43.9		1.73		10	227	114	68.7	33.1			35.2	8.0	12.9	30	K, R	5544
44.5	3.0	1.75	0.12	11	61.1	30.5	18.5	8.9	6.1	4.2	9.5		14.1	24	K, R	5545
47.0	3.0	1.85	0.12	11	61.2	30.6	18.5	8.9	6.1	4.2	9.5		15.7	26	K, R	5546
48.3		1.90		10	156	78.4	47.4	22.8			24.2	5.5	16.0	24	K, R	5547
50.8	3.1	2.00	0.12	31	100	51.9	28.4	13.0	9.6	7.1	15.5		18.9	26	K, R	5598
54.1	28.4	2.13	1.12	11	180	90.1	54.6	26.3			27.9	6.3	13.9	26	K, R	5548
62.2		2.45		10	530	265	160	77.1			82.2	18.8	26.8	26	K, R	5549
72.4		2.85		10	200	100	56.0	26.0	20.0	14.0	31.0	7.0	38.6	30	K, R	5563
76.2	3.1	3.00	0.12	31	378	194	107	48.0	34.7	25.4	58.6	13.3	42.6	26	K, R	5188
86.4		3.40		10	198	99.0	55.4	25.7	19.8	13.9	30.7	6.9	53.8	24	K, R	5564
94.5	53.1	3.72	2.09	11	317	158	95.9	46.1	31.6	22.1	49.1	11.1	43.6	26	K, R	5550
109.2	86.9	4.30	3.42	11	405	206	125	60.1			62.8	14.3	25.2	26	K, R	5551
120.7	63.5	4.75	2.50	11	54.5	27.3	14.5	7.2	4.8	3.6	8.4		74.1	24	K, R	5552
152.4	3.1	6.00	0.12	11	150	77.4	42.5	19.2	14.0	10.3	23.3	5.2	174.3	26	K, R	5599
158.8	50.8	6.25	2.00	11	610	305	185	88.8	60.7	42.5	94.6	21.3	165.5	24	K, R	5553
171.5	120.7	6.75	4.75	11	251	125	76.1	36.6	25.1	17.5	38.9	8.7	101.9	26	K, R	5554
179.3		7.06		10	120	60.1	31.9	16.1	10.6	7.4	18.6		239.9	24	K, R	5555

*La tolérance sur la résistance est ±10% ou ±0.5 Ω, la plus élevée des deux valeurs

Les modèles caoutchouc de silicone (HR) ne sont pas disponibles avec un élément NiFe

Réchauffeurs polyimide et caoutchouc siliconé standard

Dimensions (mm)		Dimensions (pouces)		Type	Résistances en ohms*								Surface effective (cm ²)	AWG Fils	Isolation	Réf. du modèle
X	Y	X	Y		R(0°C) [Peut être utilisé avec Heaterstat™]→											
									NiFe	Ni						
209.6	109.7	8.25	4.32	11 	670	335	202	97.4	67.1	47.4	104	23.3	233.1	24	K, R	5556
228.6	76.2	9.00	3.00	11 	710	355	215	101	70.6	49.4	110	24.7	338.5	24	K, R	5557
243.8	22.9	9.60	0.90	11 	72.7	36.3	21.9	10.6	7.2	5.1	11.3		436.5	24	K, R	5558
254.0	6.4	10.00	0.25	11 	667	334	202	96.7	67.1	47.7	103	23.2	482.5	24	K, R	5559

*La tolérance sur la résistance est $\pm 10\%$ ou $\pm 0.5 \Omega$, la plus élevée des deux valeurs
 Les modèles caoutchouc de silicone (HR) ne sont pas disponibles avec un élément NiFe

Réchauffeurs caoutchouc siliconé bobinés

220°C

Ces réchauffeurs possèdent un élément bobiné, et non gravé. Ils sont plus économiques en grande taille, plus épais et d'une densité de puissance réduite.

- ◆ Robustes
- ◆ Faciles à monter
- ◆ Chauffage uniforme jusqu'à 220°C
- ◆ Longs jusqu'à 1.8 m
- ◆ Economiques en grandes tailles
- ◆ Résistants aux flexions répétées
- ◆ Montage sur surfaces plates ou incurvées
- ◆ Composants agréés UL et TÜV en standard
- ◆ 0.4, 0.8, 1.6, 2.3 Watt/cm² à 120 ou 240 VAC
- ◆ Courant de fuite dû au couplage capacitif moins élevé (peut être important pour les réchauffeurs de grande taille utilisés dans le médical)

UL US

TÜV
PRODUCT SERVICE
Bauart
geprüft



Applications typiques

- ◆ Anti-condensation pour moteurs et générateurs
- ◆ Protection des armoires d'instrumentation contre le froid, l'humidité
- ◆ Dégivrage
- ◆ Chauffage de valves et récipients pour réguler la viscosité des fluides
- ◆ Chauffage de fours industriels et d'équipements de gestion thermique
- ◆ Chauffage de table de machine-outil
- ◆ Chauffage d'appareils médicaux

Caractéristiques des modèles du catalogue

Plage de température: -45 à 220°C.

Épaisseur: 1.4 ± 0.13 mm.
6.4 mm max. sur fils de connexion.

Tension max.: 600 VAC
(Certification UL et TÜV jusqu'à 250 VAC).

Fils de connexion: AWG 20, sauf mention contraire; isolation PTFE suivant UL 1199/CSA. La longueur des fils des modèles standard est 305 mm.
Intensité admissible (basée sur une température ambiante de 100°C max.):

AWG 20	AWG 18
13.5 A	16.0 A

Certifications: Tous les modèles bobinés sont conformes aux normes standard UL 499, canadiennes C22.2, N° 72-M1984 et européennes EN60335 et peuvent porter la marque de la norme correspondante.

Tolérance sur la puissance: ±5%.

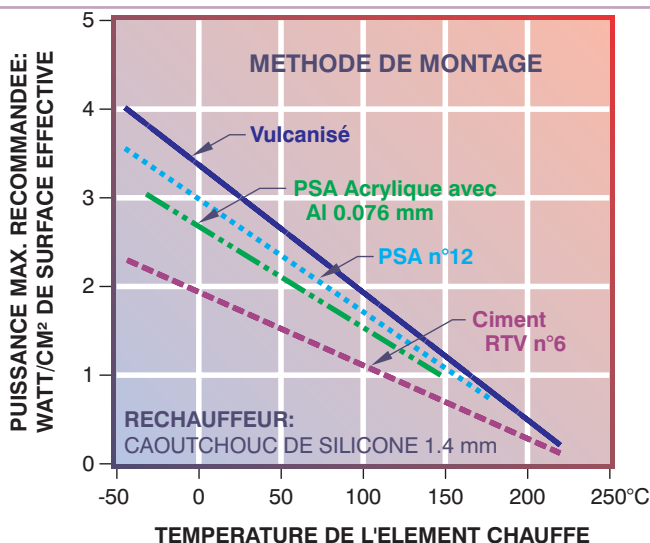
Taille max. (option): 305 × 1780 mm.

Densité de résistance max. (option): 31 Ω/cm².

Options pour modèles spéciaux

- ◆ Formes irrégulières et tailles jusqu'à 300 × 1780 mm
- ◆ Densité de résistance jusqu'à 31 Ω/cm²
- ◆ Thermostats intégrés
- ◆ Voir section J pour l'assistance à une conception personnalisée

Densité de puissance maximum, réchauffeurs caoutchouc de silicone



Exemple: A 100°C, la puissance maximale pour un réchauffeur monté avec du ciment RTV n°6 est 1.1 W/cm².

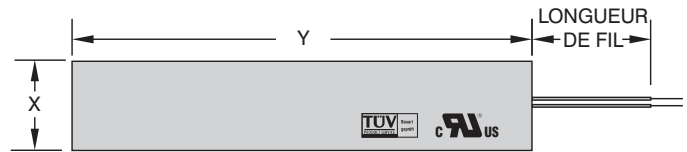
Réchauffeurs caoutchouc de silicone bobinés en stock

Réchauffeurs en stock

Ces réchauffeurs sont normalement en stock pour une expédition immédiate. Commander en précisant la référence du modèle (par exemple, HR6870A).

Pour commander les modèles en stock (ci-dessous)

HR6850	Référence du modèle
A	Montage A = Sans adhésif
HR6850A ← Exemple de référence	



Densité de puissance: 0.8 W/cm² à tension nominale.
Longueur de fil: 610 mm.



120 volts

Dimensions (mm)		Dimensions (pouces)		Volts	Watts	Réf. du modèle
X	Y	X	Y			
25.4	152.4	1	6	120	30	HR6870A
25.4	254.0	1	10	120	25	HR6877A
25.4	254.0	1	10	120	50	HR6850A
25.4	304.8	1	12	120	60	HR6871A
25.4	508.0	1	20	120	50	HR6878A
25.4	508.0	1	20	120	100	HR6852A
25.4	609.6	1	24	120	120	HR6873A
25.4	762.0	1	30	120	75	HR6880A
25.4	762.0	1	30	120	150	HR6854A
25.4	1016.0	1	40	120	100	HR6882A
25.4	1016.0	1	40	120	200	HR6856A
25.4	1524.0	1	60	120	150	HR6884A
25.4	1524.0	1	60	120	300	HR6858A
50.8	254.0	2	10	120	100	HR6860A
50.8	508.0	2	20	120	100	HR6886A
50.8	508.0	2	20	120	200	HR6862A
50.8	609.6	2	24	120	240	HR6875A
50.8	762.0	2	30	120	150	HR6888A
50.8	762.0	2	30	120	300	HR6864A
50.8	1016.0	2	40	120	200	HR6890A
50.8	1016.0	2	40	120	400	HR6866A
50.8	1524.0	2	60	120	600	HR6868A

240 volts

Dimensions (mm)		Dimensions (pouces)		Volts	Watts	Réf. du modèle
X	Y	X	Y			
25.4	254.0	1	10	240	50	HR6851A
25.4	304.8	1	12	240	60	HR6872A
25.4	508.0	1	20	240	50	HR6879A
25.4	508.0	1	20	240	100	HR6853A
25.4	609.6	1	24	240	120	HR6874A
25.4	762.0	1	30	240	75	HR6881A
25.4	762.0	1	30	240	150	HR6855A
25.4	1016.0	1	40	240	100	HR6883A
25.4	1016.0	1	40	240	200	HR6857A
25.4	1524.0	1	60	240	150	HR6885A
25.4	1524.0	1	60	240	300	HR6859A
50.8	254.0	2	10	240	100	HR6861A
50.8	508.0	2	20	240	100	HR6887A
50.8	508.0	2	20	240	200	HR6863A
50.8	609.6	2	24	240	240	HR6876A
50.8	762.0	2	30	240	150	HR6889A
50.8	762.0	2	30	240	300	HR6865A
50.8	1016.0	2	40	240	200	HR6891A
50.8	1016.0	2	40	240	400	HR6867A
50.8	1524.0	2	60	240	600	HR6869A

Pour commander les modèles standard (des 2 pages suivantes)

HR6600	Référence du modèle
R576	Résistance du réchauffeur en ohms
L12	Longueur de fil en pouces 305 mm (12 pouces) est standard
A	Montage
	A = Sans adhésif -45 à 220°C
	B = Avec PSA acrylique n°12 -45 à 177°C
	D = Avec feuille Al sans adhésif -45 à 220°C
	E = Avec feuille Al et PSA acrylique -32 à 150°C
	F = Avec feuille Al et PSA n°12 -45 à 204°C
HR6600R576L12A ← Exemple de référence	

Réchauffeurs caoutchouc siliconé bobinés standard

Dimensions (mm)		Dimensions (pouces)		Réchauffeurs 120 volts								Réf. du modèle
X	Y	X	Y	0.388 W/cm ²		0.775 W/cm ²		1.55 W/cm ²		2.33 W/cm ²		
				Puissance	Résistance	Puissance	Résistance	Puissance	Résistance	Puissance	Résistance	
25	127	1	5			25 W	576 Ω	50 W	288 Ω	75 W	192 Ω	HR6600
25	152	1	6			30 W	480 Ω	60 W	240 Ω	90 W	160 Ω	HR6693
25	254	1	10	25 W	576 Ω	50 W	288 Ω	100 W	144 Ω	150 W	96.0 Ω	HR6602
25	305	1	12	30 W	480 Ω	60 W	240 Ω	120 W	120 Ω	180 W	80.0 Ω	HR6694
25	381	1	15	38 W	384 Ω	75 W	192 Ω	150 W	96.0 Ω	225 W	64.0 Ω	HR6604
25	508	1	20	50 W	288 Ω	100 W	144 Ω	200 W	72.0 Ω	300 W	48.0 Ω	HR6606
25	610	1	24	60 W	240 Ω	120 W	120 Ω	240 W	60.0 Ω	360 W	40.0 Ω	HR6696
25	635	1	25	63 W	230 Ω	125 W	115 Ω	250 W	57.6 Ω	375 W	38.4 Ω	HR6608
25	762	1	30	75 W	192 Ω	150 W	96.0 Ω	300 W	48.0 Ω	450 W	32.0 Ω	HR6610
25	889	1	35	88 W	165 Ω	175 W	82.3 Ω	350 W	41.1 Ω	525 W	27.4 Ω	HR6612
25	1016	1	40	100 W	144 Ω	200 W	72.0 Ω	400 W	36.0 Ω	600 W	24.0 Ω	HR6614
25	1524	1	60	150 W	96.0 Ω	300 W	48.0 Ω	600 W	24.0 Ω	900 W	16.0 Ω	HR6616
25	1778	1	70	175 W	82.3 Ω	350 W	41.1 Ω	700 W	20.6 Ω			HR6618
51	127	2	5	25 W	576 Ω	50 W	288 Ω	100 W	144 Ω	150 W	96.0 Ω	HR6619
51	254	2	10	50 W	288 Ω	100 W	144 Ω	200 W	72.0 Ω	300 W	48.0 Ω	HR6621
51	381	2	15	75 W	192 Ω	150 W	96.0 Ω	300 W	48.0 Ω	450 W	32.0 Ω	HR6623
51	508	2	20	100 W	144 Ω	200 W	72.0 Ω	400 W	36.0 Ω	600 W	24.0 Ω	HR6625
51	610	2	24	120 W	120 Ω	240 W	60.0 Ω	480 W	30.0 Ω	720 W	20.0 Ω	HR6698
51	635	2	25	125 W	115 Ω	250 W	57.6 Ω	500 W	28.8 Ω	750 W	19.2 Ω	HR6627
51	762	2	30	150 W	96.0 Ω	300 W	48.0 Ω	600 W	24.0 Ω	900 W	16.0 Ω	HR6629
51	889	2	35	175 W	82.3 Ω	350 W	41.1 Ω	700 W	20.6 Ω	1050 W	13.7 Ω	HR6631
51	1016	2	40	200 W	72.0 Ω	400 W	36.0 Ω	800 W	18.0 Ω	1200 W	12.0 Ω	HR6633
51	1524	2	60	300 W	48.0 Ω	600 W	24.0 Ω	1200 W	12.0 Ω			HR6635
51	1778	2	70	350 W	41.1 Ω	700 W	20.6 Ω	1400 W	10.3 Ω			HR6637
76	127	3	5	38 W	384 Ω	75 W	192 Ω	150 W	96.0 Ω	225 W	64.0 Ω	HR6638
76	254	3	10	75 W	192 Ω	150 W	96.0 Ω	300 W	48.0 Ω	450 W	32.0 Ω	HR6640
76	381	3	15	113 W	128 Ω	225 W	64.0 Ω	450 W	32.0 Ω	675 W	21.3 Ω	HR6642
76	508	3	20	150 W	96.0 Ω	300 W	48.0 Ω	600 W	24.0 Ω	900 W	16.0 Ω	HR6644
76	635	3	25	188 W	76.8 Ω	375 W	38.4 Ω	750 W	19.2 Ω	1125 W	12.8 Ω	HR6646
76	762	3	30	225 W	64.0 Ω	450 W	32.0 Ω	900 W	16.0 Ω	1350 W	10.7 Ω	HR6648
76	889	3	35	263 W	54.9 Ω	525 W	27.4 Ω	1050 W	13.7 Ω	1575 W	9.1 Ω	HR6650*
76	1016	3	40	300 W	48.0 Ω	600 W	24.0 Ω	1200 W	12.0 Ω			HR6652
76	1524	3	60	450 W	32.0 Ω	900 W	16.0 Ω					HR6654
76	1778	3	70	525 W	27.4 Ω	1050 W	13.7 Ω					HR6655
102	127	4	5	50 W	288 Ω	100 W	144 Ω	200 W	72.0 Ω	300 W	48.0 Ω	HR6656
102	254	4	10	100 W	144 Ω	200 W	72.0 Ω	400 W	36.0 Ω	600 W	24.0 Ω	HR6658
102	381	4	15	150 W	96.0 Ω	300 W	48.0 Ω	600 W	24.0 Ω	900 W	16.0 Ω	HR6660
102	508	4	20	200 W	72.0 Ω	400 W	36.0 Ω	800 W	18.0 Ω	1200 W	12.0 Ω	HR6662
102	635	4	25	250 W	57.6 Ω	500 W	28.8 Ω	1000 W	14.4 Ω	1500 W	9.6 Ω	HR6664*
102	762	4	30	300 W	48.0 Ω	600 W	24.0 Ω	1200 W	12.0 Ω			HR6666
102	889	4	35	350 W	41.1 Ω	700 W	20.6 Ω	1400 W	10.3 Ω			HR6668
102	1016	4	40	400 W	36.0 Ω	800 W	18.0 Ω	1600 W	9.0 Ω			HR6670*
102	1524	4	60	600 W	24.0 Ω	1200 W	12.0 Ω					HR6672
102	1778	4	70	700 W	20.6 Ω	1400 W	10.3 Ω					HR6673
127	127	5	5	63 W	230 Ω	125 W	115 Ω	250 W	57.6 Ω	375 W	38.4 Ω	HR6674
127	254	5	10	125 W	115 Ω	250 W	57.6 Ω	500 W	28.8 Ω	750 W	19.2 Ω	HR6676
127	381	5	15	188 W	76.8 Ω	375 W	38.4 Ω	750 W	19.2 Ω	1125 W	12.8 Ω	HR6678
127	508	5	20	250 W	57.6 Ω	500 W	28.8 Ω	1000 W	14.4 Ω	1500 W	9.6 Ω	HR6680*
127	635	5	25	313 W	46.1 Ω	625 W	23.0 Ω	1250 W	11.5 Ω			HR6682
127	762	5	30	375 W	38.4 Ω	750 W	19.2 Ω	1500 W	9.6 Ω			HR6684*
127	889	5	35	438 W	32.9 Ω	875 W	16.5 Ω					HR6686
127	1016	5	40	500 W	28.8 Ω	1000 W	14.4 Ω					HR6688
127	1524	5	60	750 W	19.2 Ω	1500 W	9.6 Ω					HR6690*
127	1778	5	70	875 W	16.5 Ω	1750 W	8.2 Ω					HR6691*

*Fils AWG 18 (standard: AWG 20)

E

Réchauffeurs caoutchouc siliconé bobinés standard

Dimensions (mm)		Dimensions (pouces)		Réchauffeurs 240 volts								Réf. du modèle
				0.388 W/cm ²		0.775 W/cm ²		1.55 W/cm ²		2.33 W/cm ²		
X	Y	X	Y	Puissance	Résistance	Puissance	Résistance	Puissance	Résistance	Puissance	Résistance	
25	254	1	10			50 W	1152 Ω	100 W	576 Ω	150 W	384 Ω	HR6603
25	305	1	12			60 W	960 Ω	120 W	480 Ω	180 W	320 Ω	HR6695
25	381	1	15	38 W	1536 Ω	75 W	768 Ω	150 W	384 Ω	225 W	256 Ω	HR6605
25	508	1	20	50 W	1152 Ω	100 W	576 Ω	200 W	288 Ω	300 W	192 Ω	HR6607
25	610	1	24	60 W	960 Ω	120 W	480 Ω	240 W	240 Ω	360 W	160 Ω	HR6697
25	635	1	25	63 W	922 Ω	125 W	461 Ω	250 W	230 Ω	375 W	154 Ω	HR6609
25	762	1	30	75 W	768 Ω	150 W	384 Ω	300 W	192 Ω	450 W	128 Ω	HR6611
25	889	1	35	88 W	658 Ω	175 W	329 Ω	350 W	165 Ω	525 W	110 Ω	HR6613
25	1016	1	40	100 W	576 Ω	200 W	288 Ω	400 W	144 Ω	600 W	96.0 Ω	HR6615
25	1524	1	60	150 W	384 Ω	300 W	192 Ω	600 W	96.0 Ω	900 W	64.0 Ω	HR6617
51	127	2	5			50 W	1152 Ω	100 W	576 Ω	150 W	384 Ω	HR6620
51	254	2	10	50 W	1152 Ω	100 W	576 Ω	200 W	288 Ω	300 W	192 Ω	HR6622
51	381	2	15	75 W	768 Ω	150 W	384 Ω	300 W	192 Ω	450 W	128 Ω	HR6624
51	508	2	20	100 W	576 Ω	200 W	288 Ω	400 W	144 Ω	600 W	96.0 Ω	HR6626
51	610	2	24	120 W	480 Ω	240 W	240 Ω	480 W	120 Ω	720 W	80.0 Ω	HR6699
51	635	2	25	125 W	461 Ω	250 W	230 Ω	500 W	115 Ω	750 W	76.8 Ω	HR6628
51	762	2	30	150 W	384 Ω	300 W	192 Ω	600 W	96.0 Ω	900 W	64.0 Ω	HR6630
51	889	2	35	175 W	329 Ω	350 W	165 Ω	700 W	82.3 Ω	1050 W	54.9 Ω	HR6632
51	1016	2	40	200 W	288 Ω	400 W	144 Ω	800 W	72.0 Ω	1200 W	48.0 Ω	HR6634
51	1524	2	60	300 W	192 Ω	600 W	96.0 Ω	1200 W	48.0 Ω	1800 W	32.0 Ω	HR6636
76	127	3	5	38 W	1536 Ω	75 W	768 Ω	150 W	384 Ω	225 W	256 Ω	HR6639
76	254	3	10	75 W	768 Ω	150 W	384 Ω	300 W	192 Ω	450 W	128 Ω	HR6641
76	381	3	15	113 W	512 Ω	225 W	256 Ω	450 W	128 Ω	675 W	85.3 Ω	HR6643
76	508	3	20	150 W	384 Ω	300 W	192 Ω	600 W	96.0 Ω	900 W	64.0 Ω	HR6645
76	635	3	25	188 W	307 Ω	375 W	154 Ω	750 W	76.8 Ω	1125 W	51.2 Ω	HR6647
76	762	3	30	225 W	256 Ω	450 W	128 Ω	900 W	64.0 Ω	1350 W	42.7 Ω	HR6649
76	889	3	35	263 W	219 Ω	525 W	110 Ω	1050 W	54.9 Ω	1575 W	36.6 Ω	HR6651
76	1016	3	40	300 W	192 Ω	600 W	96.0 Ω	1200 W	48.0 Ω	1800 W	32.0 Ω	HR6653
102	127	4	5	50 W	1152 Ω	100 W	576 Ω	200 W	288 Ω	300 W	192 Ω	HR6657
102	254	4	10	100 W	576 Ω	200 W	288 Ω	400 W	144 Ω	600 W	96.0 Ω	HR6659
102	381	4	15	150 W	384 Ω	300 W	192 Ω	600 W	96.0 Ω	900 W	64.0 Ω	HR6661
102	508	4	20	200 W	288 Ω	400 W	144 Ω	800 W	72.0 Ω	1200 W	48.0 Ω	HR6663
102	635	4	25	250 W	230 Ω	500 W	115 Ω	1000 W	57.6 Ω	1500 W	38.4 Ω	HR6665
102	762	4	30	300 W	192 Ω	600 W	96.0 Ω	1200 W	48.0 Ω	1800 W	32.0 Ω	HR6667
102	889	4	35	350 W	165 Ω	700 W	82.3 Ω	1400 W	41.1 Ω	2100 W	27.4 Ω	HR6669
102	1016	4	40	400 W	144 Ω	800 W	72.0 Ω	1600 W	36.0 Ω	2400 W	24.0 Ω	HR6671
127	127	5	5	63 W	922 Ω	125 W	461 Ω	250 W	230 Ω	375 W	154 Ω	HR6675
127	254	5	10	125 W	461 Ω	250 W	230 Ω	500 W	115 Ω	750 W	76.8 Ω	HR6677
127	381	5	15	188 W	307 Ω	375 W	154 Ω	750 W	76.8 Ω	1125 W	51.2 Ω	HR6679
127	508	5	20	250 W	230 Ω	500 W	115 Ω	1000 W	57.6 Ω	1500 W	38.4 Ω	HR6681
127	635	5	25	313 W	184 Ω	625 W	92.2 Ω	1250 W	46.1 Ω	1875 W	30.7 Ω	HR6683
127	762	5	30	375 W	154 Ω	750 W	76.8 Ω	1500 W	38.4 Ω	2250 W	25.6 Ω	HR6685
127	889	5	35	438 W	132 Ω	875 W	65.8 Ω	1750 W	32.9 Ω	2625 W	21.9 Ω	HR6687
127	1016	5	40	500 W	115 Ω	1000 W	57.6 Ω	2000 W	28.8 Ω	3000 W	19.2 Ω	HR6689*

*Fils AWG 18 (standard: AWG 20)

Réchauffeurs mica

600°C

Ces réchauffeurs sont constitués d'un élément laminaire gravé pris en sandwich entre deux couches de mica. Un matériau organique relie les couches de mica entre elles et brûle pendant la montée en température initiale. Mécaniquement bridés à l'élément à chauffer, les réchauffeurs laminaires mica permettent une température et une puissance extrême pour un chauffage rapide.

