

Régulation de Température de Précision, Répétable et Compacte

Régulateur de Boucles Compact
Haute Performance Mini8™

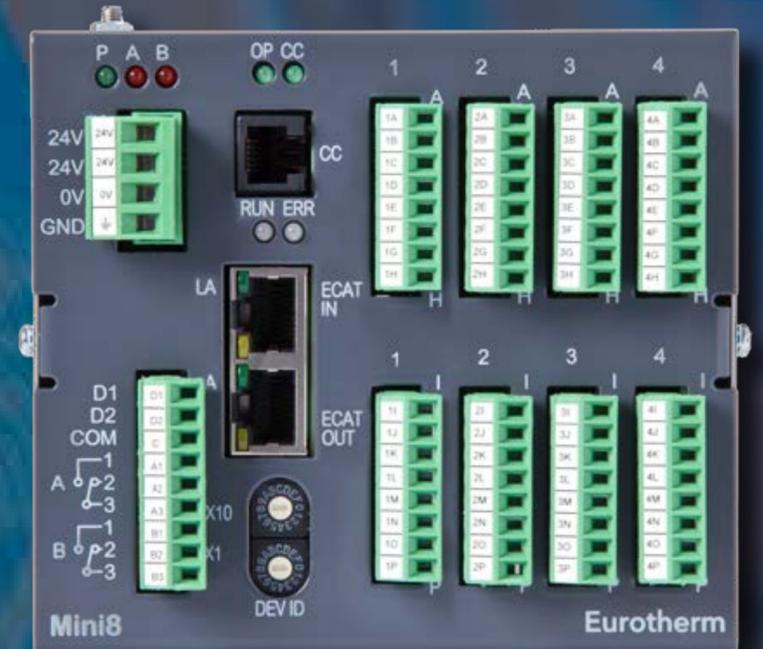


Table des matières

**Compact, adaptable,
efficient**

1

Un rendement constant

2

**Maximisez votre solution
API**

3

**Une acquisition de
données transparente**

4

**Répondre aux besoins
des clients**

5



Notre proposition de valeur

Les connaissances d'Eurotherm en régulation de température et en contrôle de puissance, combinées à une expertise en ingénierie des procédés, permettent le développement continu d'améliorations en matière de mesure et de régulation de température. Elles sont toutes conçues pour aider les fabricants de machines à accroître leur efficacité et leur résilience pour un avenir plus durable.

Le régulateur de boucles Mini8™ offre une régulation précise et une polyvalence avec des outils de configuration clairs et intuitifs. Conçu pour s'intégrer de manière transparente aux automates programmables (API) et à d'autres systèmes de contrôle et de supervision, le régulateur Eurotherm Mini8 offre une solution haute performante compacte à un coût abordable.

Votre partenaire stratégique pour une température précise et un contrôle de puissance aux performances améliorées, afin d'aider à accroître l'efficacité et la résilience vers un avenir durable.

Eurotherm®
by Watlow





Compact, adaptable, efficient

Compact,
adaptable,
efficient

Un rendement
constant

Maximisez votre
solution API

Une acquisition de
données transparente

Répondre aux
besoins des clients



Compact

Le régulateur de boucles Mini8 contient suffisamment d'E/S pour proposer jusqu'à 16 boucles de régulation dans une unité robuste et compacte, permettant une économie d'espace dans l'armoire lorsque cela compte.

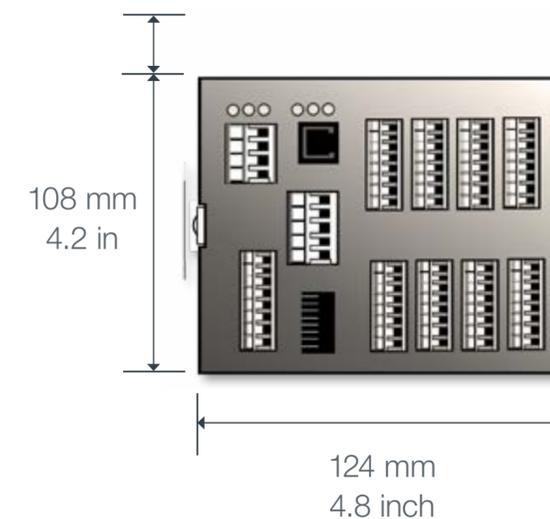
Malgré sa petite taille, il n'y a aucun compromis sur les spécifications, avec une isolation fonctionnelle voie à voie entre les entrées et sorties analogiques et une précision à pleine échelle de 0,1 %.

La conception modulaire permet d'ajouter des E/S selon les besoins, en achetant uniquement ce qui est nécessaire pour une application, tout en permettant des mises à jour par la suite.

Connectez des périphériques d'E/S supplémentaires à l'aide des communications Ethernet si nécessaire, avec jusqu'à 8 boucles déportées possibles à l'aide d'E/S externes en plus des 16 prises en charge par les E/S internes.

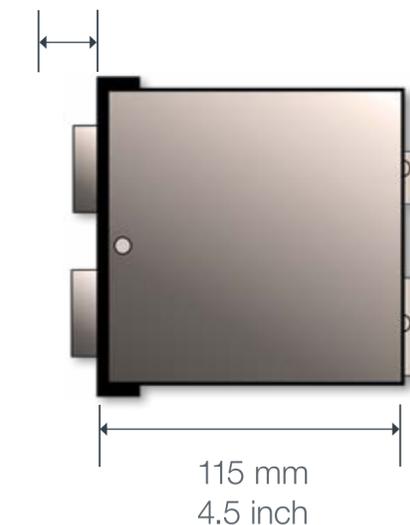
Détails mécaniques

Prévoir un minimum de 25 mm (1 inch) au-dessus et en dessous de chaque appareil.



Prévoyez un minimum de 25 mm (1 inch) pour les borniers et les câbles devant l'appareil.

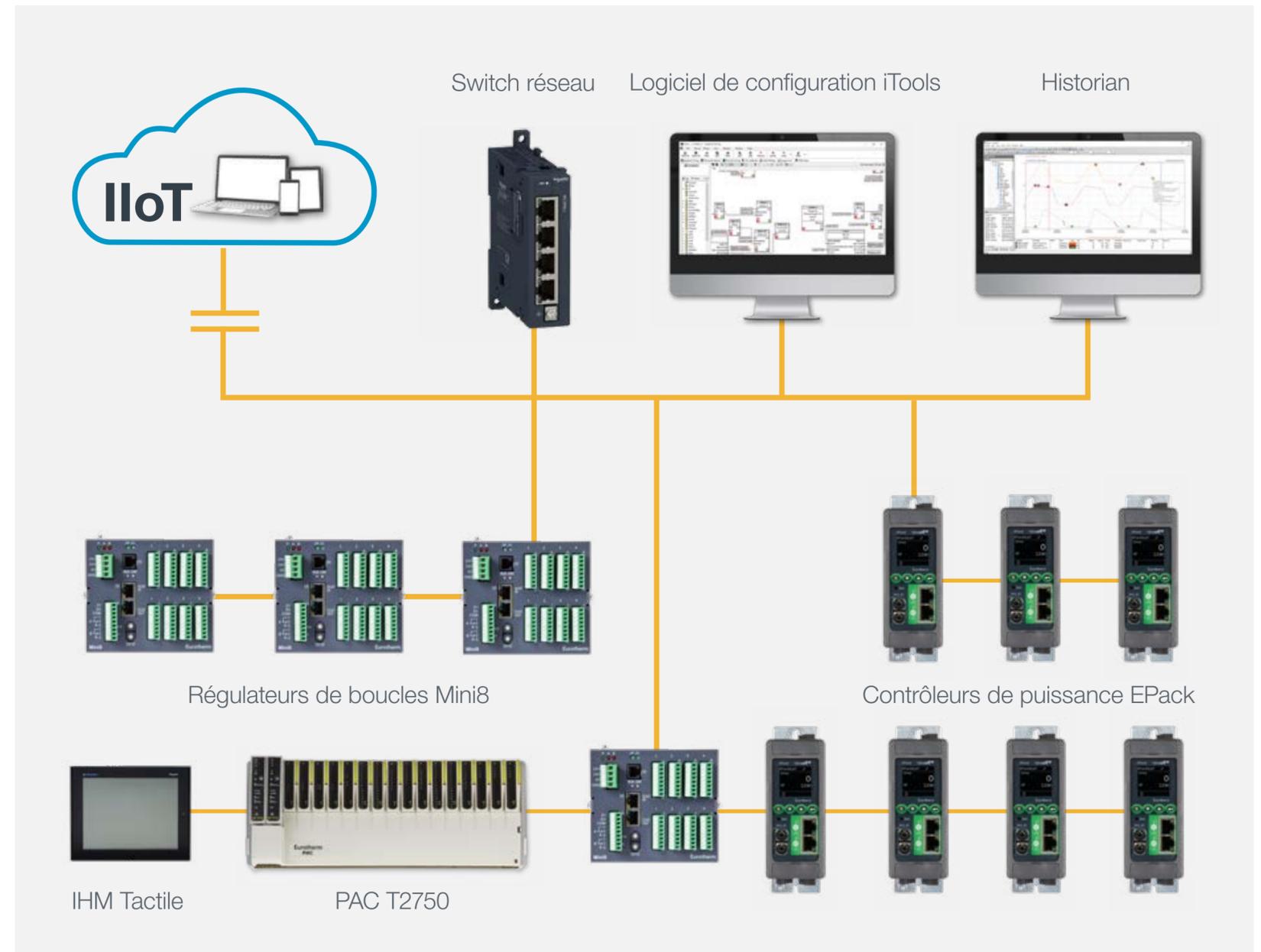
Si le capot de protection utilisé avec les modules ET8 est installé, prévoyez 31 mm (1,22 pouces).



Adaptable

À mesure que la demande évolue, les intégrateurs d'équipements doivent faire preuve de résilience. Le régulateur Mini8 dispose de plusieurs protocoles de communication, dont l'EtherCAT®. Celui-ci, ainsi que d'autres fonctionnalités, contribuent à améliorer l'agilité du marché pour répondre à la demande croissante:

- Une connexion simplifiée aux automates, aux appareils et à l'industrie 4.0 à l'aide des technologies Ethernet fieldbus standard.
- Moins de périphériques d'E/S permettent d'économiser du temps et de l'argent lors de l'installation et du câblage des équipements.
- La conception simplifiée réduit les stocks et les pièces de rechange.
- Un boîtier compact à montage sur rail DIN pour répondre aux demandes actuelles et futures de réduction de l'encombrement des machines.



Efficient

Plus de puissance de processeur

- Permet des méthodes de régulation plus récentes et améliorées, y compris une régulation cascade intégrée utilisant la nouvelle technologie exclusive SuperLoop. Avec plus de boucles, un autoréglage et une meilleure réponse aux perturbations.

Ethernet direct conçu pour la robustesse de la cybersécurité

- Construit selon les meilleures pratiques et les normes de cybersécurité actuelles : CEI62443-4-1.