- ◆ Capacité à atteindre de très hautes températures, jusqu'à 600°C
- ◆ Densité de puissance jusqu'à 17 W/cm², soit 50% de plus que les réchauffeurs mica classiques
- ◆ Peuvent être préformés en usine pour obtenir des formes courbes
- ◆ Bridés directement sur la pièce à chauffer pour un transfert de chaleur exceptionnel
- ◆ Adaptés aux applications dans le vide après déverminage
- ◆ Disponibilité de composants agréés UL

Applications typiques

- ◆ Fabrication de semi-conducteurs
- ◆ Equipements d'emballage, armatures et étanchement
- ◆ Analyseur d'ADN (les réchauffeurs mica sont utilisés pour des cycles de température rapides)
- ◆ Restauration
- ◆ Moulage plastique et caoutchouc



Caractéristiques des modèles du catalogue

Plage de température: -150 à 600°C. Sur la zone de raccordement des fils: 538°C max.

Matériau: 0.25 mm ou 0.51 mm d'épaisseur. 0.51 mm est recommandé pour les tensions d'alimentation de plus de 250 V.

Tolérance sur la résistance: ±10% ou ±0.5 Ω, la plus élevée des deux valeurs.

Rigidité diélectrique:

Isolant 0.25 mm: 1000 VRMS.

Isolant 0.51 mm: 2000 VRMS.

Montage: Doit être bridé à l'élément à chauffer en utilisant les trous pré-perçés et une plaque de fixation. Voir page F-3 pour un schéma détaillé du montage.

Déverminage: Les liants organiques vont brûler, produisant un peu de fumée quand les réchauffeurs sont alimentés pour la première fois. Après cela, les couches de mica peuvent se désolidariser et les réchauffeurs ne pourront alors pas être réinstallés.

Fils de connexion: Isolés mica/verre, multibrins cuivre plaqué nickel, connexions encapsulées avec un ciment haute température.

Intensité admissible (basée sur une température ambiante max. de 100°C):

AWG 22	AWG 20	AWG 18
8.0 A	9.0 A	11.0 A

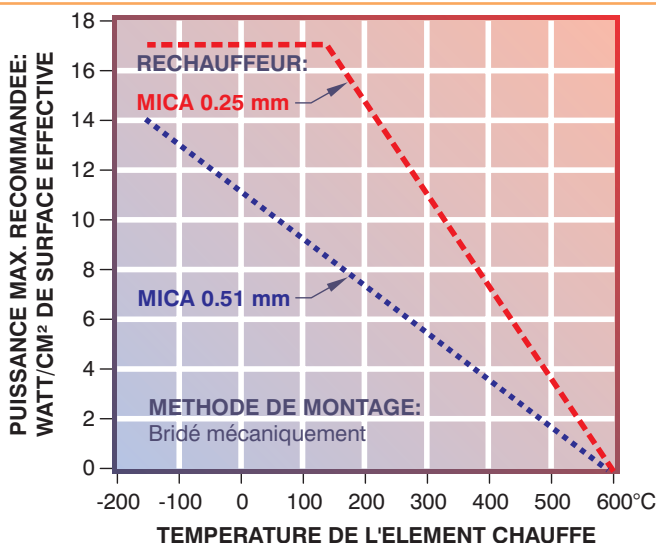
Options pour les modèles spéciaux

- ◆ Formes particulières et tailles jusqu'à 560 × 560 mm
- ◆ Densités de résistance particulières jusqu'à 1.8 Ω/cm²
- ◆ Formés ou bridés/encapsulés en usine
- ◆ Avec capteurs de température intégrés
- ◆ Voir la section J pour l'assistance à une conception personnalisée

Pour commander

HM6800	Référence du modèle d'après le tableau ci-après
R4.5	Résistance du réchauffeur en ohms
L12	Longueur des fils en pouces 12" est standard; contacter Minco pour d'autres longueurs
T1	Épaisseur de l'isolant: T1 = 0.25 mm T2 = 0.51 mm
U	U = Marque pour les composants agréés: Ne rien mettre si vous ne souhaitez pas la marque UL (moins coûteux)
HM6800R4.5L12T1U ← Exemple de référence	

Densité de puissance maximum, réchauffeurs mica



Exemple: A 300°C, la puissance maximum d'un réchauffeur mica 0.25 mm est 10.9 W/cm².

Réchauffeurs mica standard

Ces réchauffeurs mica standard sont conçus pour couvrir un large domaine d'applications. Vous pouvez les brider sur une surface plane, soit par bridage mécanique hors de la zone du réchauffeur, soit en utilisant une plaque de fixation préperçée et des goujons adaptés. Tout réchauffeur est livré avec un feutre céramique (3mm) à utiliser sur la face du réchauffeur où se trouve le bulbe de raccordement des fils.

Des plaques de fixation assorties en acier inoxydable et des feutres céramique supplémentaires sont aussi disponibles.

Les dessins techniques avec les dimensions des réchauffeurs et la localisation des trous sont disponibles sur www.minco.com/support (fichier PDF, Adobe Acrobat).

Dimensions (mm)		Dimensions (pouces)		Options de résistances en ohms*		Surface effective (cm ²)	AWG Fils	Réf. du modèle
X	Y	X	Y					
25.4	101.6	1.00	4.00	11.0	21.2	16.1	22	HM6811
25.4	203.2	1.00	8.00	22.0	42.5	36.1	22	HM6812
25.4	254.0	1.00	10.00	29.0	56.0	45.8	22	HM6813
25.4	304.8	1.00	12.00	25.5	49.2	55.5	22	HM6814
38.1	76.2	1.50	3.00	4.5	8.7	20.6	22	HM6800
38.1	203.2	1.50	8.00	21.0	40.5	61.3	20	HM6801
38.1	304.8	1.50	12.00	13.7	26.4	94.8	18	HM6802
50.8	50.8	2.00	2.00	12.0	23.2	18.1	22	HM6815
50.8	101.6	2.00	4.00	26.0	50.2	38.1	18	HM6816
50.8	101.6	2.00	4.00	6.0	11.6	38.1	18	HM6817
50.8	152.4	2.00	6.00	21.9	42.3	59.4	20	HM6803
50.8	203.2	2.00	8.00	24.0	46.3	81.3	18	HM6818
50.8	254.0	2.00	10.00	20.0	38.6	102.6	18	HM6819
50.8	304.8	2.00	12.00	18.0	34.7	124.5	18	HM6820
76.2	76.2	3.00	3.00	31.0	59.8	41.9	20	HM6804
76.2	152.4	3.00	6.00	54.9	106.0	94.8	20	HM6805
76.2	304.8	3.00	12.00	18.0	34.7	198.1	18	HM6821
101.6	101.6	4.00	4.00	11.0	21.2	84.5	18	HM6822
101.6	101.6	4.00	4.00	55.0	106.2	84.5	18	HM6823
101.6	203.2	4.00	8.00	16.0	30.9	179.4	18	HM6824
101.6	304.8	4.00	12.00	16.0	30.9	272.3	18	HM6825
152.4	152.4	6.00	6.00	22.0	42.5	205.8	18	HM6826
152.4	228.6	6.00	9.00	15.0	29.0	314.2	18	HM6827
152.4	304.8	6.00	12.00	43.2	83.4	422.6	18	HM6806
203.2	203.2	8.00	8.00	22.0	42.5	376.1	18	HM6828
254.0	254.0	10.00	10.00	12.0	23.2	595.5	18	HM6829
Diamètre (mm)		Diamètre (pouces)						
38.1		1.50		2.0	3.9	7.7	22	HM6807
50.8		2.00		9.5	18.3	14.2	22	HM6830
76.2		3.00		11.1	21.4	34.8	20	HM6808
101.6		4.00		40.0	77.2	64.5	18	HM6831
127.0		5.00		30.0	57.9	107.7	18	HM6832
152.4		6.00		32.7	63.1	159.4	18	HM6809
203.2		8.00		16.0	30.9	292.9	18	HM6833
228.6		9.00		43.2	83.4	377.4	18	HM6810
254.0		10.00		30.0	57.9	470.3	18	HM6834
254.0		10.00		11.5	22.2	470.3	18	HM6835
304.8		12.00		27.0	52.1	683.9	18	HM6836
304.8		12.00		11.5	22.2	683.9	18	HM6837

*Tolérance sur la résistance: $\pm 10\%$ ou $\pm 0.5 \Omega$, la plus élevée des deux valeurs

Accessoires et assemblages des réchauffeurs mica

Plaques de fixation

Les plaques de fixation en acier inoxydable d'épaisseur 1.6 mm ont des trous pré-perçés correspondant au modèle spécifié. Celles-ci n'ont pas de découpe au niveau du bulbe de raccordement électrique et peuvent nécessiter des modifications, voir ci-dessous.

Pour commander les plaques de fixation

Référence AC6800 pour le modèle du réchauffeur HM6800, etc.

Feutre céramique

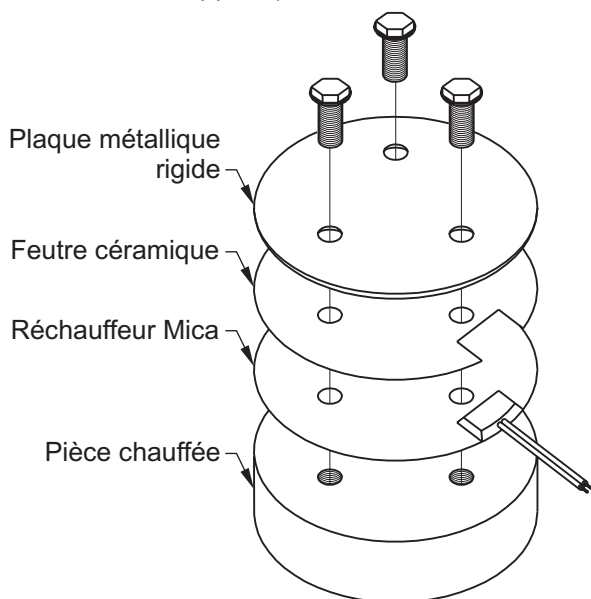
Chaque réchauffeur mica est fourni avec 2 feutres céramique assortis de 3.2 mm d'épaisseur, à insérer entre celui-ci et la plaque de fixation. Ce feutre n'est pas pré-découpé dans la zone du bulbe de raccordement électrique. Si la plaque de fixation utilisée n'a pas de découpe pour la connexion des fils, vous devez utiliser deux pièces de ce feutre céramique après les avoir découpées. Voir page K-10 pour commander.

Feuilles mica

Des couches supplémentaires de mica d'épaisseur 0.25 mm sont aussi disponibles. Le fait d'ajouter une couche de mica supplémentaire augmentera la rigidité diélectrique, mais réduira de 50% la densité de puissance limite sur toute la plage de température. Pratiquer une découpe pour le raccordement des fils si la feuille est ajoutée sur cette face du réchauffeur. Voir page K-10 pour commander.

Instructions de montage

La notice d'ingénierie Minco EI n°347 décrit dans le détail l'installation d'un réchauffeur mica. Contacter Minco pour en obtenir une copie ou télécharger le document sur www.minco.com/support (Fichier PDF Adobe Acrobat).



Isolation	Epaisseur du réchauffeur max.			
	Sur élément	AWG n°22	AWG n°20	AWG n°18
Mica 0.25 mm	0.8 mm	5.1 mm	5.1 mm	5.1 mm
Mica 0.51 mm	1.3 mm	5.6 mm	5.6 mm	5.6 mm

Réchauffeurs préformés en usine

Les réchauffeurs isolés mica ne sont pas flexibles, mais Minco peut réaliser en usine des modèles préformés avec une courbure simple. Vous pouvez spécifier un modèle particulier avec un rayon de courbure minimum de 13 mm.

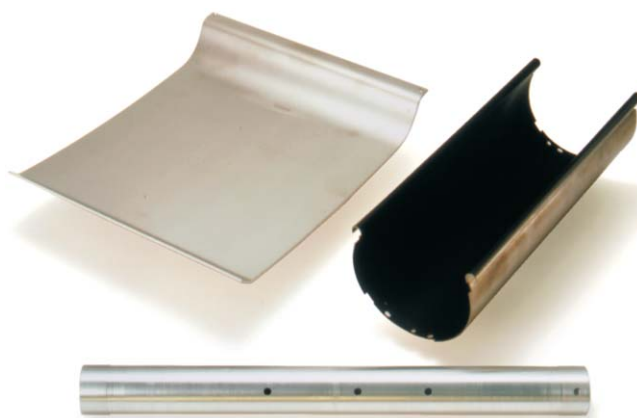


Rouleaux chauffants

Des réchauffeurs mica installés à l'intérieur de cylindres fournissent un chauffage de haute puissance.

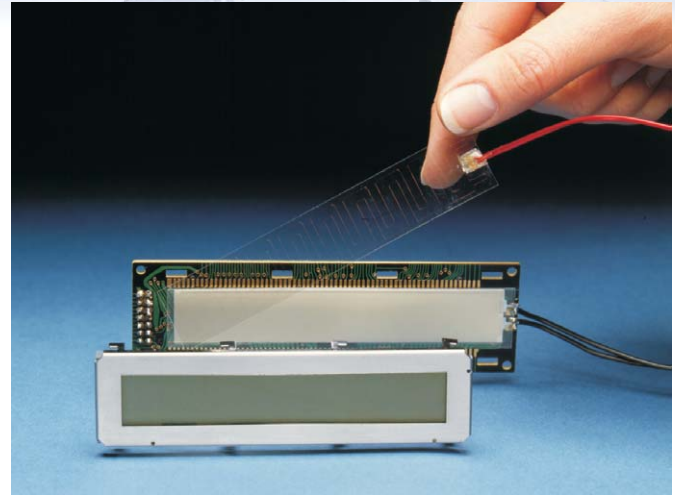
Assemblages de réchauffeurs

Minco peut réaliser un assemblage complet de réchauffeurs incluant la plaque à chauffer pour votre application OEM particulière. Les capacités de notre atelier de construction mécanique comprennent le fraisage, le tournage, la soudure et le formage aluminium, acier inoxydable ou autres métaux. Si vous préférez Minco peut réaliser l'assemblage avec vos propres pièces.



Constitués d'un élément chauffant à fil très fin pris en sandwich entre deux feuilles de polyester qualité optique, les réchauffeurs Thermal-Clear™ fournissent une chaleur fiable tout en transmettant la lumière.

- ◆ Transmission de plus de 80% de la lumière visible
- ◆ Permet l'emploi à basse température d'écran à cristaux liquides ou d'autres applications
- ◆ Construction flexible et robuste
- ◆ Capteurs de température intégrés en option
- ◆ Formes rectangulaires, rondes ou irrégulières
- ◆ Répartition thermique uniforme ou modulée



Applications typiques

- ◆ Afficheurs pour cockpits d'avions
- ◆ Ordinateurs durcis
- ◆ Émetteurs-récepteurs portables militaires
- ◆ Écrans de visualisation portables
- ◆ Lecteurs de carte magnétiques extérieurs
- ◆ Ordinateurs portables ou embarqués
- ◆ Protection anti-condensation de caméras
- ◆ Désembuage de vitres de locaux conditionnés
- ◆ Réchauffage de plaques de microscopes

Caractéristiques

Plage de température: -55 à 120°C.

Isolation: Polyester qualité optique en standard. Verre et polycarbonate en option.

Transparence: Transmission de 82% minimum du spectre visible.

Élément chauffant: Fil résistif, diamètre de 0.02 à 0.05 mm.

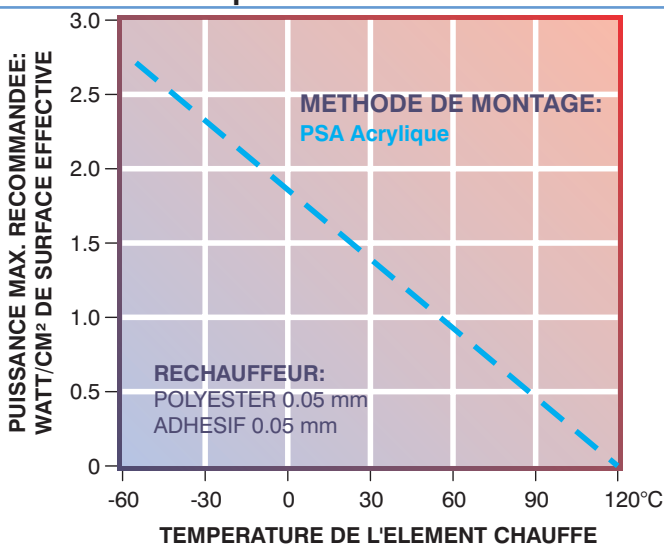
Tolérance sur la résistance: ±10% ou ±0.5 Ω, la plus élevée des deux valeurs.

Fils de connexion: Isolation PTFE standard. Les fils sont soudés et fixés entre les couches du réchauffeur pour plus de robustesse. Autres terminaisons disponibles en option.

Options pour modèles spéciaux

- ◆ Capteurs de température à résistance ou thermistances intégrés
- ◆ Terminaisons des circuits intégrés
- ◆ Matériaux rigides
- ◆ Formes irrégulières et tailles jusqu'à 279 × 558 mm
- ◆ Voir la section J pour l'aide à une conception personnalisée

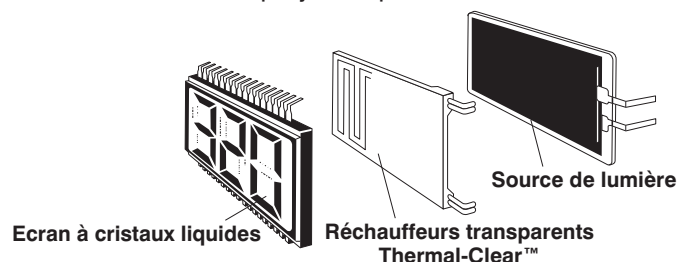
Densité de puissance maximale, réchauffeurs transparents Thermal-Clear™



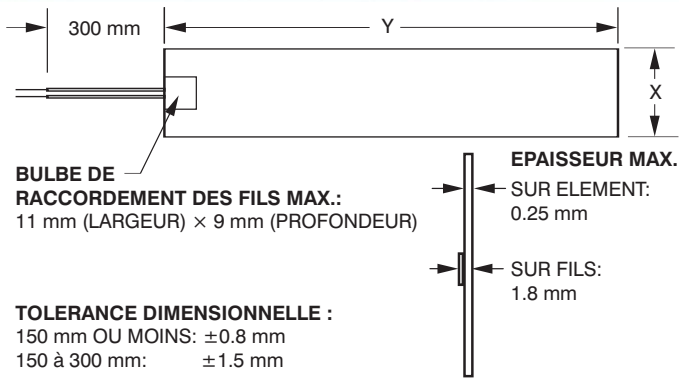
Réchauffeurs transparents Thermal-Clear™ et écrans à cristaux liquides (LCD)

Les tests de Minco montrent que la plupart des écrans LCD perdent de leur netteté et de leur rapidité de réponse en-dessous de 0°C. Cependant vous pouvez atteindre de bonnes performances à des températures bien inférieures grâce aux réchauffeurs Thermal-Clear™. Typiquement 150 à 300 milliwatts par cm² seront suffisants pour maintenir un écran LCD en parfaite condition de fonctionnement par -55°C.

Ci-dessous une installation typique de réchauffeurs Thermal-Clear™. Le réchauffeur est pris en sandwich entre l'écran LCD et sa face arrière électroluminescente. Nous vous recommandons également d'intercaler un diffuseur de lumière entre le réchauffeur et le LCD s'il n'y a pas de revêtement diffuseur au dos de l'écran. Le diffuseur atténue les ombres projetées par l'élément chauffant.



Réchauffeurs transparents Thermal-Clear™ standard



Pour commander

H6700	Référence du modèle d'après le tableau ci-dessous
R9.0	Résistance en ohms
L12	Longueur de fil en pouces 12" (305 mm) en standard
A	Montage (voir page A-9) A = Sans PSA -55 à 120°C B = Avec adhésif PSA -55* à 120°C
H6700R9.0L12A ← Exemple de référence	

*La qualité du collage se détériore rapidement en dessous de -32°C. Si le réchauffeur n'est pas mécaniquement bridé, éviter les vibrations excessives et veiller à sécuriser les fils pour éviter toute contrainte sur le réchauffeur. La qualité du collage se rétablit au-dessus de -32°C.

Dimensions (mm)		Dimensions (pouces)		Options de résistance (à 0°C) en ohms**					Surface effective (cm ²)	AWG Fils	Réf. du modèle
X	Y	X	Y								
14.6	55.9	0.58	2.20	3.6	9.0	32.5	89.4	8.1	30	H6700	
19.1	101.6	0.75	4.00	8.8	22.0	79.4	218	19.4	30	H6701	
22.9	50.8	0.90	2.00	4.8	12.0	43.3	119	11.6	30	H6702	
22.9	69.9	0.90	2.75	6.4	16.0	57.8	159	16.0	30	H6703	
22.9	146.0	0.90	5.75	14.1	35.0	126	348	33.4	30	H6704	
27.9	111.8	1.10	4.40	12.0	30.0	108	298	31.2	30	H6705	
30.5	69.9	1.20	2.75	8.0	20.0	72.2	199	21.3	30	H6706	
30.5	92.7	1.20	3.65	11.2	28.0	101	278	28.3	30	H6707	
73.7	146.0	2.90	5.75	9.6	24.0	86.6	238	107.7	30	H6708	
76.2	76.2	3.00	3.00	6.1	16.0	62.4	168	58.1	30	H6710	
101.6	127.0	4.00	5.00	11.8	31.2	122	327	129.0	30	H6711	
152.4	203.2	6.00	8.00	14.8	28.1	70.0	253	695	30	H6709	
31.8 Diamètre	1.25 Diamètre			4.3	11.2	43.5	117	7.9	30	H6712	
76.2 Diamètre	3.00 Diamètre			8.0	20.9	81.5	219	45.6	30	H6713	
Type d'élément et diamètre:				Cuivre 0.04 mm	Cuivre 0.04 mm	Cuivre 0.03 mm	Nickel 0.03 mm	Nickel-fer 0.03 mm			
TCR de l'élément (Ω/Ω/°C):				0.00427	0.00427	0.00427	0.00672	0.00519			

**Tolérance sur la résistance: ±10% ou ±0.5 Ω, la plus élevée des deux valeurs

Régulateur de température sans capteur Heaterstat™

Tous les réchauffeurs Thermal-Clear™ peuvent fonctionner avec le régulateur de température sans capteur CT198. Celui-ci régule la température directement à partir de la résistance du réchauffeur, il ne requiert donc pas de capteur séparé. Voir la page K-3 pour les caractéristiques complètes.

Le kit d'essai CT198-K4

Il comprend le réchauffeur Thermal-Clear™ H15227 et le régulateur CT198-4 pour réaliser de simples essais.

Point de consigne: Réglé en usine à 50°C.
Ajustable de -40 à 95°C.

Tension d'alimentation: 4.75 à 10 VCC, 5 VCC nominal.

Puissance du réchauffeur: 1.7 W à 50°C, sous 5 VCC.

Dimensions du réchauffeur: 19 × 102 mm.

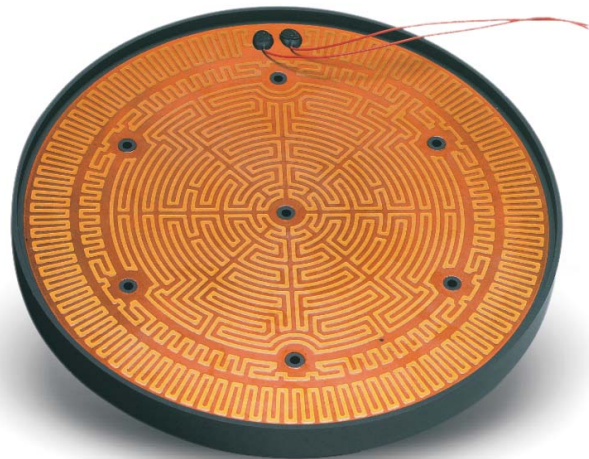


Réchauffeurs tout-polyimide

260°C

Les réchauffeurs tout-polyimide sont très performants par rapport aux réchauffeurs polyimide standard. Ils permettent, en effet, d'obtenir de plus hautes températures et densités de puissance. Ils doivent être montés en usine ou bridés mécaniquement à la pièce à chauffer.

- ◆ Chauffage uniforme jusqu'à 260°C
- ◆ Uniformité de la température exceptionnelle si conçus avec une empreinte profilée
- ◆ Éléments fins, flexibles, à circuit gravé
- ◆ Formes circulaires, rectangulaires ou irrégulières possibles
- ◆ Peuvent être assemblés en usine aux pièces d'accouplement sans accessoires de montage!
- ◆ Densité de puissance jusqu'à 15.5 W/cm²
- ◆ Résistance à la plupart des produits chimiques
- ◆ Capteurs de température incorporés en option
- ◆ Conception personnalisée uniquement



Applications typiques

- ◆ Fabrication de galettes de semi-conducteurs
- ◆ Satellites et autres engins spatiaux
- ◆ Chauffage de composants électroniques
- ◆ Equipements d'emballage, de fusion et d'éclisage

Caractéristiques

Plage de température: -200 à 260°C.

Avec composant agréés UL: -200 à 240°C.

Fils de connexion: Multibrins, isolé PTFE, AWG 30 à AWG 20.

Épaisseur du réchauffeur:

Sur élément: 0.3 mm max.

Sur les terminaisons des fils: 3.8 mm environ.

Rigidité diélectrique: 1000 VRMS à 60 Hz pendant 1 minute.

Résistance d'isolement: 1000 MΩ min. à 500 VCC.

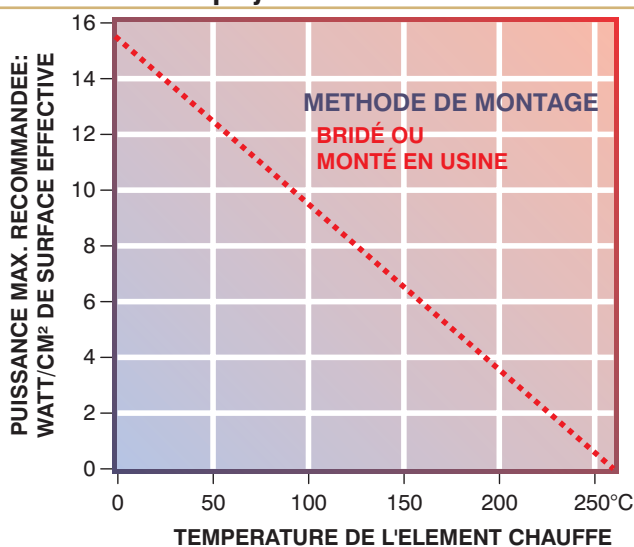
Dégazage: TML 0.36% CVCM 0.01% selon NASA-JSFC.

Norme: UL.

Taille max.: 610 × 1067 mm.

Densité de résistance max.: 232 Ω/cm².

Densité de puissance maximale, réchauffeurs tout-polyimide



Exemple: A 150°C, la puissance maximale d'un réchauffeur tout-polyimide monté en usine est 6.5 W/cm².

Réchauffeurs/capteurs standard

150°C

Les réchauffeurs/capteurs intégrés sont une solution idéale pour de nombreux problèmes de régulation de température. La combinaison d'un élément chauffant laminaire gravé et d'un capteur de température à résistance précis et stable ou d'une thermistance dans un unique ensemble fournit un système fiable avec un nombre d'éléments réduit et un montage simplifié.

Le capteur des réchauffeurs/capteurs standard Minco se situe sur une surface non chauffée pour pouvoir mesurer la température de l'élément chauffé, et non celle de l'élément chauffant. Il en résulte une lecture plus précise et un meilleur contrôle. La localisation précise du capteur assure des lectures cohérentes à chaque fois.

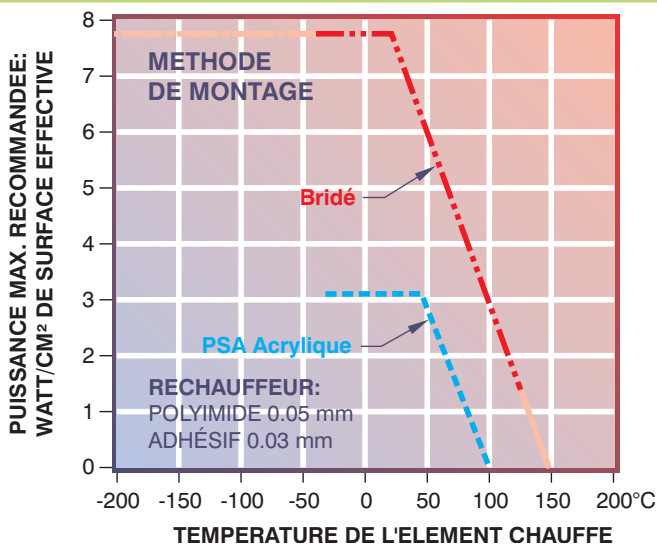
Ces réchauffeurs sont idéaux pour une utilisation avec le régulateur miniature à courant continu CT325 (page K-5).



Applications typiques

- ◆ Equipement de diagnostic médical
- ◆ Equipement de télécommunication: DWDM, enveloppes de composants de fibres optiques
- ◆ Prototypes, expérimentation et recherche

Densité de puissance maximum, réchauffeur/capteurs



Exemple: A 70°C, la puissance maximale d'un réchauffeur/capteur monté avec du PSA acrylique est 1.6 W/cm².

Caractéristiques

Plage de température:

- 200 à 150°C (option S0, sans adhésif PSA).
- 40 à 125°C (options PD, PF, ou TF, sans adhésif PSA).
- 32 à 100°C (option B, avec adhésif PSA).

Matériau: Polyimide/acrylique, 0.05/0.03 mm.

Tolérance sur la résistance: ±10% ou ±0.5 Ω, la plus élevée des deux valeurs.

Élément du capteur: RTD platine 100 Ω ou 1000 Ω, thermistance. Les fils du capteur, gravés, ajoutent jusqu'à 0.4 Ω à la valeur de la résistance mesurée.

Rayon de courbure minimum: 0.8 mm, excepté sur la surface du capteur: 12.7 mm.

Connexion: Pastilles à souder, étamées. Quatre fils AWG 26, isolés PTFE, longs de 305 mm, fournis à part pour raccorder aux pastilles à souder (2/réchauffeur, 2/capteur).

Temps de réponse du capteur: Moins de 0.1 seconde dans l'eau à 90 cm/sec (capteur uniquement); moins de 0.5 seconde pour l'ensemble.

Stabilité du capteur: Dérive de moins de 0.1°C/an pour des utilisations normales.

Pour commander

ASI5900	Référence du modèle à partir du tableau
R71.4	Résistance du réchauffeur à partir du tableau
PD	Élément du capteur PD = Platine 100 Ω ±0.12% à 0°C PF = Platine 1000 Ω ±0.12% à 0°C TF = Thermistance NTC 50k Ω ±1% à 25°C S0 = Pas d'élément capteur installé
	Remarque: Les fils du capteur, gravés, ajoutent jusqu'à 0.4 Ω de résistance à la valeur mesurée.
A	Montage A = Sans adhésif B = Avec adhésif PSA

ASI5900R71.4PDA ← Exemple de référence

Dimensions (mm)		Dimensions (pouces)		Résistances en ohms ±10% ou ±0.5 Ω, la plus élevée des deux valeurs				Surface effective (cm²)	Réf. du modèle
X	Y	X	Y						
25.4	50.8	1.00	2.00	71.4	32.0	23.2	16.9	8.7	ASI5900
25.4	76.2	1.00	3.00	43.9	19.7	14.3	10.4	14.4	ASI5901
76.2	76.2	3.00	3.00	21.2	9.50	6.90	5.00	51.5	ASI5902
101.6	101.6	4.00	4.00	21.1	9.50	6.80	5.00	94.8	ASI5903
127.0	127.0	5.00	5.00	21.4	9.60	6.90	5.00	151.6	ASI5904
Diamètre 38.1		Diamètre 1.50		73.1	32.8	23.7	17.3	8.1	ASI5905
Diamètre 76.2		Diamètre 3.00		21.1	9.50	6.80	5.00	44.7	ASI5906

Conception avec les réchauffeurs Thermofoil™

Estimation de puissance

La puissance totale requise pour une application est la plus grande des deux valeurs:

1. Puissance de montée en température + Pertes durant la montée
2. Chaleur de process + Pertes en régime permanent

Puissance de montée en température: Puissance nécessaire pour amener la pièce au seuil de température en un temps donné. La formule de base est:

$$P(\text{watts}) = \frac{mC_p(T_f - T_i)}{t}$$

où:

- m = Masse de la pièce chauffée (g)
- C_p = Chaleur massique du matériau de la pièce (J/g/°C)
- T_f = Température finale de la pièce (°C)
- T_i = Température initiale de la pièce (°C)
- t = Temps de chauffe souhaité (secondes)

Matériau	Chaleur massique (J/g/°C)	Densité (g/cm³)
Air	1.00	0.0012
Aluminium	0.88	2.71
Cuivre	0.38	8.97
Verre	0.75	2.64
Huile (usuelle)	1.90	0.90
Plastique (usuel)	1.25	variable
Silicone	0.71	2.32
Soudure	0.19	8.65
Acier	0.50	7.85
Eau	4.19	1.00

Pour d'autres matériaux, voir la fiche d'application AA n°21.

Pour obtenir: Multiplier:

- J/g/°C BTU/lb/°F × 4.19
- g/cm³ lbs/ft³ × 0.016

Chaleur de process: Chaleur de maintien et de traitement une fois que la pièce chauffée est à température. La formule ci-dessus peut s'appliquer mais elle doit prendre en compte la chaleur latente si le matériau change d'état (fusion ou évaporation).

Pertes de chaleur: Tout système perd de la chaleur par convection (due aux fluides en mouvement), conduction (due aux contacts matériels) et rayonnement thermique.

Outils pour estimation analytique de la puissance

La fiche d'application AA n°21 de Minco explique comment estimer ces pertes en régime permanent et fournit une formule qui inclut ces facteurs dans les calculs pour le chauffage.

Le programme ThermalCalc (DOS), gratuit, vous aide dans les calculs. Contacter Minco ou aller sur www.minco.com.

Le calcul par éléments finis crée un modèle mathématique d'un système thermique. Les calculs peuvent inclure des gradients de température et des conditions que d'autres modèles théoriques ne sont pas capables de décrire. Cependant, le calcul par éléments finis peut être coûteux et long pour des systèmes complexes.

Expériences

La théorie des transferts thermiques est complexe. Il vaut en général mieux réaliser des prototypes avec des réchauffeurs standard afin d'observer le comportement et d'affiner les paramètres de conception. Minco vous propose:

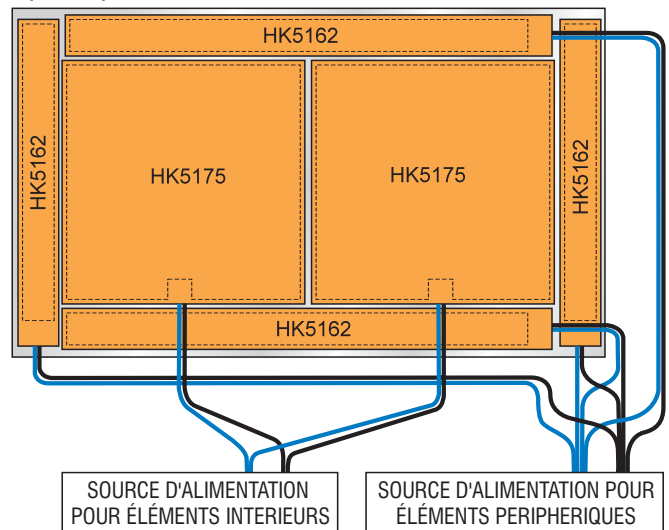
Les réchauffeurs du catalogue: Vous pouvez souvent créer un modèle particulier à l'aide d'un ou plusieurs modèles de ce catalogue. Les réchauffeurs polyimide en stock (page B-2) conviennent parfaitement. Toute combinaison de modèles avec la même tension nominale (28 ou 115), reliés en parallèles, donnera une densité de puissance uniforme. Noter aussi que les modèles du kit HK913 (page B-3) fourniront une densité de puissance constante s'ils sont montés en série.

Source de puissance variable: Une alimentation variable en courant alternatif, une résistance de puissance ou un rhéostat permettent de tester différents niveaux de puissance (globalement ou zone par zone).

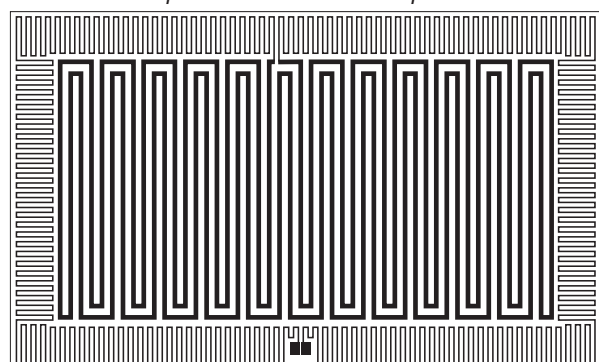
Capteur(s) de température: Un petit capteur RTD Thermal-Ribbon, tel que le modèle S17624, est facile à déplacer et à réappliquer, il permet donc de pouvoir tester la température en différents endroits.

Indicateur: L'indicateur TI142 portable de Minco fournit une bonne précision à bas prix.

Régulateur: Les modèles CT325, CT15 et CT16A proposent une gamme de régulateurs du plus simple au plus sophistiqué.



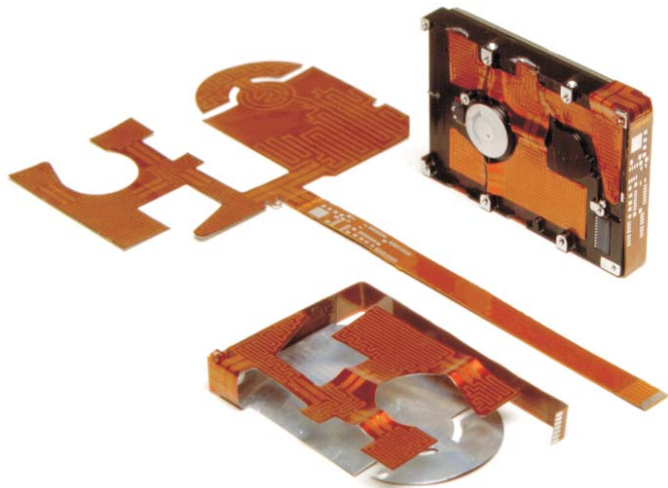
Un assemblage de plusieurs réchauffeurs du catalogue avec deux sources d'alimentation, aide à déterminer le profilage des bords pour uniformiser la température.



Réchauffeur personnalisé équivalent.

Options pour conceptions personnalisées

Les réchauffeurs Thermofoil™ offrent des possibilités d'options pour vos conceptions que d'autres réchauffeurs ne permettent pas. Tracé d'éléments, contour et chaleur profilée peuvent être optimisés pour créer le composant thermique et physique qui répond parfaitement à vos exigences.



Conçu pour s'adapter à l'application

Contours irréguliers, trous et découpes sont définis à la conception.

Éléments doubles

Un réchauffeur à deux éléments alimentés séparément vous permet:

- ◆ d'utiliser les deux pendant la montée en température et d'en arrêter un ensuite pour une meilleure régulation en régime établi.
- ◆ de créer des réchauffeurs à deux tensions possibles: Connecter les éléments en parallèle pour alimentation 120 V et en série pour 240 V.

Réchauffeurs profilés multi-zones

Un élément profilé permet de minimiser les gradients de température en dégageant plus de chaleur dans les zones de déperditions thermiques, comme à la périphérie du réchauffeur ou autour des perçages. Le profilage peut réduire la variation de température de $\pm 25^{\circ}\text{C}$, à $\pm 5^{\circ}\text{C}$ ou mieux. Une fois que le meilleur tracé est déterminé pour l'application, le process Minco de photo-gravure assure la répétabilité d'un réchauffeur à l'autre.

Voici des méthodes pour obtenir des modèles profilés:

- ◆ Expérimentation: Réaliser un patchwork avec des réchauffeurs du catalogue et faire varier le niveau de puissance jusqu'à atteindre l'uniformité de température désirée. Minco peut aussi vous fournir un réchauffeur spécifique avec zones de puissances différentes pour réaliser un prototype. Minco reproduira alors le profil désiré avec un élément simple.
- ◆ Calcul par éléments finis: Plus chère, la modélisation par calcul par éléments finis des systèmes thermiques peut réduire le nombre d'essais requis pour concevoir un réchauffeur profilé. Cela peut aider pour tracer la température résultant d'une puissance uniforme (utilisant un réchauffeur du catalogue), pour ensuite retourner au calcul des éléments finis pour obtenir le modèle profilé.