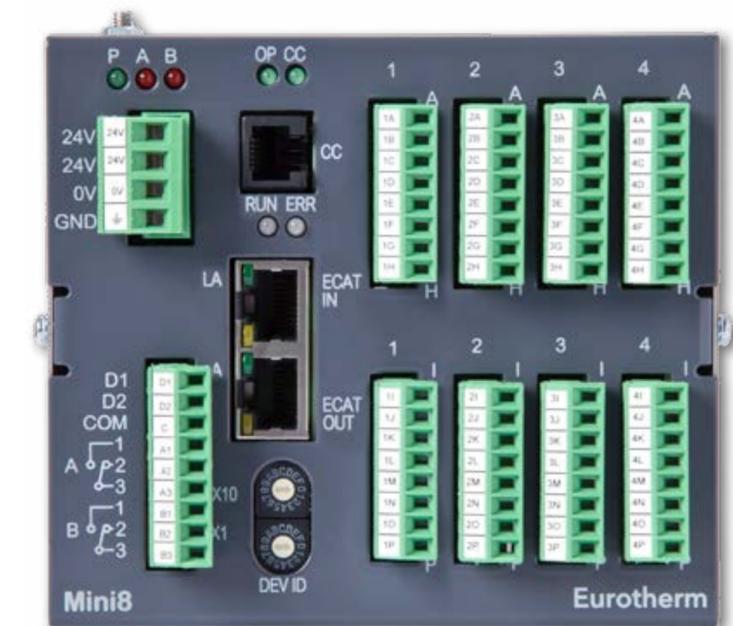
Conception sans pile

- Supprime le besoin de remplacement périodique de la pile et réduit l'impact sur l'environnement.



Améliore le taux d'utilisation de la machine avec une montée plus rapide au point de consigne et des tolérances plus strictes pour les applications exigeantes

- Des tolérances plus strictes pour les procédés exigeants.
- Un algorithme de régulation à réponse rapide est idéal pour les perturbations fréquentes du procédé.
- Des mesures très stables et reproductibles.
- Fonctions de protection contre la surchauffe.
- EtherCAT natif répondant à l'ETG.5003.2060.
- EtherNet/IP testé par ODVA et conforme à CT20
- La fonction cutback minimise les dépassements de température, sans perdre la réactivité du procédé.
- Le PID double (par exemple chauffe/refroidissement) permet un gain différent pour chaque sortie.
- Plusieurs jeux de PID permettent des performances optimales à différents points de consigne et avec des charges variables.
- La fonction « feedforward » fournit une compensation prédictive pour les boucles interactives.
- Une régulation cascade intégrée pour une régulation de haute précision de la charge de l'élément chauffant et une compensation des retards du procédé.
- Un niveau élevé de rejet du bruit et une compensation de soudure froide à action exceptionnellement rapide.



Régulateur de boucles Mini8

Régulateur de boucles Mini8 pour une régulation de température compacte et précise EtherCAT – réponse rapide et connectivité commune.

EtherNet/IP

EtherCAT[®]
Conformance tested



Un rendement constant

Compact,
adaptable,
efficient

Un rendement
constant

Maximisez votre
solution API

Une acquisition de
données transparente

Répondre aux
besoins des clients



Une régulation de température de précision supérieure

- Mesures stables, reproductibles et à haute précision.
- Linéarisation précise pour les thermocouples, RTD et autres capteurs.
- Rejet élevé du bruit et compensation CJ à action rapide.
- Réduction du bruit diminuant l'oscillation de régulation.

Nos clients recherchent l'excellence avec une régulation industrielle précise permettant de maintenir une cadence élevée et un rendement optimal. La capacité de mesurer avec précision de petites variations du signal, sans bruit, facilite la stabilité et la répétabilité de la régulation, permettant un temps maximum au point de consigne de travail et aidant à minimiser les non-atteintes ou les dépassements.

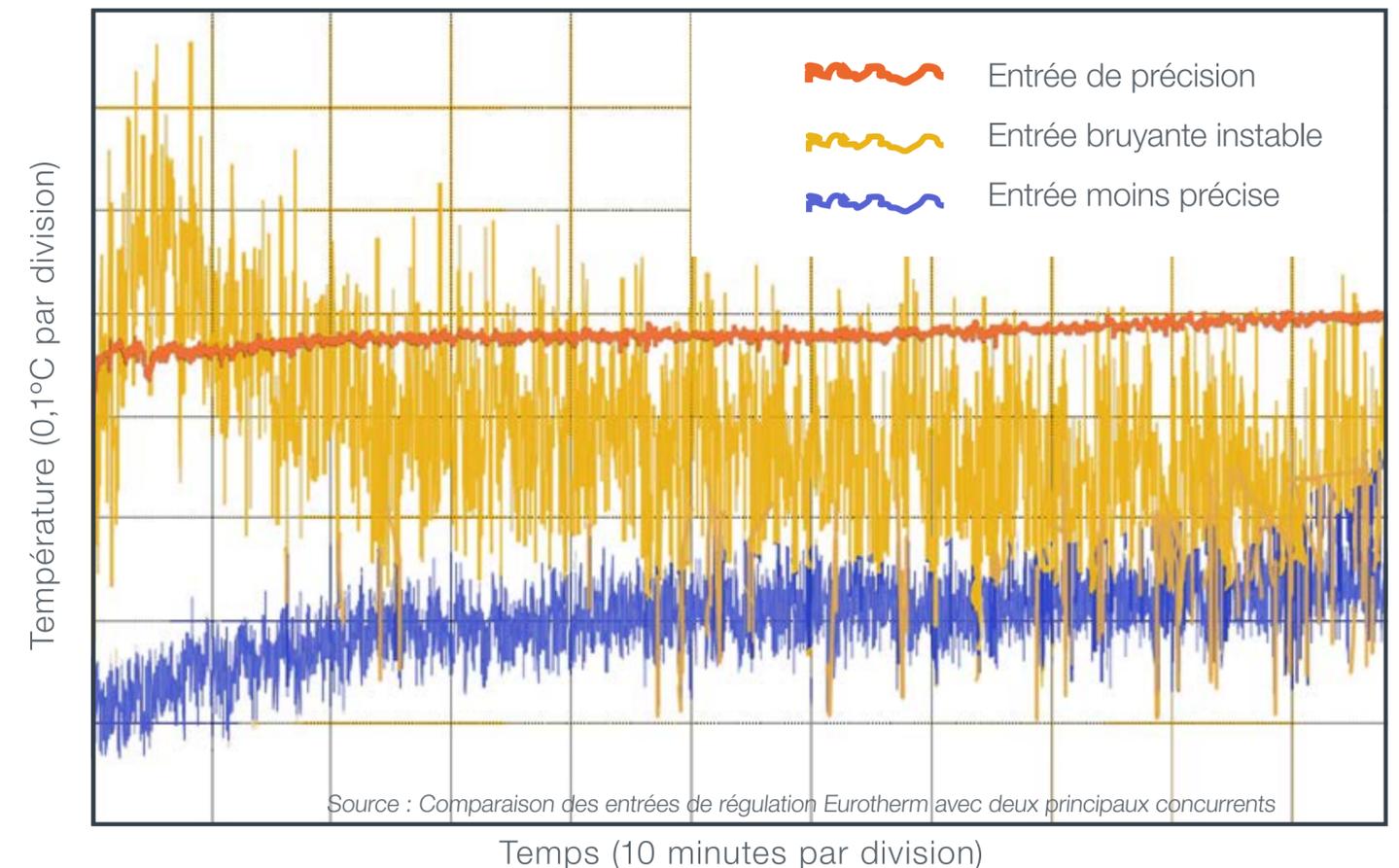
Par exemple, le régulateur de boucles Mini8 offre une précision totale de lecture supérieure à $\pm 1^\circ\text{C} \pm 0,1\%$ avec un taux de réjection CJC supérieur à 30:1 pour les cartes d'entrée thermocouple standard à 4 et 8 voies

(TC4/TC8), et $\pm 0,25^\circ\text{C} \pm 0,05\%$ de précision totale de lecture avec un rapport supérieur à 100:1 pour les cartes d'entrée améliorées à 8 voies (ET8), répondant facilement aux exigences strictes de précision de l'AMS2750 et du CQI-9.

Les entrées universelles prennent en charge tous les capteurs de procédés couramment utilisés avec une linéarisation précise pour les thermocouples, les RTD et autres capteurs.

Un meilleur taux de réjection du bruit diminue les oscillations et la dérive de régulation.

Capacité à détecter de petits changements



Une réponse rapide aux perturbations du procédé permet d'optimiser la cadence de production

Régulateur type



Régulateur de boucles Eurotherm Mini8



Compact,
adaptable,
efficient

Un rendement
constant

Maximisez votre
solution API

Une acquisition de
données transparente

Répondre aux
besoins des clients



Présentation des blocs de régulation PID Eurotherm SuperLoop

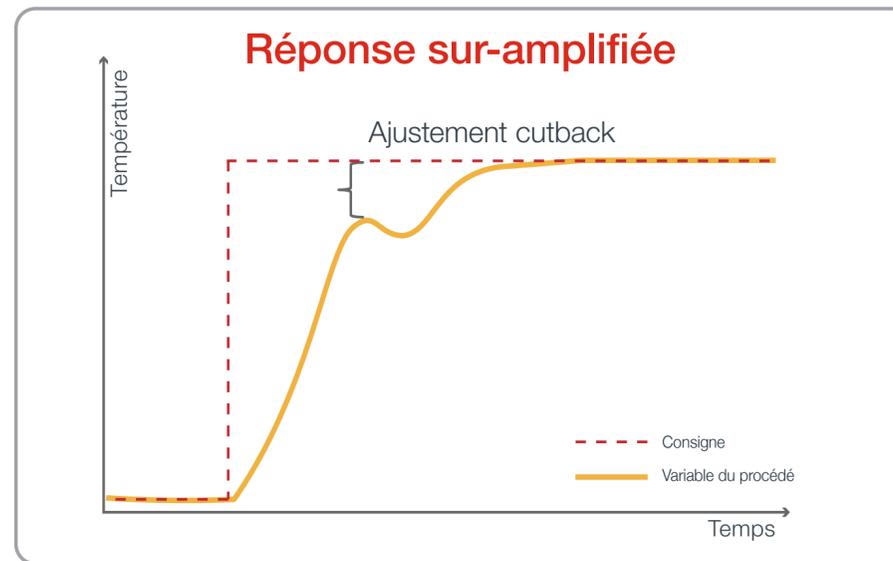
La technologie SuperLoop fournit une interface simple et cohérente avec les fonctions PID améliorées d'Eurotherm.