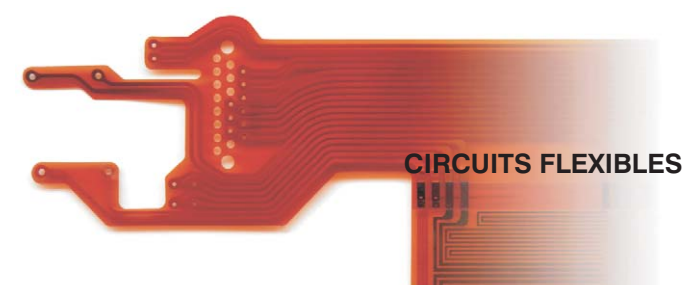
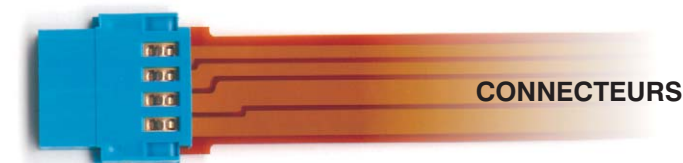
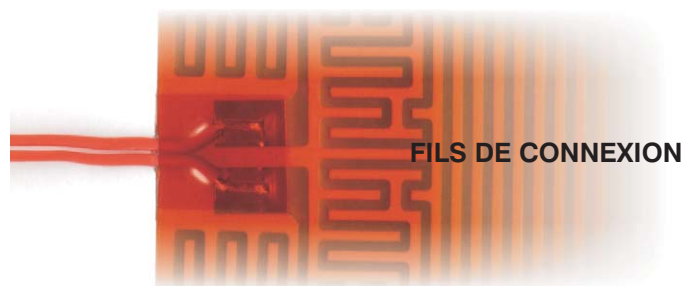
Pour des exigences très sévères d'uniformité de température, le profilage doit être réitéré plusieurs fois et la solution proposée est alors valable pour une seule température.

Autres éléments en option

- ◆ Doubles couches (résistance plus grande ou annulation de l'inductance)
- ◆ Matériaux non-magnétiques

Terminaisons électriques

Fils de connexion (standard)	Les fils soudés réalisent une connexion fiable. En option, couleurs, calibres et isolants différents.
Pastilles à souder	Economiques, mais options de feuilles/résistances limitées.
Connecteurs	Des connecteurs auto-dénudants sertis sur des fils flexibles gravés offrent une solution économique. D'autres types de connecteurs sont disponibles.
Flex-circuits	Minco peut fournir des circuits intégrés flexibles connectés avec les réchauffeurs.

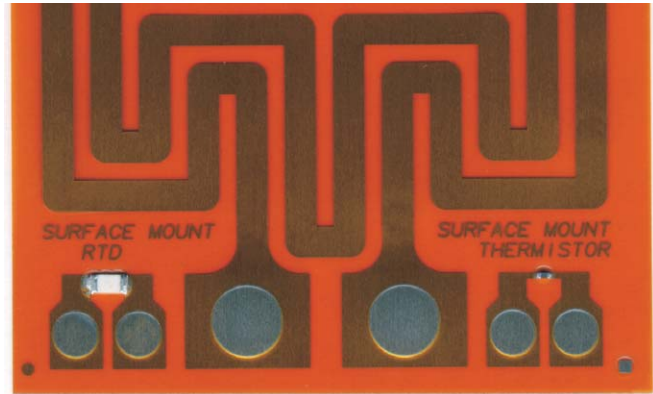


Réchauffeurs/capteurs personnalisés




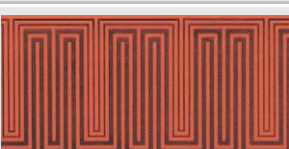
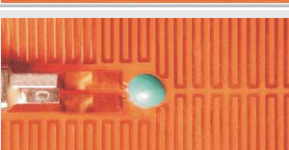


L'intégration des capteurs dans les réchauffeurs simplifie le montage et améliore le temps de réponse. Le capteur est positionné dans une fenêtre de l'élément chauffant. Il réagit aux changements de température de la pièce à chauffer près de l'élément chauffant. Ce couplage étroit entre le réchauffeur, le capteur et la charge peut considérablement améliorer la précision du contrôle.

Les capteurs peuvent être électriquement connectés via des fils de connexion ou des circuits flexibles.

La plupart des réchauffeurs/capteurs sont personnalisés. Minco recommande d'expérimenter avec des réchauffeurs standard et des capteurs Thermal-Ribbon™.



Types de capteurs utilisés dans un réchauffeur/capteur

	Description	Avantages	Options
	Capteur de température à résistance à couche mince Petits éléments céramique laminés à l'intérieur du réchauffeur ou sur le dessus	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Haute stabilité et précision ◆ Sortie standardisée ◆ Bas prix ◆ Tolérance serrée 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Platine, TCR 0.00385 ◆ 100 à 10 000 Ω ◆ Fils ou CMS ◆ Tolérance 0.12% ou 0.06%
	Capteur de température à résistance bobinée Capteur bobiné autour d'une bande isolée flexible et encapsulée à l'intérieur du réchauffeur	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Indiquer une température moyenne ◆ Toute valeur de résistance possible 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Platine, Nickel, nickel-fer
	Capteur de température à résistance déposée à plat Dépôt de l'élément sensible sur un plan suivant une configuration pré-déterminée	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Réponse rapide (0.1 sec.) ◆ Température moyenne sur la surface 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Platine, nickel, nickel-fer ◆ Uniforme ou profilé
	Capteur de température gravé Réchauffeur et capteur à résistance gravés à partir de la même feuille sensible à la température	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Plus bas prix ◆ Réponse rapide ◆ Tolérance large 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Nickel ou nickel-fer
	Thermistance Perle enduite ou nue intégrée dans le réchauffeur ou déposée dessus et recouverte d'époxy	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Haute sensibilité ◆ Prix bas à moyen 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ NTC ou PTC ◆ Diverses résistances ◆ Perle ou composants montés en surface
	Thermocouple Jonction de différents métaux laminés à l'intérieur du réchauffeur	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Bas prix ◆ Très petit capteur ◆ Plage de température large 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Fil ou gravure ◆ E, J, K ou T standard
	Thermostat Voir page K-10 pour les thermostats standard	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Pas de contrôleur externe ◆ Système à faible coût ◆ Réponse plus lente ◆ Régulation moins précise 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Rupture brusque ou rupture lente ◆ Spécifier le point de consigne ◆ Relié ou monté sur réchauffeur

Assemblages de réchauffeur

Pour de meilleures performances et pour réduire les coûts, considérez les possibilités que vous offre Minco pour réaliser des sous-ensembles thermiques complets. Vous pouvez fournir vos pièces de support ou nous pouvons les fabriquer avec vos propres spécifications. Vous bénéficiez dans tous les cas d'une garantie de collage, d'une fiabilité supérieure et des bénéfices de l'expérience de Minco avec un équipement élaboré de collage et de lamination. Très souvent nous pouvons assembler le réchauffeur et la pièce à chauffer dans la même phase que le collage de toutes les couches. Ceci rend la procédure plus économique.

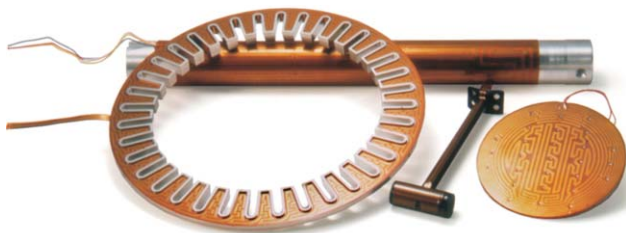
Vulcanisation

Le procédé de vulcanisation développé par Minco permet de faire adhérer des réchauffeurs caoutchouc de silicone à leur pièce de support sans adhésif. L'élimination de la couche adhésive facilite le transfert de chaleur pour une plus grande densité de puissance et une plus grande durée de vie.



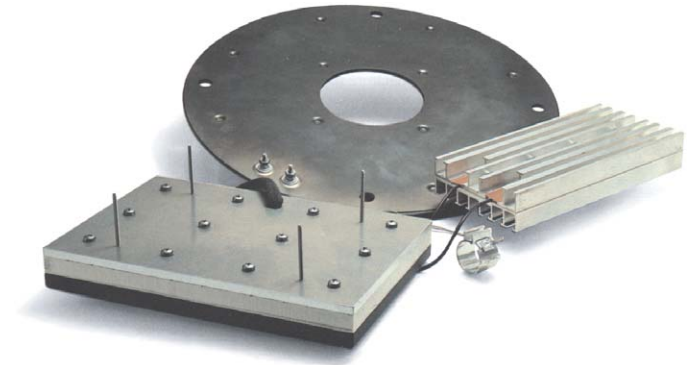
Laminage des réchauffeurs polyimide

Les réchauffeurs polyimide peuvent être montés sur des pièces à chauffer plates ou incurvées en utilisant un adhésif acrylique et notre équipement de lamination spécialisé. La couche de colle fine et uniforme permet un excellent transfert de chaleur. Densité de puissance jusqu'à 8 watts/cm².



Bridage mécanique des réchauffeurs mica

Les réchauffeurs mica doivent être maintenus entre des plaques métalliques rigides pour éviter la séparation des couches. Minco offre de nombreuses variantes dans les assemblages: réchauffeurs mica avec plaques de support vissées ou soudées, plates ou incurvées.



Réchauffeurs tout-polyimide assemblés en usine

Les réchauffeurs tout-polyimide collés en usine éliminent tout besoin de fixation et fournissent un transfert de chaleur vers la pièce chauffée optimal. Leur excellente résistance aux produits corrosifs et leur faible dégazage, ajoutés aux capacités d'usinage de précision de Minco, sont la parfaite solution pour des réchauffeurs de mandrins dans l'équipement de fabrication de semi-conducteur.



Options d'assemblages

- ◆ Pièces à chauffer fournies par Minco: usinées, formées et extrudées grâce à l'atelier de construction mécanique performant et aux vendeurs qualifiés de Minco
- ◆ Revêtements: PTFE, anodisation, plaquage nickel, cuivre ou or
- ◆ Capteurs de température: voir page K-11 pour plus d'informations
- ◆ Thermostats et coupe-circuits thermiques pour régulation ou limitation de température
- ◆ Faisceaux électriques, connecteurs ou circuits flexibles
- ◆ Composants électroniques

Exemples de systèmes thermiques

Description	Chauffage d'un réservoir de 2 kg de solution chimique de 20°C à 50°C en 10 min. L'espace disponible pour le montage du réchauffeur est 100 × 127 mm.	Chauffage d'un film mobile dans un processeur thermique. Un film polyester pesant 5 g doit être chauffé de 25°C à 90°C toutes les 2 secondes. Le réchauffeur mesurera 51 × 305 mm et sera monté sur un plateau de métal.	Un réchauffeur d'un écran LCD doit être capable de chauffer un afficheur 150 × 200 mm de -55°C à 0°C en 5 minutes et de le maintenir à température.
Puissance nécessaire	D'après ThermalCalc*, nous avons besoin de 450 watts minimum, plus les pertes.	D'après ThermalCalc*, nous avons besoin de 275 watts minimum, plus les pertes.	D'après ThermalCalc*, nous avons besoin de 50 watts minimum pour la montée en température et de 20 watts pour le maintien à température.
Paramètres électriques	$R = E^2/W = 120^2/450 = 32 \Omega$	$R = E^2/W = 120^2/275 = 52 \Omega$	$R = E^2/W = 28^2/50 = 16 \Omega$
Sélection de réchauffeurs	Choisir le polyimide pour la résistance aux produits chimiques, le meilleur choix est HK5490R27.7L12.	Préférence du caoutchouc de silicone pour un moindre coût, le meilleur choix est HR5433R44.1L12.	On choisira le H6709R14.8L12 parmi les réchauffeurs Thermal-Clear™ standard.
Puissance réelle	La puissance est $120^2/27.7 = 520 \text{ W}$.	La puissance est $120^2/44.1 = 327 \text{ W}$.	La puissance est $28^2/14.8 = 53 \text{ W}$.
Densité de puissance	Densité de puissance = $W/\text{surface effective} = 520/115 \text{ cm}^2 = 4.5 \text{ W/cm}^2$	Densité de puissance = $W/\text{surface effective} = 327/141 \text{ cm}^2 = 2.3 \text{ W/cm}^2$	Densité de puissance = $W/\text{surface effective} = 53/310 \text{ cm}^2 = 0.17 \text{ W/cm}^2$
Montage	D'après le diagramme des densités de puissance, nous recommandons le PSA acrylique avec feuille aluminium (option E). Ceci nous donne 4.8 W/cm ² à 50°C.	N'importe quel montage de réchauffeur conviendrait. Nous vulcaniserons le réchauffeur en usine pour minimiser les frais d'installation.	Nous choisirons une feuille PSA acrylique par commodité (option B). La densité de puissance est bien en-dessous du maximum.
Intensité dans les fils de connexion	La limite pour un fil AWG 24 est 7.5 A. Le courant réel est $I = 120/27.7 = 4.3 \text{ A}$ (OK).	La limite pour un fil AWG 24 est 7.5 A. Le courant réel est $I = 120/44.1 = 2.7 \text{ A}$ (OK).	La limite pour un fil AWG 30 est 3 A. Le courant réel est $I = 28/14.8 = 1.9 \text{ A}$ (OK).
Régulation	Régulateur CT16A avec relais statique optionnel AC744.	Le client intègre un régulateur particulier dans les autres circuits électroniques.	Un Heaterstat™ CT198-1005 régulera le réchauffeur. Son point de consigne sera ajustable de 6 à 62°C. Nous avons choisi un modèle avec une large plage de température pour nous assurer que le LCD, lui-même, atteindra 0°C: Nous savons que le point de consigne sera plus haut car il régule l'élément chauffant, lequel devient plus chaud que la surface en dessous de lui.
Capteur	Un Thermal-Tab™ S665 sera monté sur le côté du réservoir.	Un capteur à résistance S247 à couche mince sera introduit dans un trou du plateau. Un thermostat avec un point de consigne à 100°C coupera le circuit d'alimentation en cas de surchauffe.	Aucun: Le réchauffeur agit en tant que capteur!
Options	Un réchauffeur tout-polyimide pourrait fournir une plus grande densité de puissance pour un chauffage plus rapide, s'ils sont adaptés à l'application. Un réchauffeur mica ou caoutchouc de silicone permettrait plus de puissance pour un chauffage plus rapide, si l'application le permet.	Le capteur et le thermostat seront intégrés dans le réchauffeur.	Placer les fils de connexions sur une languette externe enlèverait le bulbe de raccordement du fil de la surface de l'afficheur. Préférer un capteur et un CT325 pour la régulation, au lieu de l'Heaterstat™, permettrait une plus haute puissance et une régulation plus fine.

*ThermalCalc est un programme DOS gratuit, disponible sur www.minco.com/support, aidant dans les calculs d'estimation de la puissance requise en fonction de paramètres connus.

Exemples de systèmes thermiques

Description	Chauffer un instrument de test pour l'aviation de -45°C à 70°C en 2 minutes avec une précision de $\pm 2^\circ\text{C}$. L'instrument est un cylindre de 32 mm de diamètre et de 89 mm de hauteur, fournissant une surface à chauffer de 100×89 mm. La tension disponible dans l'avion est de 28 VCC.	Maintenir 96 flacons d'échantillon, chacun contenant 10 mL de sang humain, à 37°C. Les flacons sont positionnés dans des trous borgnes percés dans un bloc d'aluminium mesurant $100 \times 150 \times 40$ mm. La masse totale est 500 g. La température des échantillons ne doit jamais excéder 40°C.	Une galette de silicone de 300 mm placée sur un mandrin aluminium de 325 mm de diamètre doit être chauffée de 40°C à 220°C durant la procédure.
Puissance nécessaire	D'après ThermalCalc*, nous avons besoin de 60 watts pour la montée en température et de 25 watts pour le maintien à température.	D'après ThermalCalc*, nous avons besoin de 60 watts pour la montée en température et le maintien à température.	D'après ThermalCalc*, nous avons besoin de 800 watts pour atteindre la température voulue dans le temps donné.
Paramètres électriques	$R = E^2/W = 28^2/60 = 13.1 \Omega$	$R = E^2/W = 24^2/60 = 9.6 \Omega$	$R = E^2/W = 208^2/800 = 54.1 \Omega$
Sélection de réchauffeurs	Les systèmes d'aviation civile et militaires spécifient typiquement des réchauffeurs isolés polyimide. Le modèle HK5482R12.1L12A est sélectionné.	Polyimide résistant à la plupart des produits chimiques, ne dégage pas, le meilleur choix est HK5491R9.4L12B.	La température voulue dépasse les limites des réchauffeurs polyimide et le process sous vide ne permet pas l'utilisation d'un réchauffeur caoutchouc de silicone. Un réchauffeur tout-polyimide monté en usine sur le mandrin est donc nécessaire.
Puissance réelle	La puissance est $28^2/12.1 = 65 \text{ W}$	La puissance est $24^2/9.4 = 61 \text{ W}$	La puissance est $208^2/54.1 = 800 \text{ W}$
Densité de puissance	Densité de puissance = $W/\text{surface effective} = 65/65 \text{ cm}^2 = 1 \text{ W/cm}^2$	Densité de puissance = $W/\text{surface effective} = 61/140 \text{ cm}^2 = 7 \text{ mW/cm}^2$	Densité de puissance = $W/\text{surface effective} = 800/709 \text{ cm}^2 = 1.13 \text{ W/cm}^2$
Montage	On sélectionnera une bande élastique n°3 pour cet élément à chauffer cylindrique.	N'importe quel type de montage de réchauffeur acceptera cette puissance. Nous recommandons le PSA acrylique pour une disponibilité rapide de prototypes.	Le laminage en usine des réchauffeurs tout-polyimide fournit un transfert de chaleur optimal et permet d'atteindre de plus hautes températures de fonctionnement qu'avec d'autres adhésifs.
Intensité dans les fils de connexion	La limite dans un fil AWG 26 est 5.0 A. Le courant réel est $I = 28/12.1 = 2.3 \text{ A}$ (OK).	La limite dans un fil AWG 24 est 7.5 A. Le courant réel est $I = 24/9.4 = 2.6 \text{ A}$ (OK).	La limite dans un fil AWG 20 est 13.5 A. Le courant réel est $I = 208/54.1 = 3.8 \text{ A}$ (OK).
Régulation	Le régulateur CT325 sera utilisé pour réguler la température.	Un circuit de régulation particulière intégré dans le système électronique régulera le réchauffeur. Choisir l'entrée avec un capteur de température à résistance platine 1000 Ω .	L'alimentation et le mouvement du mandrin sont contrôlés par un ordinateur. La régulation thermique est incluse dans le système.
Capteur	Le Thermal-Tab™ procure un montage simple dans le système de test de prototypes.	Un capteur Thermal-Tab™ à résistance platine 1000 Ω est utilisé. Le client teste le capteur dans différentes positions tout autour du bloc d'aluminium pour déterminer la meilleure performance.	Un élément RTD à couche mince S247 avec ses fils haute température sera collé dans un trou de la table.
Options	Les expériences confirment la puissance requise, mais montrent aussi que le capteur mesure une température en un point et non pas une valeur moyenne de tout le cylindre. Dans une conception particulière finalisée, un capteur laminaire à résistance bobinée Thermal-Ribbon est enroulé autour du cylindre pour mesurer la température moyenne.	Des tests montrent que les pertes nécessitent une densité de puissance supérieure de 20% en périphérie du réchauffeur afin d'égaliser la température à l'intérieur du bloc. Un modèle particulier avec une puissance de sortie profilée, un capteur intégré et un coupe-circuit thermique à 40°C fournit un système thermique complet en un seul ensemble.	La sortie des fils est localisée au centre du réchauffeur pour répondre aux exigences de conception de la machine.

*ThermalCalc est un programme DOS gratuit, disponible sur www.minco.com/support, aidant dans les calculs d'estimation de la puissance requise en fonction de paramètres connus.

Régulateurs de température

Système non régulé

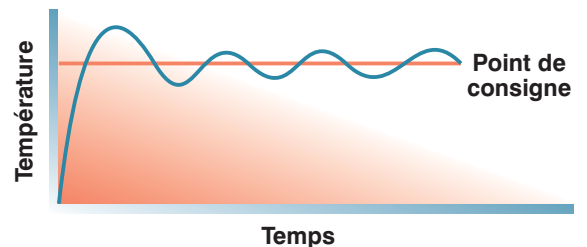
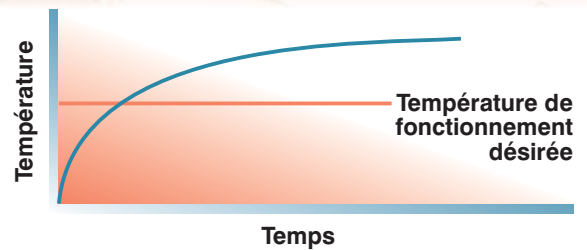
Un système chauffé non régulé voit sa température augmenter jusqu'à ce que les pertes de chaleur (croissantes avec la température) compensent les apports. Ce n'est en général pas acceptable, car l'équilibre thermique est imprévisible.

Dans la plupart des cas, on veut contrôler la température des réchauffeurs. On peut alors tendre plus vite vers le point de consigne sans craindre, ni la surchauffe, ni que le réchauffeur se détériore.

Régulation "tout-ou-rien"

"Tout-ou-rien" est la forme la plus basique de régulation: état "on" en-dessous du point de consigne; état "off" au-dessus. Les régulateurs "tout-ou-rien" électroniques offrent un temps de réponse plus rapide et un contrôle plus fin que les thermostats. Ils ont une différentielle (hystérésis ou intervalle d'amortissement) entre les points "on" et "off" pour réduire la périodicité et prolonger la durée de vie des contacts.

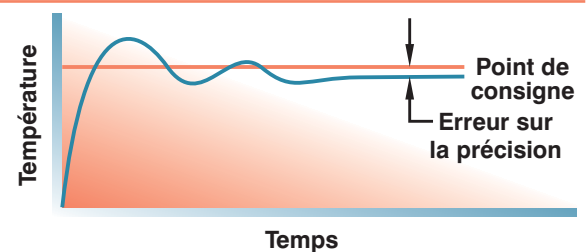
Les régulateurs "tout-ou-rien" ne se stabilisent jamais, ils oscillent toujours autour du point de consigne.



Régulation à action proportionnelle

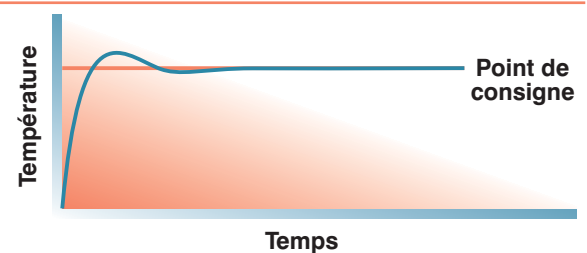
Un régulateur proportionnel réduit la puissance quand la température s'approche du point de consigne. Ceci réduit les oscillations pour une régulation plus stable. Noter que la plupart des régulateurs agissent sur la durée d'impulsions à pleine puissance. Un cycle de régulation court nécessite généralement un relais statique.

Les régulateurs proportionnels simples engendrent une "erreur sur la précision": La température tend vers le point de consigne sans l'atteindre exactement.



Régulation PID

Les régulateurs à action proportionnelle/intégrale/dérivée résolvent les problèmes d'erreurs et améliorent la précision de la régulation grâce à des algorithmes avancés. Ils ont divers paramètres de réglage pour un meilleur contrôle, mais ils ont aussi typiquement quelques modes présélectionnés qui s'adaptent à la plupart des situations.



Référence du régulateur	Méthode de régulation	Tension d'alimentation	Entrée capteur	Sortie régulée
CT198	On/off	4.75–60 VCC	Aucune (utilise le réchauffeur à haut TCR comme capteur)	Identique à la source d'alimentation
CT325	On/off	4.75–60 VCC	PD: RTD platine 100 Ω PF: RTD platine 1000 Ω TF: Thermistance 50 kΩ	Identique à la source d'alimentation
CT15	PID, proportionnel, on/off (au choix)	100–240 VAC	PD: RTD platine 100 Ω PF: RTD platine 1000 Ω Thermocouple J, K, ou T	Relais statique (SSR), jusqu'à 3.5 A à 250 VAC SSR externe optionnel
CT16A	Logique floue, PID, proportionnel, on/off (au choix)	100–240 VAC (12–24 VCC optionnel)	PD: RTD platine 100 Ω PF: RTD platine 1000 Ω NB: RTD nickel 100 Ω La plupart des types de thermocouples	Relais statique (SSR), jusqu'à 2 A à 240 VAC SSR externe optionnel

Options pour régulateurs spéciaux

Pour les quantités importantes, un régulateur spécialement conçu offre souvent la meilleure performance et le meilleur prix. Les régulateurs peuvent être autonomes ou intégrés à d'autres appareils électroniques.

Pour améliorer la précision de la régulation avec les réchauffeurs Thermofoil

- ◆ Un contact thermique intime réduit le temps de réponse
- ◆ Des éléments profilés ou multiples offrent plus de possibilités pour orienter le chauffage là où on en a besoin
- ◆ Les capteurs flexibles Thermal-Ribbons™ et les combinaisons réchauffeurs/capteurs assurent un couplage étroit entre le réchauffeur, l'objet chauffé et le capteur de contrôle
- ◆ Une haute densité de puissance permet une réponse rapide

Régulateur sans capteur à courant continu Heaterstat™

- ◆ Utilise le réchauffeur comme capteur de température nul besoin de capteur séparé ni de thermostat
- ◆ Régulation statique en mode "tout-ou-rien" avec point de consigne ajustable
- ◆ Faible consommation
- ◆ Idéal pour un fonctionnement sur piles ou électronique embarquée
- ◆ Petit boîtier à souder sur circuit imprimé
- ◆ Faible coût
- ◆ Pour utilisation avec réchauffeurs Thermofoil™ et Thermal-Clear™ Minco

Ce contrôleur unique à courant continu fonctionne sans capteur de température séparé. Le Heaterstat™ CT198 mesure la température à partir de la résistance du réchauffeur (un modèle spécial à haut coefficient résistance-température). Il offre une régulation électronique de température précise pour le prix d'un thermostat.

Fonctionnement

Le graphique ci-dessous montre le mode de fonctionnement du Heaterstat™. Périodiquement le régulateur active le réchauffeur le temps de contrôler la résistance. Si la température du réchauffeur est au-dessus du point de consigne (partie gauche du graphique), le Heaterstat™ coupe l'alimentation en un centième de seconde.

Si la température est en-dessous du point de consigne, le Heaterstat™ continue d'alimenter le réchauffeur et contrôle la résistance jusqu'à ce que le seuil soit atteint. Il revient ensuite au mode exploratoire.

La cadence d'exploration, l'intervalle de temps entre les impulsions, est réglée en usine entre 0.1 et 10 secondes (0.5, 1, 2 et 10 sec. sont des valeurs standard). Plus la cadence est rapide, plus la régulation est fine. Les cadences longues, en revanche, consomment moins d'énergie (une impulsion de 0.01 seconde toutes les 10 secondes n'utilise que 0.1% de la pleine puissance d'alimentation).

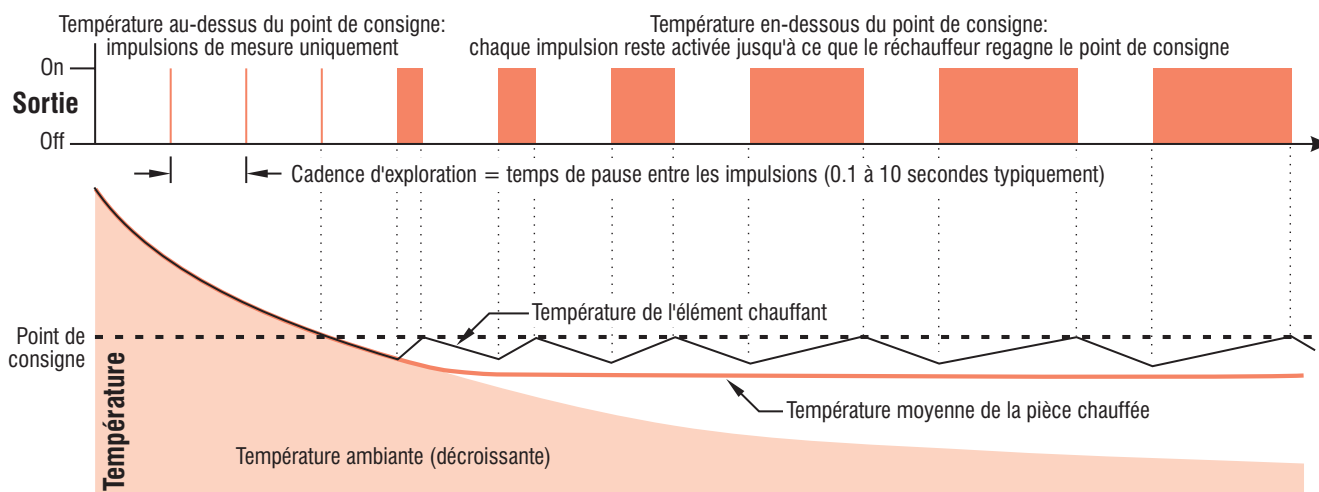
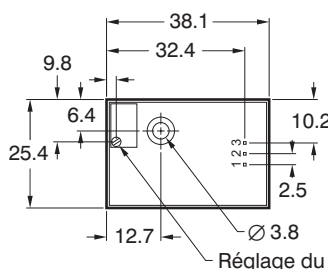
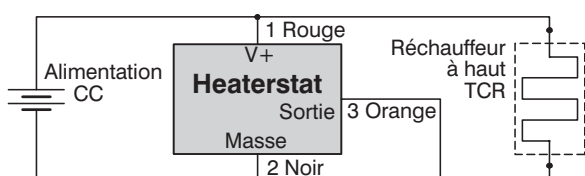
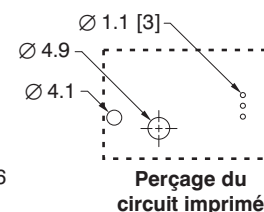


Schéma de raccordement



Dimensions en mm



Applications

Le Heaterstat™ est le complément idéal des réchauffeurs Minco pour une régulation thermique de précision. Quelques applications typiques :

- ◆ Optimisation du fonctionnement des afficheurs LCD ou de l'électronique exposée aux basses températures.
- ◆ Remplacement des thermostats encombrants à temps de réponse long.
- ◆ Régulation de température de réchauffeurs miniatures là où le montage d'un capteur est impossible et augmenterait le temps de réponse.
- ◆ Protection d'appareils médicaux portables à basse température.
- ◆ Maintien à température de composants électroniques critiques de circuits imprimés tels que les oscillateurs à quartz.
- ◆ Régulation de température par section sur grands réchauffeurs laminaires multi-zones.

Régulateur sans capteur à courant continu Heaterstat™

Caractéristiques

Plage de calibration: Résistance nominale $\pm 20\%$ min.
Spécifier la résistance du réchauffeur qui fournit la puissance idéale en watts, compte-tenu de la tension d'alimentation.

Connexions: Trois picots espacés de 2.5 mm ou fils AWG 22 (0.32 mm²).

Tension d'alimentation: 4.75 à 10 VCC ou 7.5 à 60 VCC selon modèle. Des ondulations de $\pm 10\%$ ont des effets négligeables; une simple alimentation en courant continu même non-réglé sera suffisante dans la plupart des applications.

Courant nominal du réchauffeur: 0.05 à 4 A, selon modèle. Voir plages ci-dessous. Courants plus élevés possibles avec des modèles spéciaux.

Courant nominal dans le réchauffeur	Courant minimum	Courant maximum (1 minute)	Résistance en série avec réchauffeur: sortie activée	Résistance minimum: sortie désactivée
CT198				
0.05 à 0.2 A	0.012 A	0.5 A	2.3 Ω	50K Ω
0.21 à 0.5	0.050	1.0	0.8	50K
0.51 à 1.5	0.125	2.0	0.5	50K
1.51 à 3.0	0.350	4.0	0.3	50K
CT248				
2.50 à 4.0	1.0	5.0	0.25	50K

Cadence d'exploration (température au-dessus du seuil): 1 seconde standard. 0.1 à 10 secondes en option.

Durée d'impulsion: 10 millisecondes.

Indicateur LED: Indique quand le réchauffeur est en fonctionnement, pour les versions à fils de connexion, seulement.

Précision de calibrage: $\pm 0.2\%$ std*. Noter que la tolérance sur la résistance standard pour réchauffeurs est de $\pm 10\%$.

Hystérésis: 0.05%.

Dérive du point de consigne due:

à l'auto-échauffement:

$\pm 0.2\%*$ ($\pm 0.4\%$ pour gamme de 1.5 à 4 A).

à la température ambiante:

$\pm 0.02\%/^{\circ}\text{C}$ ($\pm 0.06\%/^{\circ}\text{C}$ pour la gamme de 1.5 à 4 A).

aux variations de la tension d'alimentation: $\pm 0.03\%/ \text{volt}$ *

Effets de la tension d'alimentation: Négligeables pour une ondulation de 10% max. à 50/60 Hz.

Consommation du contrôleur:

Sortie activée: 3 mA

Sortie désactivée: 2 mA max; typiquement 1 mA sous 10 VCC.

Température ambiante:

De fonctionnement: -40 à 70°C.

De stockage: -55 à 85°C.

Humidité relative: 90% max.

Propriétés physiques: Scellé époxy pour résister à l'humidité.

Supporte la soudure par vague et le lavage à l'eau et au détergent. Consulter Minco en cas de contact avec tout autre produit.

Poids: 25 g.

Montage: Perçage pour boulon 3.5 mm ou vis auto-taraudeuse 4 mm.

Réchauffeur: Réchauffeur bobiné ou gravé laminaire avec haut coefficient température-résistance (TCR).

Élément chauffant	TCR ($\Omega/\Omega/^{\circ}\text{C}$)
Cuivre gravé ou bobiné (Cu)	0.00427
Nickel gravé (Ni)	0.00536
Nickel bobiné (Ni)	0.00672
Nickel-fer gravé ou bobiné (NiFe)	0.00519

Définition de votre dispositif

Minco offre une assistance technique à toutes les étapes mentionnées ci-dessous. N'hésitez pas à nous contacter.

Réchauffeur: Un réchauffeur fait pour fonctionner avec le Heaterstat™ doit avoir un élément sensible à la température. Tous les réchauffeurs transparents répondent à cette exigence, tout comme les réchauffeurs gravé (Section D, deux dernières colonnes du tableau des valeurs de résistance).

Montage: Le Heaterstat™ est suffisamment compact pour être monté directement sur circuits imprimés. Il supporte la soudure par vague, ainsi que les opérations de ringage. Pour le réglage du seuil après montage, prévoir un perçage d'accès dans le circuit, sous la vis de réglage. Le régulateur sera vissé au circuit par le trou de montage. La version fils ne nécessite pas de circuit imprimé.

Précision: Le Heaterstat™, de son principe, régule la température du réchauffeur et non celle de la pièce à chauffer. L'élément du réchauffeur monte plus vite en température que la surface sur laquelle il est installé. Pour maintenir une précision optimale dans des conditions ambiantes variables, votre étude devra tendre soit vers une réduction de ce gradient, soit vers une stabilisation à un niveau prévisible. Nous vous suggérons:

- ◆ d'utiliser le plus juste niveau de chaleur. Dimensionner le réchauffeur de façon à ce qu'il opère au moins 50% du temps en usage normal et sans dépasser 0.77 W/cm².
- ◆ d'optimiser le contact entre le réchauffeur et la pièce à chauffer.
- ◆ de stabiliser l'ensemble. Maintenir une tension d'alimentation constante et isoler l'ensemble de façon à ce qu'il ne soit pas exposé aux variations de température ambiante.
- ◆ de spécifier la cadence d'exploration standard de 1 sec. ou une cadence plus rapide.
- ◆ d'envisager l'utilisation du régulateur CT325 miniature à courant continu.

Réglage du point de consigne: En principe, le Heaterstat™ est calibré en usine selon la valeur nominale de résistance du réchauffeur à la température de consigne. Les réchauffeurs standard cependant ont une tolérance sur la résistance de $\pm 10\%$, ou $> 25^{\circ}\text{C}$. Pour de meilleurs résultats, nous vous recommandons de recalibrer votre Heaterstat™ après installation. Il suffira d'ajuster le point de consigne jusqu'à ce que la température se stabilise à la valeur désirée. Utiliser un simple thermomètre digital, tel que le modèle Minco TI142.

Lorsque le recalibrage n'est pas possible, vous pouvez améliorer la précision en commandant le Heaterstat™ et le réchauffeur calibrés en ensemble apparié. Minco peut compenser la tolérance du réchauffeur en calibrant le régulateur selon la valeur de résistance réelle du réchauffeur (par opposition à sa valeur nominale). Le réchauffeur et le régulateur feront l'objet d'un marquage coordonné. Si vous commandez un Heaterstat™ pour un ensemble coordonné, spécifiez le modèle CT698 au lieu de CT198.

*Pour convertir les variations de la résistance en température:

$$\Delta T = \% \text{ variation} \left(T + \frac{1}{TCR} \right)$$

Ou:

TCR = Coefficient température-résistance ($\Omega/\Omega/^{\circ}\text{C}$)

T = Seuil de température ($^{\circ}\text{C}$)

ΔT = Variation de température ($^{\circ}\text{C}$)

Par exemple: Soit un Heaterstat™ dont le seuil nominal de réglage est à 50°C et un réchauffeur dont le TCR est de 0.0536 $\Omega/\Omega/^{\circ}\text{C}$ (feuille nickel). La précision de la calibration est $\pm 0.2\%$ de la résistance nominale, ce qui traduit une température de:

$$\Delta T = \pm 0.2\% \left(50^{\circ}\text{C} + \frac{1}{0.00536} \right) = \pm 0.47^{\circ}\text{C}$$

Régulateur sans capteur à courant continu Heaterstat™

Modèles standard

Caractéristiques:

Cadence d'exploration: 1 seconde.

Fils de connexion: 150 mm.

Indicateur: LED.

Calibration: Point de consigne ajusté en usine sur valeur de résistance spécifiée.

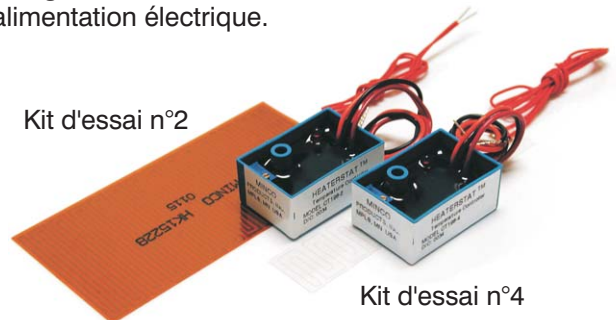
Référence du modèle	Plage de calibration (Ω)		Tension d'alimentation (VCC)	
	Minimum	Maximum	Minimum	Maximum
CT198-1000	4.50	6.75	5	9.5
CT198-1001	5.63	8.44	8	16
CT198-1002	7.03	10.55	8	21
CT198-1003	8.79	13.18	8	26
CT198-1004	10.99	16.48	8	33
CT198-1005	13.73	20.60	8	41
CT198-1006	17.17	25.75	8	50
CT198-1007	21.46	32.19	8	50
CT198-1008	26.82	40.23	8	50
CT198-1009	33.53	50.29	8	50
CT198-1010	41.91	62.86	8	50
CT198-1011	52.39	78.58	8	50
CT198-1012	65.48	98.23	8	50
CT198-1013	81.85	122.78	8	50
CT198-1014	102.32	153.48	8	50
CT198-1015	127.90	191.85	8	50
CT198-1016	159.87	239.81	8	50
CT198-1017	199.84	299.76	8	50
CT198-1018	249.80	374.70	8	50
CT198-1019	312.25	468.38	8	50
CT198-1020	390.31	585.47	8	50
CT198-1021	487.89	731.84	9	50
CT198-1022	609.86	914.80	11	50

Pour commander les modèles standard

CT198-1019	Référence du modèle CT198 = Heaterstat™ (point de consigne nominal) CT698 = Heaterstat™ coordonné avec un réchauffeur
R	Code de la calibration du point de consigne R = Résistance de réchauffeur nominale (CT198) T = Ensemble coordonné Heaterstat™/Réchauffeur (CT698)
365	Point de consigne pour calibrage initial Code de calibrage du point de consigne = R; Résistance du réchauffeur nominal à la température du point de consigne (en ohms). * Doit être à l'intérieur de la plage autorisée par la référence du modèle Code de calibrage du point de consigne = T; Température au point de consigne. Spécifier température et unité (°C ou °F) Ex : 50C représente 50°C
L	Fils L = Fils de connexion (standard) P = Picots (DEL non-disponible)
1	Cadence d'exploration 0.1 à 10 sec. (1 sec. en standard)
CT198-1019R365L1 ← Exemple de référence	

Kits d'essai

Ces kits d'essai vous permettent de tester des modèles de Heaterstat™ et de juger de leurs performances avant d'investir dans un modèle spécial. Chaque kit comprend un régulateur et son réchauffeur. Il vous suffit de fournir l'alimentation électrique.



Kit d'essai n°4

Comprend un réchauffeur transparent Thermal-Clear™ H15227 et un régulateur CT198-4. Commander sous la référence CT198-K4.

Point de consigne: Ajustable de -40 à 95°C.

Tension: 4.75 à 10 VCC. 5 VCC nominal.

Puissance dissipée: 1.7 W à 5 VCC et 50°C.

Dimensions du réchauffeur: 19 × 102 mm.

Cadence d'exploration: 10 sec., affichage DEL.

Kit d'essai n°2

Comprend le réchauffeur laminaire Thermofoil™ HK15228 isolé polyimide et le régulateur CT198-2. Commander sous la référence CT198-K2.

Point de consigne: Ajustable de 0 à 120°C.

Tension: 7.5 à 38 VCC. 24 VCC nominal.

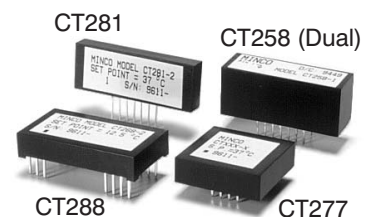
Puissance dissipée: 40 W à 24 VCC et 80°C.

Dimensions du réchauffeur: 51 × 102 mm.

Cadence d'exploration: 1 sec., affichage DEL.

Régulateurs Heaterstat™ miniatures

Minco peut fournir des boîtiers SIP (une rangée de broches) ou DIP (deux rangées de broches) utilisant un ajustement du point de consigne à distance.



* Pour déterminer la résistance d'un réchauffeur à la température T :

$$R_T = \frac{R_{Ref} \times [(T \times TCR) + 1]}{(T_{Ref} \times TCR) + 1}$$

Par exemple, la résistance du modèle H6708R86.6 est 86.6 Ω ($R_{Ref} = 86.6$) à 0°C ($T_{Ref} = 0$) avec une feuille nickel ($TCR = 0.00672$). A une température de contrôle de 60°C ($T = 60$), la résistance du réchauffeur (R_T) est:

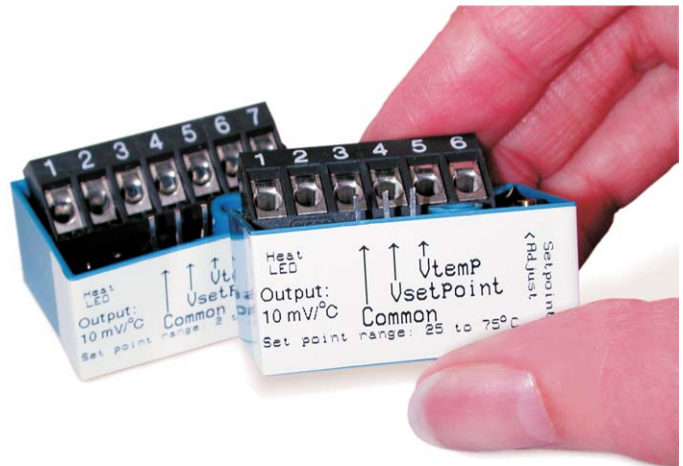
$$\frac{86.6 \times [(60 \times 0.00672) + 1]}{(0 \times 0.00672) + 1} = 122 \Omega$$

Le modèle Heaterstat™ désiré avec fils de connexion est: CT198-1014R122L1

Les résistances par rapport aux températures sont disponibles sur www.minco.com/sensorcalc

Régulateur miniature CT325 à courant continu

- ◆ Installation simple, avec sortie de tension par picots pour température de process et de consigne
- ◆ Régulation fine avec différentielle $\pm 0.5^\circ\text{C}$
- ◆ Boîtier miniature $25 \times 25 \times 37 \text{ mm}$
- ◆ Régulation statique "tout-ou-rien" avec point de consigne ajustable
- ◆ Entrées: capteurs de température standard à résistance platine 100Ω ou 1000Ω ou thermistances $50 \text{ k}\Omega$
- ◆ Une seule alimentation continue pour le régulateur et le réchauffeur jusqu'à 240 watts
- ◆ Entrée capteur de température à résistance 3 fils pour compenser la résistance des fils



Le régulateur de température miniature CT325 à courant continu est conçu par Minco afin d'être utilisé avec les réchauffeurs Thermofoil™ Minco, les capteurs à résistance ou les thermistances. Ceci offre un régulateur de température "tout-ou-rien" économique avec une précision bien meilleure que celle des thermostats bimétabliques.