- Encapsulation des modes de régulation simple et cascade dans un seul bloc fonction, avec autoréglage.
- En mode monoboucle, le SuperLoop offre des performances de régulation PID de pointe, avec une inhibition des non-atteintes ou des dépassements et un autoréglage complet.
- Chaque SuperLoop peut être utilisée en mode cascade avec autoréglage, lors de l'achat de l'option. L'utilisation de la cascade peut simplifier les applications où il y a des retards ou des perturbations.
- Possibilité d'ajouter 8 blocs SuperLoop supplémentaires avec prise en charge matérielle d'E/S externes via Ethernet (Modbus[®] TCP/IP[™], EtherNet/IP[™]) or EtherCAT[®]

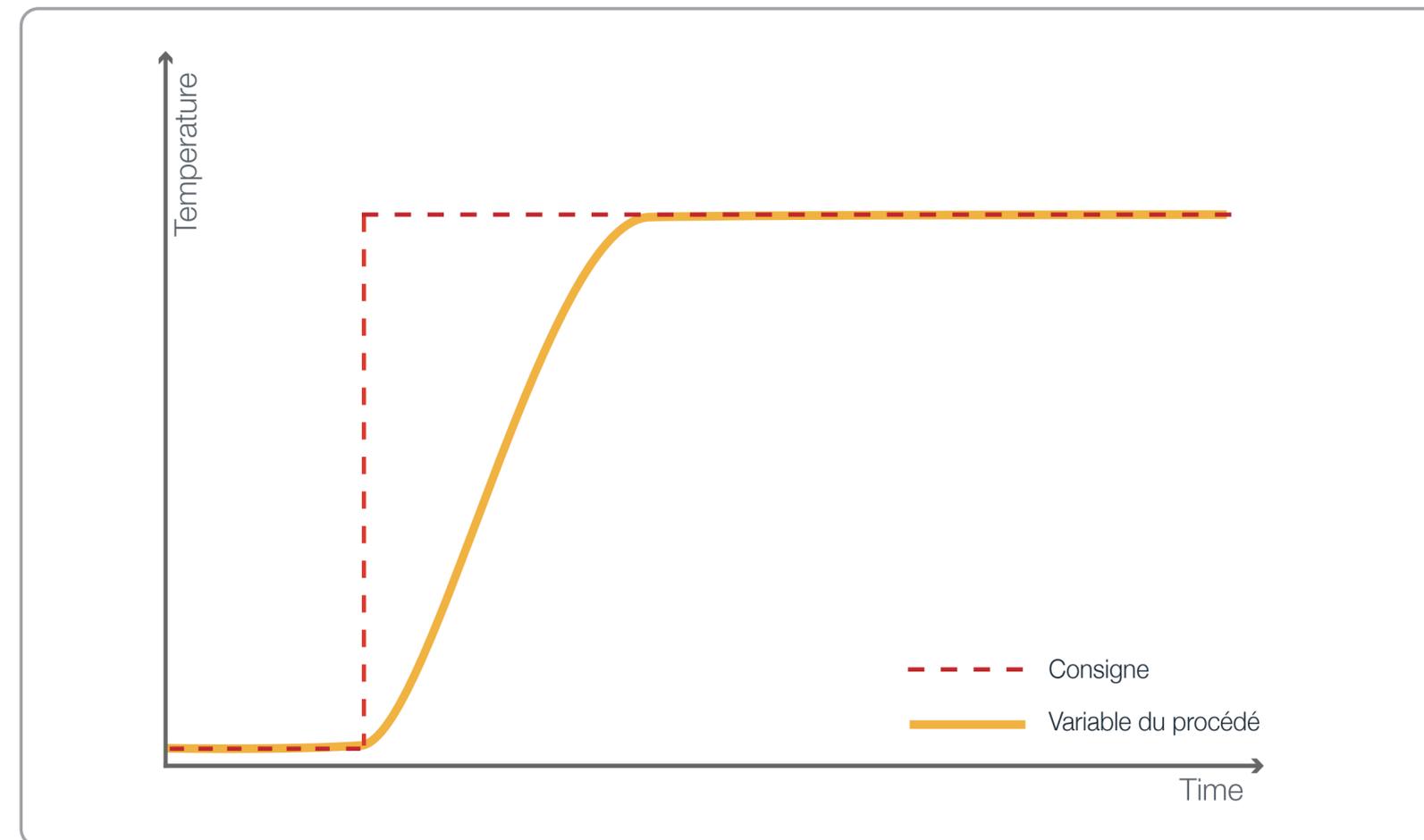
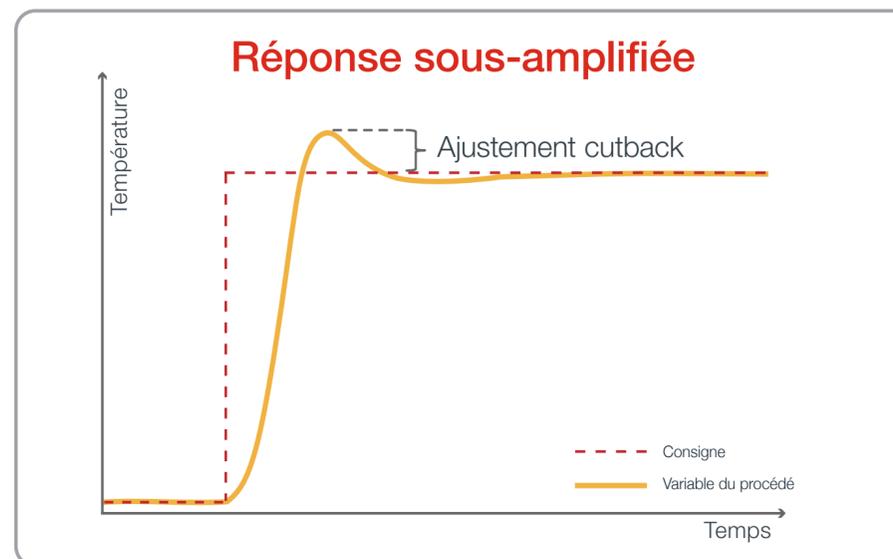
SuperLoop1	
Single (0)	☑
PID (2)	☑
Off (0)	☑
Main.AutoManual	Main.Mode
Main.PV	Main.WorkingSP
Setpoint.SPSelect	Output.Ch1Output
Setpoint.SP1	
Setpoint SP2	
Setpoint PSPSelect	
Setpoint PSP	
2	☑

24 blocs SuperLoop - 16 utilisant des cartes d'E/S Mini8 plus 8 utilisant les communications.