Ajuster simplement le point de consigne avec le potentiomètre, en surveillant le niveau avec un voltmètre standard connecté aux picots "V setpoint" (sortie 0.010 V/°C) jusqu'à la valeur recherchée. La sortie "V temp" indique la température réelle.

Fonctionnant à partir de votre source d'alimentation de 4.75 à 60 VCC, le régulateur commande la puissance fournie au réchauffeur jusqu'à 4 A. Une LED brillante indique quand la puissance est appliquée au réchauffeur.

L'appareil est garni d'époxy pour une résistance à l'humidité, avec un trou pour la vis de montage. Un bornier permet de raccorder l'alimentation, le capteur et le réchauffeur.

Caractéristiques

Entrée: Capteur de température à résistance platine 100Ω ou 1000Ω , $0.00385 \Omega/\Omega/^\circ\text{C}$, 2 ou 3 fils, ou thermistance NTC $50 \text{ k}\Omega$, 2 fils.

Plage du point de consigne:

- 2 à 100°C : entrée résistance platine.
- 2 à 200°C : entrée résistance platine.
- 25 à 75°C : entrée thermistance.

Consulter l'usine pour d'autres plages.

Stabilité du point de consigne: 0.02% de l'intervalle de mesure/°C.

Signal Tension/température: 0.010 V/°C sur les pages spécifiées.

Capteur à résistance platine		Thermistance	
2°C	0.02 V	25°C	0.25 V
50°C	0.50 V	50°C	0.50 V
100°C	1.00 V	75°C	0.75 V
200°C	2.00 V		
Précision: $\pm 1\%$ de la pleine échelle		$\pm 2\%$ de la pleine échelle	
Linéarité: 0.1% de l'intervalle de mesure		2% de l'intervalle de mesure	

Différentielle: 0.5°C .

Alimentation: 4.75 à 60 VCC.

Sortie: drain ouvert, 4 A max. courant continu.

Compensation des fils de connexion (capteur à résistance 3-fils):
 $\pm 0.06^\circ\text{C}/\Omega$ pour résistance platine 100Ω ou 1000Ω jusqu'à 25Ω par branche.

Protection contre défaut capteur: Réchauffeur désactivé en cas de court circuit du capteur. Pas de protection de réchauffeur; fusible externe recommandé.

Plage de température ambiante de fonctionnement: -40 à 70°C .

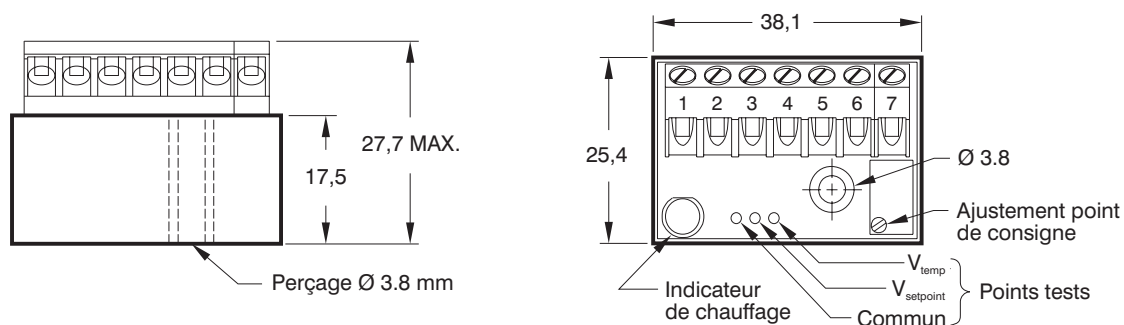
Humidité relative: 0 à 95% sans condensation.

Physique: Boîtier polycarbonate, étanchéité avec époxy. (28 g)

Connexions: Bornier pour fils AWG 22 à AWG 14.

Montage: Perçage pour boulon 3.5 mm ou vis auto-taraudeuse 4 mm.

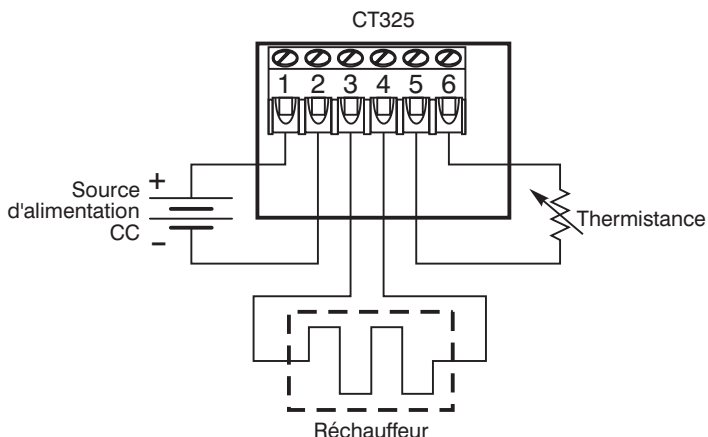
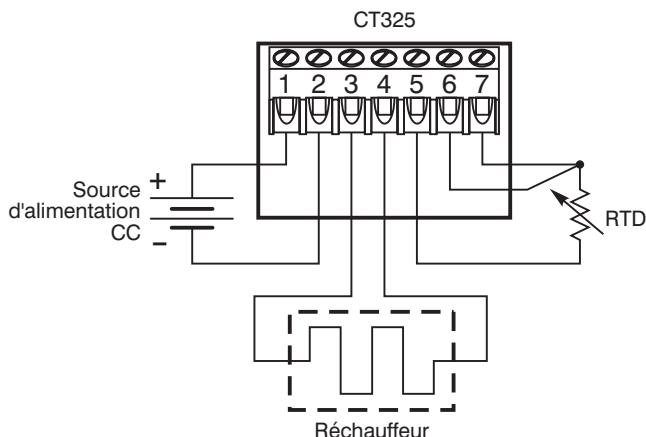
Dimensions



Les dimensions sont en mm

Régulateur miniature CT325 à courant continu

Diagrammes des fils



Pour commander

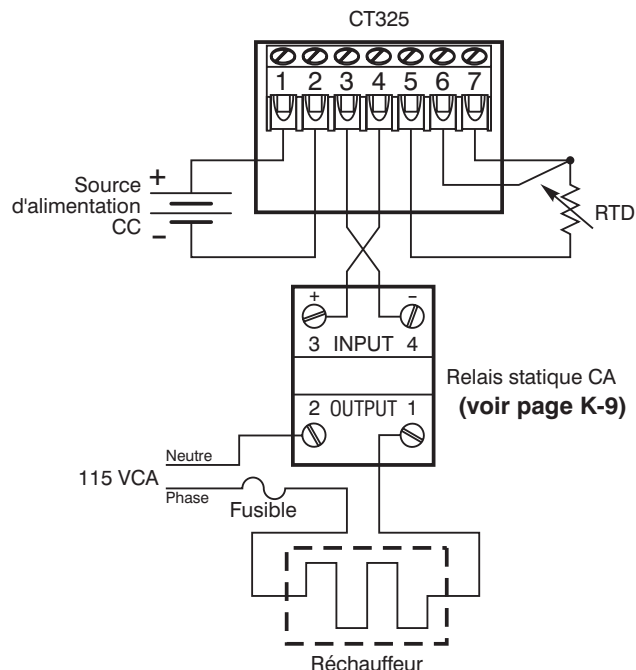
CT325	Référence du modèle: CT325
PD	Type de capteur: PD = RTD platine 100 Ω PF = RTD platine 1000 Ω TF = Thermistance 50 kΩ
1	Source d'alimentation: 1 = 4.75 à 10 VCC 2 = 7.5 à 60 VCC
B	Plage de température: A = 25 à 75°C (capteur type TF uniquement) B = 2 à 100°C (capteur de type PD ou PF uniquement) C = 2 à 200°C (capteur de type PD ou PF uniquement)
5	Différentielle: 5 = 0.5 °C
CT325PD1B5 ← Exemple de référence	

Options pour modèles spéciaux

Minco peut personnaliser la conception du CT325 pour des applications particulières. Plages de température spécifiques, autres options de capteurs et boîtiers particuliers sont possibles pour des applications OEM. Les régulateurs à action proportionnelle sont disponibles dans un boîtier légèrement plus grand.

Réchauffeurs alimentés en courant alternatif

Le CT325 peut fournir un signal de contrôle à un relais statique externe (voir page K-9) pour commuter en courant alternatif. Utiliser 15 VCC comme tension de commande.



Régulateur de température CT15



Régulateur à microprocesseur pour le prix d'un régulateur analogique. Ce contrôleur à un afficheur peut aussi servir d'indicateur ou d'alarme.

Fonctions programmables par l'utilisateur (standard)

Modes de commande:

- ◆ PID: présélectionné, programmable, auto-réglant
- ◆ "tout-ou-rien"
- ◆ Manuel (boucle ouverte)

Autres particularités:

- ◆ Rampe jusqu'au point de consigne
- ◆ Anti reset
- ◆ Correction numérique d'entrée capteur
- ◆ Filtre d'entrée numérique ajustable pour environnements perturbés
- ◆ 4 niveaux de sécurité
- ◆ Limites du point de consigne
- ◆ Mémoire persistante sans besoin de batterie de sauvegarde
- ◆ Minuteur d'erreur d'entrée

Options d'usine (spécifiées dans la référence)

Alarmes:

- ◆ Deux points de consigne indépendants: haut, bas, absolu ou écart
- ◆ Relais mécanique simple
- ◆ Réinitialisation manuelle ou automatique, inhibition sélectionnable

Entrée:

- ◆ Les capteurs à résistance sont recommandés pour une meilleure précision
- ◆ Capteur à résistance: 100 Ω , platine, 2 ou 3 fils, TCR 0.00385 (PD ou PE)
- ◆ Thermocouple: J (par défaut), K, T (sélectionnable)

Sortie:

- ◆ Relais statique (SSR)
 - ◆ Relais mécanique
 - ◆ Sortie pulsée pour pilotage relais statique externe
- Un SSR est recommandé pour une longue durée de vie avec une régulation à action proportionnelle. Le CT15 est disponible avec une sortie SSR interne. Pour réguler un courant continu ou d'intensité élevée, commander un SSR externe, et un CT15 avec sortie pulsée.

Caractéristiques

Afficheur: Un à 4 chiffres, 7 segments, LED rouge de 7.6 mm de haut, °C ou °F.

Action: Sélectionnable en inverse (chauffage normal) ou direct (refroidissement normal).

Rampe: Durée rampe ajustable de 0 à 100 heures.

Précision: $\pm 0.25\%$ de l'étendue de mesure, $\pm 1^\circ$ ou 1 incrément.

Résolution: 1° ou 0.1° , sélectionnable.

Stabilité de température: 100 ppm (0.01%)/°C typiquement, 200 ppm (0.02%)/°C max.

Isolation: Sorties relais et SSR isolées. Les sorties courant, tension et tension pulsée ne doivent pas partager de masse commune avec l'entrée.

Tension d'alimentation: 100 à 240 VAC nom. $+10/-15\%$, 50 à 400 Hz, monophasé; 132 à 240 VCC, nom., $+10/-20\%$. 5 VA maximum.

Remarque: Ne pas confondre alimentation du régulateur et alimentation du réchauffeur. Le régulateur ne transmet pas de puissance au réchauffeur, mais agit uniquement comme un commutateur. Par exemple, le régulateur pourrait fonctionner à 115 VAC et réguler le réchauffeur à 12 VCC.

Plage de température: Fonctionnement: -10 à 55°C .

Plage d'humidité: 0 à 90% d'humidité relative jusqu'à 40°C sans condensation.

10 à 50% d'humidité relative à 55°C sans condensation.

Mémoire de sauvegarde: mémoire non volatile (pas de batterie nécessaire).

Spécifications des sorties:

- ◆ AC SSR: 3.5 A à 250 VAC à 25°C typiquement ; ramené à 1.25 A à 55°C . Minimum 48 VAC et 100 mA minimum de charge requise.
- ◆ Relais, Configuration A (SPST):
3A à 250 VAC résistive.
1.5 A à 250 VAC inductive.
Fonction pilote: 250 VA, 2 A à 125 VAC ou 1 A à 250 VAC.
- ◆ Sortie pulsée (non-isolée): 5 VCC à 25 mA.

Alarme (relais):

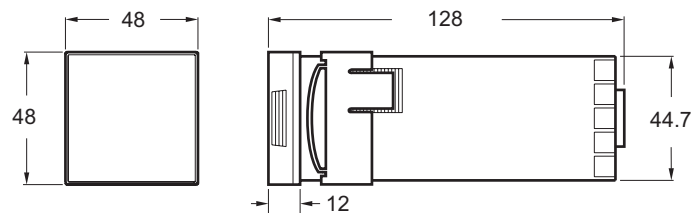
- 3 A à 250 VAC résistive.
1.5 A à 250 VAC inductive.
Fonction pilote: 250 VA, 2 A à 125 VAC ou 1 A à 250 VAC.

Poids: 227 g.

Certifications: UL et CSA.

Protection face avant: IP66; suivant UL type 4X.

Dimensions



Découpe du panneau: 45 x 45 mm
Épaisseur max. du panneau: 6.35 mm
Dimensions en mm

Pour commander CT15

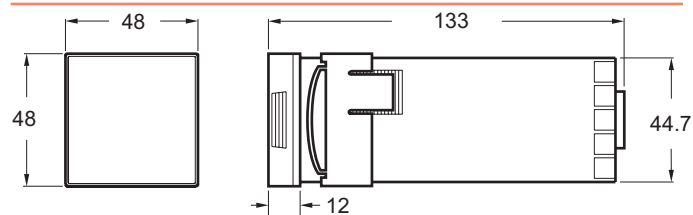
CT15	Référence du modèle: CT15
1	Alarme: 0 = Non 1 = Oui
2	Entrée: 1 = Thermocouple J, K ou T 2 = Capteur à résistance platine 100 Ω , type PD ou PE
1	Sortie: 1 = SSR relais statique interne, c.a. 2 = Sortie logique (5VCC) pour un SSR externe 3 = Relais mécanique interne
CT15121 ← Exemple de référence	

Voir page K-9 pour SSR haute puissance et autres accessoires.

Régulateur de température CT16A



Dimensions



Découpe du panneau: 45 × 45 mm
Épaisseur max. du panneau: 6.35 mm
Dimensions en mm

Ce régulateur économique offre une régulation PID sophistiquée dans un boîtier DIN 1/16. Une large gamme de modes de régulation, de types de capteurs d'entrée et de sorties relais ou SSR permettent une régulation polyvalente des réchauffeurs Thermofoil™ et une connexion facile à d'autres composants électroniques.

Propriétés

- ◆ Afficheur double montrant en permanence le point de consigne et la température réelle, résolution de 1°, 0.1°, ou unité
- ◆ Entrée universelle convenant pour n'importe quelle mesure: Sélectionner à partir de 10 types de thermocouples, 4 types de RTD, tension et courant
- ◆ Sorties isolées pour sécurité et facilité de câblage
- ◆ Protection contre les défaillances du capteur ou du réchauffeur
- ◆ Fonction maximum/minimum enregistrant les températures limites atteintes
- ◆ Panneau frontal étanche à l'eau et résistant à la corrosion, idéal pour les applications sanitaires. Clavier numérique lumineux pour une utilisation plus facile
- ◆ Limitation des températures que l'opérateur peut programmer via 4 niveaux de sécurité protégés par mot de passe
- ◆ Mode auto-réglant pour une meilleure régulation PID
- ◆ Modes de contrôle: Auto-réglant, valeurs de PID pré-réglées ou ajustables, régulation "tout-ou-rien" et boucle ouverte
- ◆ La logique floue fournit un meilleur temps de réponse et réduit les dépassements dans le cas des process imprévisibles
- ◆ Alarmes à une ou deux températures
- ◆ Option alarme: programmable niveau haut, bas, absolu, ou écart; peut être réinitialisé manuellement ou automatiquement; sortie relais électromécanique
- ◆ Option rampes/paliers permettant des profils de chauffage complexes de 16 segments avec activation en face avant et une base de temps sélectionnable (CT16A3)
- ◆ Option automatique/manuel, pour passer rapidement en contrôle manuel pour installation ou essais (CT16A3)
- ◆ Communications série RS-232 ou RS-485 rendant accessibles les lectures de températures et tous les paramètres de régulation (option)
- ◆ Retransmission à un ordinateur ou un enregistreur de la température lue, ou du point de consigne, en signal tension ou courant (option)
- ◆ Modification du point de consigne par un potentiomètre, un signal tension ou courant (option)
- ◆ 4 niveaux programmables pour un changement rapide d'une température à une autre (option)

Caractéristiques

Entrées sélectionnables:

- ◆ Capteur à résistance: 2 ou 3 fils, types Minco PD ou PE (100 Ω platine selon CEI 751)
- ◆ PA (100 Ω platine NIST), PF (1000 Ω platine selon CEI 751)
- ◆ NA (120 Ω nickel)
- ◆ Thermocouple: type J (par défaut), K, T, L, E, R, S, B, C ou N
- ◆ Courant continu: 0-20 mA ou 4-20 mA (utiliser les transmetteurs Temptran™)
- ◆ Courant continu: 0-10 ou 2-10 VCC, -10 à 10 mVCC, échelonnable

Impédance d'entrée:

- ◆ Tension: 5000 Ω
- ◆ Thermocouple: 3 MΩ minimum
- ◆ Courant: 10 Ω
- ◆ Courant du capteur à résistance: 200 μA

Protection en cas de défaut du capteur (rupture ou court-circuit):

Sortie sélectionnable:

Hors service, sortie moyenne avant erreur ou valeur pré-programmée. Délai ajustable: 0 à 540 minutes.

Protection en cas de coupure de circuit:

Message d'erreur initialisé et sortie désactivée en cas de capteur en court-circuit ou circuit du réchauffeur ouvert. Temps de coupure ajustable de OFF à 9999 secondes.

Cycle: 1 à 80 secondes.

Plage du point de consigne: Sélectionnable de -212 à 2320°C, selon le type d'entrée.

Afficheurs: Deux à 4 chiffres, 7 segments, DEL vertes (process) rouges (consigne) de 7.2 mm.

Action: Sélectionnable en inverse (chauffage normal) ou direct (refroidissement normal).

Rampe/Palier: (CT16A3 uniquement) 16 segments ajustables en minutes ou secondes de 0 à 9999. A la fin du programme, vous pouvez choisir de le répéter, de le maintenir ou de revenir à un point de consigne local. Vous pouvez aussi désactiver les sorties.

Précision: ±0.25 % de l'échelle de mesure ±1 unité.

Résolution: 1° ou 0.1°, sélectionnable.

Stabilité de la tension d'alimentation: ±0.05% sur la plage de la tension d'alimentation.

Stabilité sur la température: 4 μV/°C typiquement, 8 μV/°C max.

Isolation:

Relais et SSR: 1500 VAC avec les autres entrées et sorties.
Courant et tension SP1 et SP2: 500 VAC avec les autres entrées et sorties, mais pas isolés entre eux.
Sortie process (options 934, 936): 500 VAC avec les autres entrées et sorties.

Tension d'alimentation: 100 à 240 VAC nom. +10/-15%, 50 à 400 Hz, monophasé: 132 à 240 VCC nom., +10/-20% 5 VA max. 12 et 24 volt continu/alternatif en option.

Remarque: Ne pas confondre alimentation du régulateur et alimentation du réchauffeur. Le régulateur ne transmet pas de puissance au réchauffeur, mais agit uniquement comme un commutateur. Par exemple, le régulateur pourrait fonctionner à 115 VAC et réguler le réchauffeur à 12 VCC.

Plage de température de fonctionnement: -10 à 55°C.

Régulateur de température CT16A

Mémoire de sauvegarde: mémoire non volatile (pas de batterie nécessaire).

Spécifications des sorties:

- ◆ SSR AC: 2 A combiné (sorties A et B) à 240 VAC, à 25°C; ramené à 1.0 A à 55°C. 48 VAC minimum et 100 mA minimum de charge requise. Un SSR est recommandé pour une durée de vie plus longue qu'un relais mécanique.
- ◆ Relais mécanique: SPST forme A (normalement ouvert) ou forme B (normalement fermé): 3 A résistive, 1.5 A inductive à 240 VAC. Fonction pilote: 240 VA, 2 A à 120 VAC ou 1 A à 240 VAC.
- ◆ Sortie pulsée (isolée): 15 VCC à 20 mA.
- ◆ Courant proportionnel (isolée): 0 à 20 mA, 600 Ω max.
- ◆ SSR courant continu: 1.75 A à 32 VCC max.
- ◆ Relais alarme: SPST forme A (normalement ouvert): 3 A à 240 VAC résistive; 1/10 CV à 120 VAC

Poids: 227 g.

Certifications: UL et CE.

Protection face avant: IP66; suivant UL type 4X.

Options pour CT16A

924: commande analogique à distance 0 à 10 VCC.

Variation du point de consigne utilisant un signal de tension.

926: commande analogique à distance 4 à 20 mA CC.

Variation du point de consigne utilisant un signal de courant.

928: commande analogique à distance 0 à 10 000 Ω.

Variation du point de consigne par un potentiomètre.

934: Retransmission analogique de la variable process ou de la consigne, 4-20 mA. Utilisé comme transmetteur, en signal d'entrée pour un enregistreur ou un ordinateur. Signal 4-20 mA linéarisé, suivant la variable process ou la consigne. Configurable.

936: Retransmission analogique de la variable process ou de la consigne, 0 à 10 VCC. Similaire à l'option 934, mais signal de sortie linéarisé de 0 à 10 VCC.

948: Point de consigne 4-niveaux. 4 points de consigne pré-réglés peuvent être sélectionnés par contacts externes. Chaque point de consigne a son propre réglage. PID donnant au régulateur 4 "recettes" pour des process différents.

992: Liaison RS-485. Permet à l'ordinateur de lire et écrire tous les paramètres de contrôle à distance.

993: Liaison RS-232. Permet à l'ordinateur de lire et écrire tous les paramètres de contrôle à distance.

9502: Alimentation 12-24 VCC/VAC. Le contrôleur est alimenté en basse tension et non pas en tension secteur.

Remarque: Seule l'option 9502 peut être combinée avec d'autres options.