La technologie SuperLoop optimise le temps d'obtention de la température de fonctionnement



La technologie SuperLoop permet une montée rapide jusqu'au point de consigne avec un minimum d'oscillations et de dépassements. Cela réduit le temps pendant lequel le processus ne fonctionne pas à la température optimale, augmentant ainsi l'utilisation de fours coûteux en atteignant la température de travail le plus rapidement possible.





Maximisez votre API

Compact,
adaptable,
efficient

Un rendement
constant

Maximisez votre
solution API

Une acquisition de
données transparente

Répondre aux
besoins des clients



Améliorez votre solution API avec les fonctionnalités PID Eurotherm

Le régulateur de boucles Mini8 est le partenaire idéal pour un automate dans les applications PID multi-boucles, telles que l'extrusion plastique et les fours multizones. En déléguant le contrôle de boucles au régulateur Mini8, l'API peut se concentrer sur un contrôle logique rapide et efficace sans avoir à exécuter des algorithmes de régulation complexes.

Le régulateur Mini8 est une alternative très efficace à la mise en œuvre de boucles de régulation dans un automate. Offrant non seulement de meilleures performances de régulation et une configuration facile, il offre également les mêmes fonctionnalités de réponse déterministe et d'auto-régulation que les régulateurs Eurotherm à montage sur panneau. L'approche ouverte d'Eurotherm en matière de communication, prenant en charge les protocoles série, Fieldbus et Ethernet, facilite l'interface avec des clients intelligents tels que les automates.

- Réduit le matériel API.
- Une mise en place facile et rapide.
- Améliore les performances de régulation.
- Minimise le matériel de conditionnement de signaux.
- Jusqu'à 24 boucles de régulation PID.
- Configurations flexibles et standard.
- Échantillonnage de la valeur du procédé de 110 ms.
- Fonctions mathématiques et logiques.
- Alarmes du procédé.
- Détection de défaillance de chauffe.
- Aide à protéger les connaissances et la propriété intellectuelle des OEM avec le « verrouillage de configuration ».

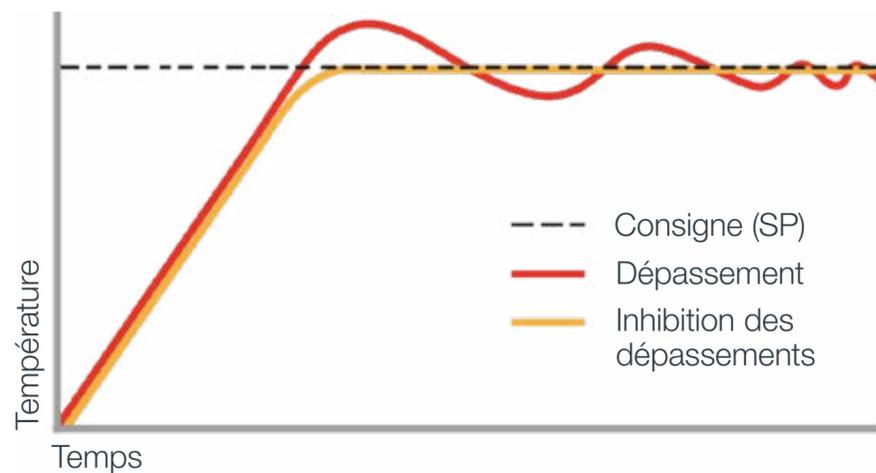


L'auto-réglage et les algorithmes avancés améliorent l'efficacité et la répétabilité

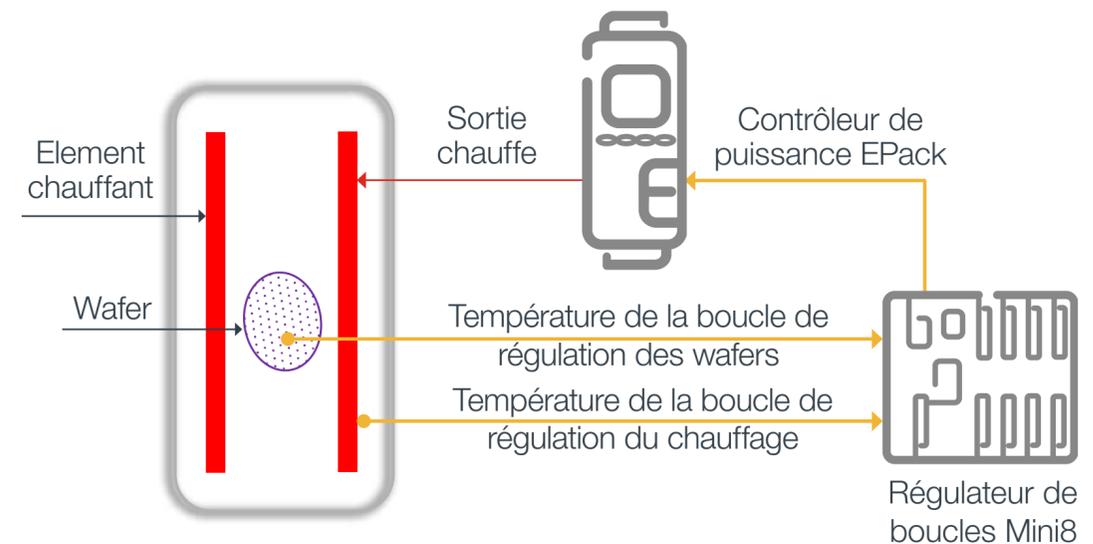
La régulation PID de précision intègre des algorithmes pour contrôler étroitement la température, de sorte que les points de consigne soient atteints avec un dépassement minimal pendant que les rampes et que la variable du procédé se stabilisent plus rapidement. Lorsque les températures de fonctionnement sont en dehors du point de consigne souhaité, il en résulte une perte de temps et d'énergie, des défauts dus à un matériau sous-chauffé ou sur-chauffé et éventuellement des rebuts de produit. Dans les produits Eurotherm, l'algorithme de réduction permet d'éviter les dépassements.