Pour commander CT16A

CT16A	Référence: CT16A
2	Configuration: 2 = Standard 3 = Amélioré (rampe/palier, automatique/manuel)
1	Alarme 0 = Non 1 = Oui
1	Sortie A: 1 = SSR interne, c.a. 2 = Tension pulsée (15 VCC) pour SSR externe 3 = Relais mécanique, SPST (normalement ouvert) 4 = Relais mécanique, SPST (normalement fermé) 5 = Courant 6 = SSR courant continu, interne
0	Sortie B: 0 = Néant 1 = SSR interne, c.a. 2 = Tension pulsée (15 VCC) pour SSR externe 3 = Relais mécanique, SPST (normalement ouvert) 4 = Relais mécanique, SPST (normalement fermé) 5 = Courant 8 = SSR courant continu, interne
-992	Options (laisser un blanc si vous n'en voulez aucune)
CT16A2110-992 ← Exemple de référence	

Accessoires

AC744: 1-10 A, 24 à 280 VAC SSR.

AC745: 1-25 A, 24 à 280 VAC SSR.

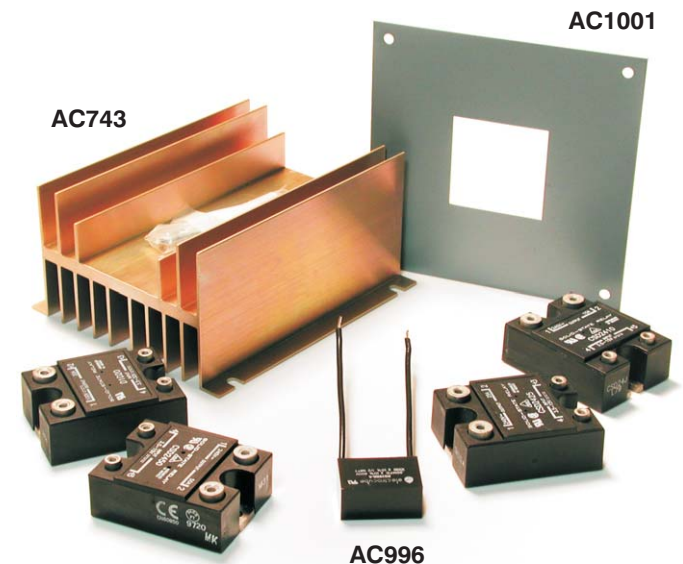
AC746: 1-50 A, 24 à 280 VAC SSR.

AC1009: 1-20 A, 0 à 100 VCC SSR.

AC743: Radiateur pour relais statique (courant ou température élevés).

AC996 Filtre R/C: Hautement recommandé pour prolonger la durée de vie des contacts du relais si vous utilisez une sortie relais mécanique ou SSR pour commander un relais ou un solénoïde. Pour la sortie CT16A AC SSR, assurez vous aussi que le courant de maintien de la bobine est supérieur à 100 mA et que la tension est de 48 VAC minimum.

AC1001: Plaque adaptateur acier 1/16 à 1/4 DIN. 127 × 127 mm acier gris avec fenêtre centrée 45 × 45 mm.

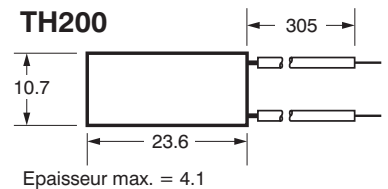
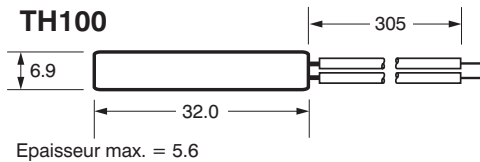


Accessoires

Thermostats

Les thermostats fournissent une régulation de chaleur basique, à bas prix. Ils peuvent aussi être utilisés comme coupe-circuits thermiques en combinaison avec d'autres systèmes de régulation. Tous les thermostats ont une longueur de 38.1 mm, avec un manchon caoutchouc de silicone pour l'isolation électrique (s'il y a lieu) et un adhésif de montage.

Ces thermostats sont à commander séparément. Pour de plus amples informations sur les commandes de réchauffeurs avec thermostats installés en usine, contactez le Service Commercial de Minco.



Dimensions en mm

Caractéristiques

Modèles en stock:

TH100 rupture lente, 120 VAC max.
TH200 rupture brusque, 240 VAC max.

Tolérance sur le point de consigne: ±5°C.

Différentielle ouvert/fermé: 5 à 10°C, typiquement.

Courant maximum:

Modèle TH100: 6 A à 120 VAC;
8 A à 12 VCC;
4 A à 24 VCC.

Modèle TH200: 4 A à 240 VAC.

Durée de vie: 100 000 cycles.

Certifications: UL, CSA.

Pour commander

TH100	Référence du modèle: TH100 (rupture lente)
T40	Point de consigne: 5°C, 20°C, 40°C, 60°C, 80°C, 100°C, 150°C, 200°C
TH100T40 ← Exemple de référence	

TH200	Référence du modèle: TH200 (rupture brusque)
T80	Point de consigne: 60°C, 80°C, 100°C, 150°C
TH200T80 ← Exemple de référence	

Isolants pré-découpés

Découpés au format des réchauffeurs, ces panneaux fournissent une isolation thermique pour minimiser les pertes de chaleur. Vous pouvez aussi les placer entre les plaques et réchauffeurs bridés pour une pression uniforme. L'adhésif PSA (en option) permet un montage simple. Il ne collera pas de façon permanente et pourra être enlevé plus tard sans abîmer le réchauffeur.

Matériau	Epaisseur	Température limite		Facteur λ (W/m•K) Expansé
		Avec PSA	Sans PSA	
Néoprène	3.18 mm	107°C	107°C	0.043
Mousse caoutchouc de silicone	3.18 mm	204°C	204°C	0.11
Mica	0.25 mm	N/A	600°C	0.40
Feutres céramique*	3.18 mm	N/A	600°C	0.087

*Tous les réchauffeurs mica sont fournis avec deux feuilles de feutre céramique gratuites. Feuilles supplémentaires à commander ici.

Vous pouvez estimer les pertes de température avec la formule suivante:

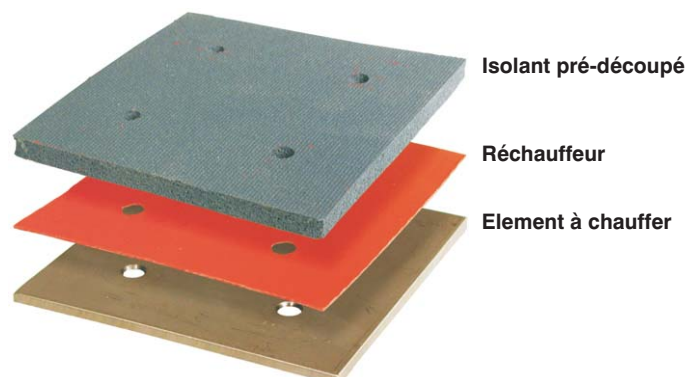
$$Pertes\ de\ chaleur\ (W) = \frac{\lambda (T_f - T_a) S}{1000 e}$$

où:

- W = Puissance perdue à travers l'isolation
- S = Surface du réchauffeur en mm²
- T_f = Température de la pièce chauffée en °C
- T_a = Température ambiante en °C
- λ = Facteur λ en W/m•K
- e = Epaisseur de l'isolation en mm

Pour commander

IN	IN = panneau isolant
5334	Référence du réchauffeur correspondant
N1	Matériau: N1 = Néoprène R1 = Caoutchouc de silicone M1 = Mica C1 = Feutre céramique
B	Adhésif PSA A = Sans PSA B = Avec adhésif PSA (céramique ou mica non compatible)
IN5334N1B ← Exemple de référence	



Capteurs de température

Minco est leader dans la fabrication de capteurs de température. Nous avons actuellement plus de 1800 modèles différents en stock pour une expédition immédiate. Nous offrons aussi des possibilités de modèles totalement personnalisés. Personne d'autre ne peut conjuguer notre habileté à réaliser un capteur parfaitement adapté à votre système thermique et notre combinaison idéale de prix, réponse rapide, stabilité, précision et simplicité de montage.

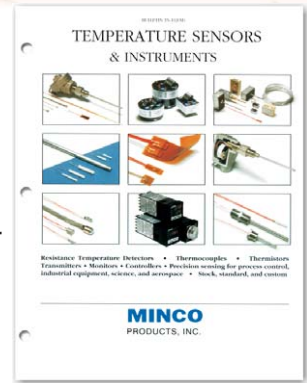
Ci-dessous, vous trouverez une sélection de capteurs utilisés couramment avec nos éléments chauffants et nos régulateurs.



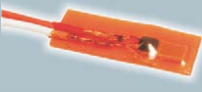

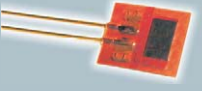

Demander le catalogue TS-102 pour obtenir des informations techniques et pratiques pour toutes les différentes catégories de capteurs et accessoires. Vous pouvez aussi consulter notre site Internet www.minco/support.

Remarque: Sauf mention contraire, tous les capteurs de température à résistance ont un élément platine de $100 \pm 0.12\% \Omega$, TCR = $0.00385 \Omega/\Omega/^\circ\text{C}$ (Pt 100, CEI 751 Classe B).





Capteurs à résistance **Thermal-Ribbon™** et thermocouples

Ces capteurs flexibles se montent facilement sur des surfaces, à côté ou sur les réchauffeurs. Tous peuvent être auto-collants.



Modèle	Matériau	Dimensions	Température
 S665PDY40A* (100 Ω) S665PFY40A* (1000 Ω) TS665TFY40A* (50 k Ω à 25 $^\circ\text{C}$ thermistance NTC)	Polyimide avec une couche élastomère, 2 ou 3 fils PTFE	5 x 12 mm Longueur de fil: 1000 mm	-50 à 155 $^\circ\text{C}$ (excepté TS665 à 125 $^\circ\text{C}$)
 S667PDY40A* (100 Ω) S667PFY40A* (1000 Ω) (Disponible avec 2 fils uniquement) <i>Immersible</i>	Caoutchouc de silicone avec une couche élastomère, 2 fils caoutchouc de silicone	5 x 16 mm Longueur de fil: 1000 mm	-50 à 155 $^\circ\text{C}$
 S17624PDYT40A* (100 Ω) S17624PFYT40A* (1000 Ω) S17624PSYT40A* (10 000 Ω) <i>Plage de température large</i>	Polyimide (support et couche), 2 ou 3 fils PTFE	5 x 15 mm Longueur de fil: 1000 mm	-50 à 200 $^\circ\text{C}$
 S467PDY36A* (100 Ω) S468PFY36A* (1000 Ω) <i>Modèle flexible conçu pour des environnements humides</i>	Corps caoutchouc de silicone, 2 ou 3 fils caoutchouc de silicone	S467: 13 x 38 mm S468: 13 x 76 mm Longueur de fil: 900 mm	-62 à 200 $^\circ\text{C}$
 S651PDY24A* (100 Ω) <i>Capteur miniature avec un élément à résistance bobiné</i>	Polyimide avec dos aluminium, 2, 3 ou 4 fils PTFE	7.6 x 7.6 mm Longueur de fil: 600 mm	-200 à 200 $^\circ\text{C}$
 TC40JT36A* (Type J) TC40KT36A* (Type K) TC40TT36A* (Type T) <i>Thermocouple de type rustine</i>	Polyimide avec fils PTFE	19 x 19 mm Longueur de fil: 900 mm)	-200 à 200 $^\circ\text{C}$

Sonde à résistance et éléments

Modèle	Matériau	Dimensions	Température
 S614PDY12T* (100 Ω) S614PFY12T* (1000 Ω) <i>Pour capteurs encastrés</i>	Acier inoxydable, 2 ou 3 fils PTFE	\varnothing 4.8 x 51 mm de long Longueur de fil: 300 mm	-269 à 260 $^\circ\text{C}$
 S853PD120Y36* (100 Ω) <i>Sonde à embout sensible</i>	Acier inoxydable avec embout alliage de cuivre, 2 ou 3 fils PTFE	\varnothing 6.4 x 305 mm de long (d'autres longueurs disponibles) Longueur de fil: 900 mm	-50 à 260 $^\circ\text{C}$
 S245PD12 (100 $\pm 0.12 \Omega$) S245PD06 (100 $\pm 0.06 \Omega$) S247PF12 (1000 $\pm 0.12 \Omega$) S247PF06 (1000 $\pm 0.06 \Omega$)	Corps céramique/verre, fils argent	S245: 2.0 x 2.3 mm S247: 2.0 x 5.0 mm Longueur de fil: 15 mm	-70 à 400 $^\circ\text{C}$
 S270PD12 (100 $\pm 0.12 \Omega$) S270PD06 (100 $\pm 0.06 \Omega$) <i>Haute température, élément grande précision</i>	Corps céramique, fils platine	\varnothing 1.28 x 15 mm de long Longueur de fil: 10 mm	-200 à 850 $^\circ\text{C}$

*Codes de références: Remplacer "Y" par "Z" pour un modèle à 3 fils. Pour les modèles Thermal-Ribbon™ avec adhésif, remplacer "A" par "B".

Renseignements complémentaires

Questions les plus courantes

Quelle est la tension correcte pour appliquer à tel réchauffeur ?

Les réchauffeurs standard sont référencés par résistance, et non par tension d'alimentation. Ceci permet de les utiliser à différents niveaux de puissance. Dans le choix d'un réchauffeur, il faut prendre en compte les dimensions, la résistance, la température d'utilisation, la puissance totale et la densité de puissance (watts/cm^2). La densité de puissance, plus que la puissance totale, détermine la tension d'alimentation maximum à appliquer. La densité de puissance maximale dépend du type d'isolant, du montage du réchauffeur et de la température d'utilisation. Nous trouvons des graphiques quantifiant ces limites dans chaque section de ce catalogue.

Les réchauffeurs caoutchouc de silicone bobinés standard et en stock sont listés avec une tension d'alimentation recommandée pour des conditions typiques de température ambiante ou d'utilisation.

Il est souvent possible de dépasser les limites listées. Pour cela, contacter Minco pour plus d'informations si votre application nécessite une puissance supérieure aux limites indiquées.

Un réchauffeur laminaire peut-il être utilisé suspendu en l'air ?

De faible masse, les réchauffeurs laminaires ne sont généralement pas adaptés pour fonctionner dans l'air. Le réchauffeur laminaire a un meilleur rendement thermique lorsqu'il est utilisé en conduction, monté sur une pièce, plutôt qu'en convection ou en radiation.

Quelles sont les dimensions de la zone de raccordement des fils pour des réchauffeurs standard ?

La surface non chauffée de la connexion des fils dépend du calibre des fils, de l'isolant, de la configuration de sortie des fils et des dimensions du réchauffeur. Pour un réchauffeur isolé polyimide, cette plage va de $6.4 \times 7.6 \text{ mm}$ à $12.7 \times 20.3 \text{ mm}$ pour des jauges de fils AWG 30 à AWG 20. Contacter Minco pour des informations détaillées sur un modèle spécifique en indiquant vos contraintes d'espace quand vous spécifiez un modèle personnalisé. Les fils peuvent être raccordés sur une languette non chauffée à l'extérieur du réchauffeur.

Quelle est la rigidité diélectrique des différents isolants ?

Les réchauffeurs du catalogue Minco isolés polyimide, caoutchouc de silicone ou mica sont testés pour une tension de claquage minimum à 1000 VAC. Nous pouvons réaliser des modèles spécifiques avec un isolant plus épais pour augmenter la rigidité diélectrique, mais ceci réduira la puissance et la température maximale du réchauffeur.

Il faut aussi prendre en compte le courant de fuite, à la tension d'utilisation. Parce que l'élément gravé couvre 50% ou plus de la surface du réchauffeur, il peut agir comme un condensateur avec une tension alternative. Il en résulte une déperdition due à l'effet capacitif. L'isolation n'est pas en cause mais dans les applications médicales ou autres, les tolérances faibles peuvent être dépassées. Minco peut utili-

ser des techniques spéciales de conception pour réduire ces déperditions si votre application nécessite des tolérances serrées.

Quel est le coefficient résistance-température (TCR) pour le circuit résistif du réchauffeur ?

Les réchauffeurs standard gravés (sauf les options de résistances listées dans les colonnes "NiFe" et "Ni") utilisent des feuilles métalliques à très faible TCR. Pour la plupart des applications, on peut négliger la variation de résistance avec la température.

Les éléments gravés des colonnes "NiFe" et "Ni" utilisent soit une feuille de nickel ($0.00536 \Omega/\Omega/^\circ\text{C}$), soit une feuille de nickel-fer ($0.00519 \Omega/\Omega/^\circ\text{C}$). Les réchauffeurs transparents utilisent un fil cuivre ($0.00427 \Omega/\Omega/^\circ\text{C}$), un fil nickel ($0.00536 \Omega/\Omega/^\circ\text{C}$) ou un fil nickel-fer ($0.00519 \Omega/\Omega/^\circ\text{C}$). Ces modèles à TCR élevé ne sont pas auto-régulants mais peuvent être utilisés avec le régulateur Heaterstat™ où l'élément résistif joue le rôle de capteur.

Voir www.minco.com/sensorcalc pour calculer la résistance par rapport à la température pour ces réchauffeurs.

Puis-je immerger ces réchauffeurs dans de l'eau ou dans d'autres liquides ?

En général, la réponse est non. Les matériaux utilisés dans les réchauffeurs laminaires isolés polyimide sont étanches à l'eau, mais les bords ne sont pas suffisamment hermétiques pour une immersion. Un modèle spécifique peut inclure des bordures élargies et une sortie de fils de connexions étanchée ce qui rend le réchauffeur immersible dans l'eau. Les réchauffeurs caoutchouc de silicone nécessitent une bordure supplémentaire de ciment RTV ou matériau similaire pour renforcer les bordures et la zone de connexion des fils, et ainsi les rendre immersibles dans l'eau.

Si votre application exige le contact avec d'autres liquides, contacter Minco en donnant les détails et nous trouverons une solution.

Puis-je recouper un réchauffeur Thermofoil avec taille et forme à ma convenance ?

Non, les réchauffeurs laminaires ne peuvent être ni découpés, ni ajustés. L'élément conducteur couvre toute la surface pour maximiser la diffusion thermique du modèle gravé. Toute découpe ouvrirait le circuit électrique et exposerait les conducteurs sous tension.

Quand dois-je préférer une face aluminium pour un réchauffeur ?

La feuille d'aluminium améliore la diffusion de la chaleur entre les pistes, l'adhérence du PSA et rend le polyimide moins élastique pour une meilleure tenue aux courbures. La plage de température et la densité de puissance des réchauffeurs laminaires polyimide avec PSA augmentent. Pour les réchauffeurs caoutchouc de silicone, l'option feuille d'aluminium avec PSA acrylique est moins coûteuse que celle avec PSA n°12 appliqué directement sur le caoutchouc de silicone.

Glossaire

Analyse des éléments finis: Méthode numérique utilisée pour prévoir le comportement d'un réchauffeur par rapport à l'élément chauffé. Y recourir si une manipulation réelle n'est pas envisageable.

Anti-reset, Anti-réinitialisation: Coupure de l'action intégrale à l'extérieur de la bande proportionnelle durant la montée en température.

AWG (American Wire Gauge): Indicateur du calibre du fil. Plus le nombre est grand, plus le fil est petit.

AWG 30: 0.05 mm² AWG 22: 0.32 mm²

AWG 26: 0.13 mm² AWG 20: 0.52 mm²

AWG 24: 0.21 mm² AWG 18: 0.82 mm²

Auto-réglant: Mode des régulateurs CT15 ou CT16A qui leur permet d'adapter leurs propres paramètres PID au process en cours. Peut être configuré pour s'ajuster une seule fois ou continuellement.

Bande élastique: Bande élastique en caoutchouc de silicone utilisée pour monter les réchauffeurs ou les capteurs de température sur des cylindres.



Bande proportionnelle: Zone autour du point de consigne dans laquelle la sortie est proportionnelle à l'écart entre température courante et point de consigne. Par exemple, le réchauffeur chauffe à 100% de la puissance au début, puis à 75%, puis 50%, puis 25% lorsque que la température s'approche du point de consigne. Règle générale: Régler la bande assez large pour inclure les changements prévisibles en fonctionnement normal.

Bande thermo-rétractable: Bande pré-étirée qui se rétracte sous l'effet de la chaleur. Elle s'utilise pour les montages de réchauffeurs ou de capteurs de température sur des cylindres.

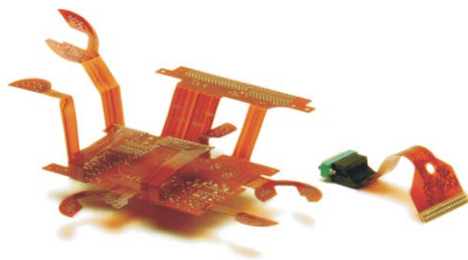


Caoutchouc de silicone: Elastomère flexible, synthétique utilisé pour isoler électriquement les réchauffeurs et les capteurs Thermal-Ribbon™.

Chaleur massique: Quantité de chaleur par unité de masse requise pour élever la température d'un matériau de 1°C.

Capteurs de température à résistance (RTD): Capteurs dont la résistance change avec la température. Ce sont les thermomètres les plus précis parmi ceux communément utilisés.

Circuit flexible: Circuit imprimé fabriqué avec des matériaux flexibles pour réaliser des interconnexions électriques compactes.



Composant monté en surface (CMS): Composant destiné à être soudé sur la surface d'un circuit imprimé afin d'éliminer les trous de montage.

Conduction: Transfert d'énergie thermique entre deux corps adjacents (des solides, en général) ou deux parties d'un même corps.

Conductivité thermique: Mesure de la vitesse à laquelle la chaleur traverse un matériau. Souvent référencée comme une valeur "k".

Convection: Transfert d'énergie thermique dans les liquides ou dans les gaz par mélange des zones les plus chaudes avec les zones les plus froides. Des courants de convection peuvent se former à cause des différences de densité. Généralement, les masses les plus chaudes sont moins denses et tendent à s'élever.

Couche mince (composant à): Composant électrique fabriqué en déposant une fine couche de métal sur un substrat (céramique, en général). Les techniques de couche mince peuvent être utilisées pour fabriquer des réchauffeurs et des capteurs de température.

Dégazage: Expulsion de gaz, en particulier dans le vide ou dans un environnement à haute température.

Densité de puissance: Quantité de puissance par unité de surface, souvent exprimée un watt/cm².

Densité de résistance: Résistance par unité de surface, habituellement listée en valeur maximale, elle dépend de la feuille résistive, de l'adhésif et de l'isolant.

Différentielle: Différence entre les températures de réenclenchement (quand la température diminue), et de déclenchement (quand la température augmente), pour un régulateur "tout-ou-rien". Calibrée pour réduire les oscillations.

Élément chauffé/Élément à chauffer: Pièce sur laquelle le réchauffeur est fixé.