Eurotherm a passé plus de 50 ans à perfectionner ce type d'algorithmes, ainsi que des fonctionnalités avancées d'auto-réglage qui définissent automatiquement les paramètres souhaités dans les boucles de régulation PID en fonction de l'application. En s'occupant de cette tâche souvent manuelle, on obtient une efficacité et une répétabilité automatiques, même par rapport aux stratégies de régulation basées sur des modèles plus sophistiquées, qui ne sont pas en mesure de compenser un procédé mal réglé.

L'algorithme de réduction Eurotherm aide à éviter les dépassements



Idéal dans les applications de procédé de diffusion et de photolithographie



Des capacités de personnalisation conçues par des ingénieurs pour des ingénieurs

Un logiciel flexible et économique

- Adaptable aux demandes changeantes des clients.
- Mises à jour digitales évolutives des fonctionnalités.

Améliorez et protégez votre marque

- L'option « verrouillage de la configuration » aide à protéger les connaissances OEM et la propriété intellectuelle (IP).
- Etiquette personnalisée.

Configuration personnalisable Téléchargement du fichier clone :

- Pré-configuré en usine pour une utilisation immédiate.

Linéarisation personnalisée :

- Flexibilité pour prendre en charge des types de capteurs moins courants.

Firmware fixe :

- Prise en charge de l'exigence d'une copie exacte.



Robuste, facile à installer et à entretenir

Le temps d'ingénierie peut être considérablement réduit et le temps de disponibilité optimisé en choisissant des appareils qui prennent en charge la résilience opérationnelle dès la conception avec des méthodes de configuration faciles à utiliser. Les produits de régulation Eurotherm sont livrés pré-configurés à la commande, avec code de démarrage rapide et le logiciel de configuration iTools gratuit pour une configuration facile de la régulation à l'aide d'une programmation de type bloc fonction et d'un éditeur de câblage graphique.

Produits résilients

- L'installation en panneaux et une intégration facile et rapide dans des systèmes plus larges réduisent les coûts d'équipement pour les OEM et leurs clients.
- Un algorithme de régulation leader sur le marché pour une température précise et reproductible.
- Blocs fonctions pour une configuration simplifiée des boucles PID et des recettes.

Intégration simplifiée

- Plusieurs protocoles, y compris les appareils compatibles EtherCAT pour une intégration simplifiée dans l'architecture de la machine.
- De nombreux produits concurrents ne peuvent pas être configurés sans licence, mais le logiciel de configuration propriétaire iTools est téléchargeable gratuitement avec les produits Eurotherm.
- Les produits conçus pour se conformer aux normes internationales contribuent à simplifier les chaînes d'approvisionnement mondiales.

Entretien plus rapide

- Support d'experts si nécessaire.
- Support étendu en dehors des heures normales de bureau par des experts techniques.
- Diagnostic avec accès à distance.
- Expédition rapide pour les problèmes de délais.
- Assistance basée sur le Web.
- Contrat de services (SLA).
- Expertise en boucles PID et en régulation de procédés pour aider à diagnostiquer les défis complexes en matière de régulation de température.

Une acquisition de données transparente

Compact,
adaptable,
efficient

Un rendement
constant

Maximisez votre
solution API

Une acquisition de
données transparente

Répondre aux
besoins des clients

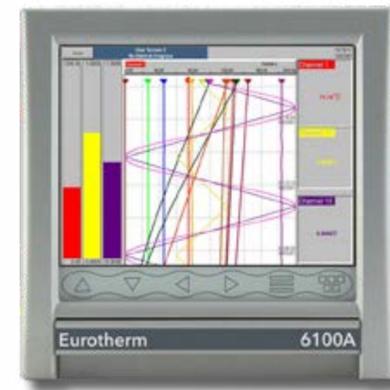


Le régulateur Mini8 peut se connecter à un enregistreur Série 6000 dans un système de contrôle

Le régulateur Mini8 peut être installé comme composant de régulation ou d'acquisition de données dans des installations plus grandes, fournissant jusqu'à 32 voies d'entrée par unité. Eurotherm peut fournir des solutions allant du « simple » SCADA utilisant Eurotherm iTools à des applications plus exigeantes utilisant les solutions de gestion des opérations et les plateformes systèmes SCADA, MES et IIoT. La nature ouverte des communications du régulateur de boucles Mini8 facilite la communication avec des équipements tiers.

Fonctionnalités puissantes de l'enregistreur Série 6000

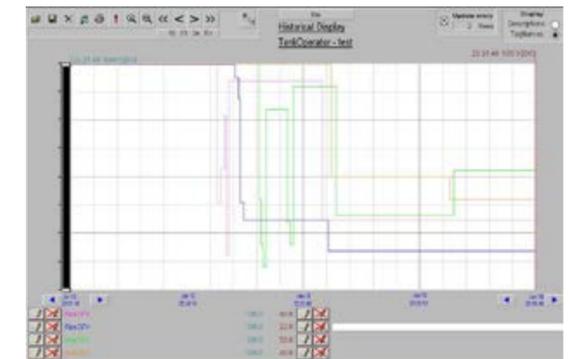
- Communications client/serveur Modbus.
- Connectivité Ethernet et série.
- Écrans définis par l'utilisateur.
- Accès à distance.
- Traçabilité.
- Enregistrement de données inviolable à partir d'autres appareils.
- IHM centralisée.
- Affichage et modification des paramètres de la boucle de régulation dans le régulateur Mini8.