Erreur sur la précision: Erreur inhérente à la régulation à action proportionnelle. La température atteint un équilibre à un point différent du point de consigne, mais toujours à l'intérieur de la bande proportionnelle.

FEP: Fluoroéthylène-propylène. Adhésif thermoplastique appartenant à la famille des polymères PTFE.

Gravure chimique: Méthode réalisant un circuit électrique en dissolvant chimiquement le métal sur les surfaces non-conductrices. Cette procédure peut être utilisée pour fabriquer des réchauffeurs, des circuits flexibles et des capteurs de température.

Heaterstat™: Régulateur de température Minco utilisant l'élément chauffant en tant que capteur de température.



Hystérésis ou différentielle: Différence entre les températures de réenclenchement (quand la température diminue) et de déclenchement (quand la température augmente), pour un régulateur "tout-ou-rien". Calibrée pour réduire les oscillations.

ISO 9001: Norme Internationale d'Assurance Qualité reconnue dans plus de 90 pays à travers le monde.

Laminer: Coller des matériaux en utilisant la chaleur et la pression.

Loi d'Ohm: $E = R \cdot I$. Voir page A-11.

Logique floue: Un schéma de contrôle qui opère en plus du PID et donne au régulateur plus de "sens commun" pour traiter les systèmes imprévisibles. Non nécessaire pour la plupart des applications.

Mica: Minéral assez fragile, utilisé pour isoler les réchauffeurs, principalement pour sa résistance aux grandes températures et aux fortes densités de puissance.

NASA (National Aeronautics and Space Administration): Agence américaine pour l'exploration de l'espace.

OEM: Original Equipment Manufacturer.

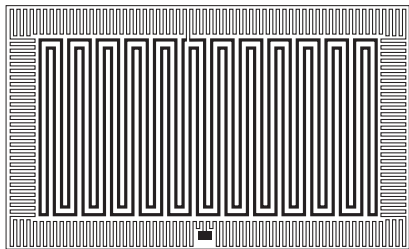
PID (à action proportionnelle, intégrale, dérivée): Algorithme de régulation regroupant des actions proportionnelle, intégrale et dérivée.

Polyester: Polymère synthétique utilisé pour isoler électriquement les réchauffeurs, circuits flexibles et Thermal-Ribbon™. C'est une alternative économique par rapport au polyimide, si la tenue à haute température ou aux produits chimiques n'est pas critique.

Polyimide (Kapton™): Film flexible, de couleur ambrée, translucide, utilisé pour isoler électriquement les réchauffeurs, circuits flexibles et Thermal-Ribbon™. Il est principalement utilisé pour sa plage de température et sa résistance aux produits chimiques. Le nom déposé par DuPont pour polyimide est Kapton™.

Glossaire

Profiler: Méthode permettant d'obtenir une température uniforme en faisant varier la densité de puissance dans un réchauffeur à élément simple pour compenser les déperditions de l'élément chauffé.



PSA (Pressure-Sensitive Adhesive): Adhésif double-face ne nécessitant ni chaleur, ni forte pression au montage. Enlever la protection au dos de l'adhésif, mettre en place et presser fermement.

PTFE: Polytétrafluoroéthylène. Matériau flexible, isolant électrique, possédant une résistance chimique et mécanique exceptionnelle. Le nom déposé par DuPont est Téflon™.

Radiation: Transfert d'énergie thermique dans l'espace (surtout dans le vide) par ondes électromagnétiques.

Régulation à action dérivée: Ajustement de la sortie basée sur le taux de changement du process, permet généralement une récupération plus rapide en cas de dépassement. Règle générale: Augmenter le temps de dérivation si le système est souvent en surchauffe; diminuer si le système réagit lentement.

Régulation à action intégrale: Particularité d'un contrôleur qui compense continuellement l'erreur sur la précision en intégrant les erreurs par rapport au temps et en ajustant la bande proportionnelle. Règle générale: Des temps d'intégration courts donnent une correction plus rapide, mais des temps d'intégration trop courts provoquent des oscillations.

Régulation à action proportionnelle: Méthode de régulation dans laquelle la sortie est proportionnelle à l'écart entre température courante et point de consigne.

Relais statique (SSR): Relais entièrement électronique ne comportant aucune partie mobile susceptible de s'user. Leur durée de vie est donc bien plus importante que celle des relais mécaniques. Les plus adaptés pour la régulation en temps proportionnel (en créneaux, par impulsions).

Résistance d'isolement: Résistance électrique d'un matériau isolant sous une tension donnée. Mesurée en général sous haute tension continue.

Rigidité diélectrique: Tension maximale (typiquement en courant alternatif) qu'un matériau isolant peut supporter juste avant le "claquage".

RS-485: Standard de communication série pour les interfaces ordinateurs/instruments. Permet de connecter plusieurs instruments avec une simple paire torsadée. Convertible en RS-232 avec un adaptateur adéquat.

RTD: voir Capteurs de température à résistance.

Rupture brusque: Type de commutation, souvent utilisée dans les thermostats, dans laquelle un élément bi-métallique sensible à la température peut rapidement ouvrir et fermer un contact électrique. Cette méthode provoque moins de perturbations que la rupture lente mais nécessite une différentielle significative entre les températures d'ouverture et de fermeture, entraînant une régulation moins précise.

Rupture lente: Type de commutation, souvent utilisée dans les thermostats, dans laquelle un élément bi-métallique sensible à la température peut lentement ouvrir et fermer un contact électrique. Cette méthode provoque plus de perturbations que la rupture brusque, a une durée de vie plus courte, mais permet une régulation plus précise.

SensorCalc: Programme fournissant la résistance en fonction de la température pour différents capteurs et réchauffeurs.

SPST: Relais un contact-travail.

SSR: Solid state relay. Voir Relais statique.

TCR (Coefficient Thermique de Résistance): La variation moyenne de résistance, par unité de résistance entre 0°C et 100°C. Parfois, exprimé par le ratio de résistance à 100°C et à 0°C.

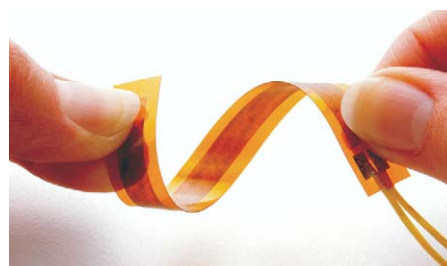
Temps de cycle: Durée d'un cycle on/off avec temps proportionnel. Pour un temps de cycle de 10 secondes, par exemple, régler à 80% de la puissance correspond à 8 secondes "on" et 2 secondes "off". Règle générale: Des temps plus courts permettent une meilleure régulation et moins d'oscillations, mais nécessitent un relais statique.

Temps proportionnel: Modulation de la sortie par le ratio du temps en mode "on" et "off", par exemple 80% de la puissance = 80% du cycle en "on" et 20% en "off".

Thermal Calc: Programme DOS pouvant vous assister dans les calculs de la puissance nécessaire à partir de paramètres donnés. Thermal Calc est gratuit et disponible sur disquette à Minco, ou bien téléchargeable à www.minco.com/support.

Thermal-Clear™: Réchauffeur fabriqué avec un isolant transparent et un élément à fil fin bobiné. Les réchauffeurs Thermal-Clear™ transmettent plus de 80% de la lumière visible.

Thermal-Ribbon™: Famille des capteurs de température flexibles Minco, caractérisée par une grande variété de résistance, TCR et plage de température. Les thermal-Ribbons peuvent être intégrés dans un réchauffeur ou conçus avec n'importe quelle forme.



Thermistance: Capteur de température fabriqué à partir d'un matériau semi-conducteur. Les thermistances sont d'une grande sensibilité (la résistance change radicalement avec la température), mais non linéaires et peu précises.

Thermocouple: Capteur de température fabriqué en réunissant deux métaux différents en un point, appelé jonction. Les thermocouples produisent une f.é.m. quand il y a une différence de température entre les jonctions.

Thermofoil™: Technologie innovatrice de Minco qui utilise une procédure de gravure chimique afin de créer un réchauffeur plat, flexible pour optimiser le transfert de chaleur. Les réchauffeurs peuvent être conçus avec n'importe quelle forme. De plus, Minco peut intégrer des capteurs de température, des circuits flexibles et l'électronique de régulation.

Thermostat: Interrupteur sensible à la température utilisé en tant que régulateur économique "tout-ou-rien" ou comme protection contre la surchauffe. Voir "rupture lente" et "rupture brusque".

Transfert de chaleur: Transfert d'énergie thermique entre corps de température différente.

Tolérance sur la résistance: Plage de variation de résistance réelle autour de la résistance nominale (ou la résistance voulue) à une température de référence, généralement 0°C. Habituellement, les éléments bobinés possèdent une tolérance sur la résistance plus étroite que les éléments laminaires gravés.

"Tout-ou-rien": Schéma simple de régulation pour lequel la sortie est activée si l'on se trouve en-dessous du point de consigne, et désactivée si l'on est au-dessus.

Tout-polyimide: Réchauffeurs avec isolant et adhésif interne polyimide.

TÜV: Laboratoire de certification allemande, à travers lequel Minco a reçu, entre autres, la certification ISO 9001.

UL (Underwriter's Laboratories): Organisation indépendante de certification et de tests de sécurité reconnue principalement aux Etats-Unis et au Canada.

ULA: Adhésif acrylique thermodurcissable reconnu UL.

Vulcanisation: Procédé utilisant la chaleur et la pression afin de faire adhérer le caoutchouc non-polymérisé sur lui-même, un métal, de la céramique, du verre, etc.

WA: Adhésif acrylique thermodurcissable.

Watt: Chaleur produite par une intensité de 1 A à travers une résistance de 1 Ω.

Certifications

Astrium (consortium de constructeurs britanniques, français, allemands et espagnols d'équipement aérospatial et satellites)

Certification MA1144 (Space Components Procurement Agency) et Certification SHT-01-001

Minco est qualifié et fournit des centaines de modèles personnalisés de réchauffeurs Thermofoil™ pour des applications satellites avec ces partenaires depuis plus de 20 ans.

CENELEC: Comité Européen de Normalisation Electrotechnique

Certification EN50014: Matériels électriques en atmosphères explosives: Règles générales et certifications EC50019: Matériels électriques en atmosphères explosives: Sécurité Augmentée (Increased Safety Apparatus)

Minco a qualifié, pour ces exigences internationales, des modèles spécifiques d'assemblages de réchauffeurs Thermofoil™ utilisés sur des surfaces potentiellement dangereuses.

Certifié ISO 9001: 2000 par le laboratoire de certification allemand TÜV

Le système Assurance Qualité de Minco a été audité et certifié conforme à cette norme reconnue internationalement.

NASA: National Aeronautics and Space Administration of the United States

Spécification S-311-P-079: Obtention de la conformité aux spécifications pour les réchauffeurs Thermofoil™.

Minco a travaillé en étroite relation avec la NASA, depuis le programme Mercury des années 60, développant des composants thermiques précis et fiables. Des centaines de réchauffeurs Thermofoil™ spécialement conçus ont été fabriqués, testés et fournis pour les projets de la NASA. Minco est l'unique fournisseur d'éléments chauffants inclus dans la Liste des Producteurs Qualifiés de la NASA.

Telcordia Technologies (Bellcore)

Certification GR-1221-CORE: Exigences générales d'assurance de fiabilité pour les composants optiques passifs.

Les réchauffeurs Thermofoil™ isolés polyimide et caoutchouc de silicone ont été testés selon les exigences de l'industrie des télécommunications. Les conceptions standard ou particulières, les réchauffeurs/capteurs et les assemblages de réchauffeurs répondent aux critères de cette certification.



TÜV

Certification EN60335-1: Normes de sécurité pour les appareils ménagers et les appareils électriques similaires, Partie 1: Exigences générales.

Les réchauffeurs Thermofoil™, isolés polyimide ou caoutchouc de silicone, conceptions standard ou particulières, peuvent être marqués comme composants certifiés.

UL: Underwriters Laboratories

Etats-Unis: UL 499; Normes de sécurité pour les appareils chauffants électriques.



Les réchauffeurs, de conception personnalisée ou standard, isolés polyimide, caoutchouc de silicone ou mica, peuvent être marqués comme composants agréés.

Canada: Certification C22.2, 72-M1984



Les réchauffeurs standard modifiés spécialement, ou de conception personnalisée, isolés polyimide, caoutchouc de silicone ou mica, peuvent être marqués comme composants agréés.

Le C.N.E.S. reconnaît Minco SA comme fabricant de réchauffeurs embarqués suivant les exigences NASA GSFC S-311-P-079. (Référencement EPPL ESA partie 2.)

Pour plus d'information . . .

Notice d'application AA n°21, "Estimating Power Requirements of Thermofoil™ Heaters"

Formules simplifiées pour le calcul de puissance requise pour votre système, 12 p.

Notice d'application AA n°22, "Recommended Adhesives for Thermofoil™ Heaters"

Compare les différentes méthodes de montage, 4 p.

Notice d'application AA n°25F, "Techniques d'élaboration de prototypes pour réchauffeurs laminaires Thermofoil™"

Méthodes et outils pour la conception thermique, 4 p. Disponible en français.

Notices d'application AA n°29, "Designing Heated Chucks for Semiconductor Processing Equipment"

Informations diverses sur la conception de mandrins chauffants utilisés dans l'équipement de traitement des semi-conducteurs, 4 p.

Notice d'application AA n°30, "Comparaison of Thin-film and Wire-element Heaters for Transparent Applications"

Avantages et inconvénients de la fabrication d'un réchauffeur transparent à film fin et à élément bobiné, 4 p.

Bulletin HR-1, "Electric Motor Anti-Condensation Heaters"

Réchauffeurs bobinés anticondensation, 2 p.

Bulletin SEMI-1, "Minco Solutions for the Semiconductor Industry"

Produits pour l'industrie des semiconducteurs, 4 p.

Bulletin TF-8, "Chuck Heaters for Semiconductor Processing Equipment"

Note sur les matériaux et conceptions des réchauffeurs et mandrins utilisés dans l'équipement de traitement des semi-conducteurs, 2 p.

Index

AC743	· · · · ·	K-9	HM6800-HM6837 (standard)	· · ·	F-2	S270	· · · · ·	K-11
AC744	· · · · ·	K-9	HR5160-HR5599 (standard)	· · ·	D	S467	· · · · ·	K-11
AC745	· · · · ·	K-9	HR6850-HR6876 (stock)	· · ·	E-2	S468	· · · · ·	K-11
AC746	· · · · ·	K-9	HR6600-HR6691 (standard)			S614	· · · · ·	K-11
AC996	· · · · ·	K-9	Isolants pré-découpés	· · · ·	K-10	S651	· · · · ·	K-11
AC1001	· · · · ·	K-9	Isolations	· · · · ·	A-8	S665	· · · · ·	K-11
AC1009	· · · · ·	K-9	Loi d'Ohm	· · · · ·	A-11	S667	· · · · ·	K-11
Accessoires			Mica			S853	· · · · ·	K-11
Contrôleurs	· · · · ·	K-9	Réchauffeurs	· · · · ·	F	S17624	· · · · ·	K-11
Réchauffeurs	· · · · ·	K-10	Isolation	· · · · ·	A-8	Sommaire	· · · · ·	A-3
Adhésifs			Minco			TC40	· · · · ·	K-11
Ciment RTV n°6	· · · · ·	A-9	Présentation	· · · · ·	A-2	Terminaison	· · · · ·	J-2
Epoxy n°15	· · · · ·	A-9	Installations	· · · · ·	A-2	TH100	· · · · ·	K-10
Film N°17	· · · · ·	A-9	Historique	· · · · ·	A-2	TH200	· · · · ·	K-10
PSA acrylique	· · · · ·	A-9	Montage	· · · · ·	A-9	Thermostats	· · · · ·	G
PSA n°12	· · · · ·	A-9	Multi-zone	· · · · ·	J-2	Tout-Polyimide		
ASI5900-ASI5906 (standard)	· · ·	I-1	Plaque de fixation	· · · · ·	F-3	Isolation	· · · · ·	A-8
Assemblages	· · · · ·	J-4	Polyester			Réchauffeurs	· · · · ·	H
Bandes thermo-rétractables	· ·	A-9	Isolation	· · · · ·	A-8	ULA	· · · · ·	A-8
Caoutchouc de silicone			Isolation qualité optique	· · ·	A-8	WA	· · · · ·	A-8
Réchauffeurs laminaires	· · · ·	C	Réchauffeurs transparents	· · ·	G			
Isolation	· · · · ·	A-8	Polyimide					
Réchauffeurs bobinés	· · · ·	E	Réchauffeur	· · · · ·	B			
Capteurs de température	· · ·	K-11	Isolation	· · · · ·	A-8			
Certifications	· · · · ·	L-4	Profilage	· · · · ·	J-2			
Conception personnalisée	· · · ·	J	PSA (voir Adhésifs)					
CT15	· · · · ·	K-7	PTFE	· · · · ·	A-8			
CT16A	· · · · ·	K-8	Puissance					
CT198	· · · · ·	K-2	Calculer W / loi d'Ohm	· · ·	A-11			
CT198-K2	· · · · ·	K-4	Estimation de la puissance					
CT198-K4	· · · · ·	G-2, K-4	Nécessaire	· · · · ·	J-1			
CT258	· · · · ·	K-4	Réchauffeurs					
CT277	· · · · ·	K-4	Accessoires	· · · · ·	K-10			
CT281	· · · · ·	K-4	Tout-polyimide	· · · · ·	H			
CT288	· · · · ·	K-4	Polyimide	· · · · ·	B			
CT325	· · · · ·	K-5	Mica	· · · · ·	F			
Densité de puissance			Caoutchouc de silicone					
Réchauffeur tout-polyimide	· ·	H-1	(élément gravé)	· · · · ·	C			
Calculs	· · · · ·	A-11	Caoutchouc de silicone					
Tableau	· · · · ·	A-10	(élément bobiné)	· · · · ·	E			
Réchauffeur/capteur	· · · ·	I-1	Thermal-Clear™	· · · · ·	G			
Réchauffeur polyimide	· · · ·	B-1	Réchauffeur/capteur					
Réchauffeur mica	· · · · ·	F-1	Options	· · · · ·	J-3			
Réchauffeur caoutchouc de			Standard	· · · · ·	I			
silicone (gravé)	· · · · ·	C-1	Réchauffeurs Thermofoil™					
Réchauffeur caoutchouc de			Avantages	· · · · ·	A-4			
silicone (bobiné)	· · · · ·	E-1	Applications	· · · · ·	A-5, A-7			
Réchauffeurs transparents	· ·	G-1	Définition	· · · · ·	J			
Densité de résistance	· · · ·	A-8	Conception avec	· · · · ·	J			
FAQ (Questions Fréquentes)	· ·	L-1	Régulateurs de température					
FEP	· · · · ·	A-8	Accessoires	· · · · ·	K-9			
Feuilles de mica	· · · ·	F-3, K-10	Théorie	· · · · ·	K-1			
Feutre céramique	· · · · ·	F3	Heaterstat™ (sans capteur)	· ·	K-2			
Glossaire	· · · · ·	L-2, L-3	Miniature à courant continu					
H6700-H6713 (standard)	· · · ·	G-2	(CT325)	· · · · ·	K-5			
Heaterstat™	· · · · ·	K-2	PID un afficheur (CT15)	· · ·	K-7			
HK5160-HK5188 (stock)	· · · ·	B-2	PID deux afficheurs (CT16A)	· ·	K-8			
HK5160-HK5599 (standard)	· · ·	D	S245	· · · · ·	K-11			
HK913	· · · · ·	B-3	S247	· · · · ·	K-11			

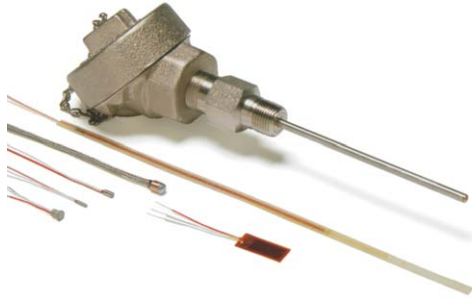
Remarque importante:

Minco se réserve le droit de modifier les spécifications et plans des réchauffeurs sans préavis. Pour avoir la maîtrise du modèle, contacter Minco pour une référence spécifique unique.



Autres produits Minco . . .

Capteurs de température



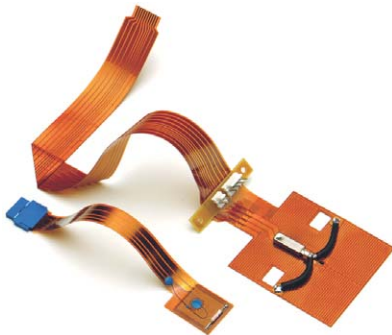
- ◆ Capteurs de température à résistance: platine, cuivre, nickel et nickel-fer
- ◆ Thermocouples: E, J, K et T
- ◆ Capteurs flexibles Thermal-Ribbon™ à réponse rapide
- ◆ Sondes à embout sensitif, sondes haute température, raccords et accessoires pour contrôle de process et industrie
- ◆ Capteurs de température pour domotique (HVAC/R)
- ◆ Sondes miniatures de paliers et sondes de stators pour une détection rapide en cas de surchauffe des machines tournantes
- ◆ Sondes et éléments platine qualité laboratoire

Instrumentation



- ◆ Contrôleurs de température PID et "tout-ou-rien"
- ◆ Transmetteurs Temptran™ 4-20 mA pour automatisation et contrôle de process
- ◆ Indicateurs de température portables ou montés en tableau
- ◆ Alarmes de température programmables multi-canaux

Circuits flexibles



- ◆ Circuits flexibles simple couche, double couche, multi-couches, circuits semi-rigides pour applications médicales et aérospatiales
- ◆ Conformité MIL-P-50884, tous types
- ◆ Construction IPC-6013
- ◆ Flex-Coils™ avec bobine d'antenne intégrée
- ◆ Assemblages flexibles avec composants, connecteurs et picots

www.minco.com

MINCO

ISO 9001: 2000

ventes@minco.com
www.minco.com

Minco S.A.

Usine et Service
Commercial, Z.I.
09310 Aston, France
Tel: +33 (0) 5 61 03 24 01
Fax: +33 (0) 5 61 03 24 09

Minco EC

Hirzenstrasse 2
CH-9244 Niederuzwil
Suisse
Tel: +41 (0) 71 952 79 89
Fax: +41 (0) 71 952 79 90

Minco Products, Inc.

7300 Commerce Lane
Minneapolis, MN 55432
E.U.
Tel: +1 763 571 3121
Fax: +1 763 571 0927