Enregistreurs graphiques
Série 6000



Régulateur de boucles
Mini8



Logiciel de visualisation
EurothermSuite™



Répondre aux besoins des clients

Compact,
adaptable,
efficient

Un rendement
constant

Maximisez votre
solution API

Une acquisition de
données transparente

Répondre aux
besoins des clients



Etude de cas : Traitement PECVD haute qualité

Au cours du procédé PECVD (Plasma-Enhanced Chemical Vapor Deposition), il est essentiel, pour une qualité élevée et un débit maximal, que toutes les zones de régulation soient maintenues dans des limites strictes du procédé, créant ainsi un profil de température uniforme à l'intérieur du four.



Défi client

En règle générale, un four PECVD comporte plusieurs zones de régulation, qui présentent toutes des retards de procédé importants, ce qui rend la régulation de température difficile. De plus, il n'est pas possible pendant la production de mesurer la température réelle de surface du wafer et le procédé est souvent affecté par des perturbations telles que les cycles de pression et l'admission de gaz dans la chambre. L'enjeu est donc d'optimiser les temps de production en contribuant à assurer l'uniformité entre toutes les zones et en récupérant le plus rapidement possible des perturbations du procédé.

Solution client

- Régulation cascade multizone compensant les retards du procédé.
- Blocs de linéarisation personnalisés pour la caractérisation du profil des thermocouples.
- Algorithme de bloc mathématique personnalisé pour aider à optimiser l'uniformité de la température.
- Communications EtherCAT vers le système hôte PC/API.

Bénéfices client

- Qualité améliorée grâce à une régulation précise de la température du wafer et à un profil de température uniforme dans toutes les zones.
- Réponse rapide aux perturbations du procédé pour aider à maximiser le débit de production.
- S'intègre facilement au système de régulation PECVD.

Etude de cas : La cohérence est essentielle dans la fabrication de joints verre-métal

Un joint hermétique par compression est produit lorsque le taux de dilatation thermique du matériau du boîtier métallique est beaucoup plus élevé que celui du verre. Lors de la solidification du joint au cours du procédé de fabrication, le boîtier se contracte autour du verre, appliquant une contrainte de compression souhaitable sur la perle de verre. La consistance du verre produit dépend de la précision de la régulation de température. La résistance du joint verre-métal est renforcée mécaniquement et chimiquement, créant ainsi une pièce plus solide et plus durable.



Défi client

Ce client a fait appel à l'expertise d'Eurotherm car il rencontrait des problèmes avec la fabrication de ses joints à compression verre-métal.

Ils avaient besoin d'une régulation précise de la température pour améliorer la qualité, la cohérence et la répétabilité des produits.

Solution client

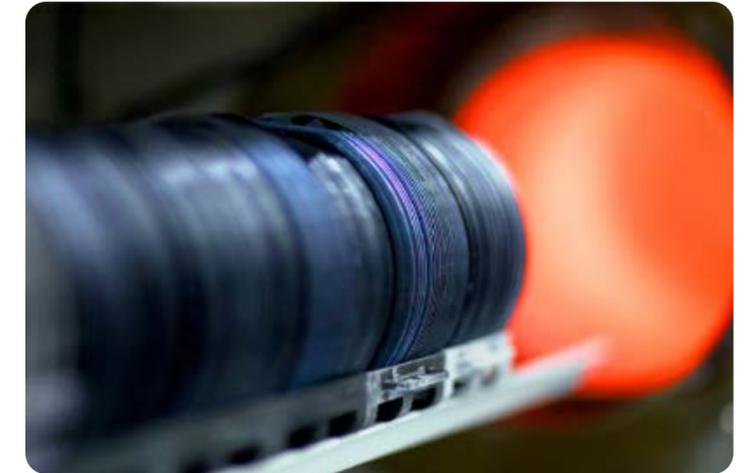
- Régulation cascade multizone compensant les retards du procédé.
- Algorithme de bloc mathématique personnalisé pour aider à optimiser l'uniformité de la température.
- Acquisition de données Série 6000 conçue pour répondre aux exigences industrielles en matière d'intégrité des données :
 - Capacité d'enregistrement extensible.
 - Les données peuvent être cryptées lors de la transmission vers des serveurs de sauvegarde.

Bénéfices client

- Régulation très précise de la température des fours multizones de l'entreprise.
- Le régulateur Mini8 permet d'assurer un fonctionnement très stable, de réduire le gaspillage et d'optimiser la production.
- Les enregistreurs de données Série 6000 sont économiques, autonomes et approuvés aussi bien par les clients que par les auditeurs.

Une régulation avec limitation de tête aide à réduire les dépassements lors d'une étape critique du procédé

La gestion d'une régulation stricte de la température dans toutes les zones est essentielle lors de la fabrication photovoltaïque pour la production de wafers, afin de conserver l'uniformité et la qualité. Les performances de la régulation de température peuvent être affectées par de nombreux facteurs tels que la haute isolation thermique des tubes de fabrication photovoltaïque. Le défi consiste à gérer une réponse échelonnée rapide du point de consigne, tout en minimisant les dépassements.



Comment la limitation de tête fonctionne comme solution

La limitation de tête est une stratégie visant à réduire les dépassements dans la régulation cascade qui peut être utilisée si une amélioration supplémentaire des performances est requise après le réglage du PID. Elle est idéale dans les applications qui nécessitent une régulation stricte et une réponse rapide aux changements progressifs du point de consigne. Elle contrôle la puissance injectée dans le procédé pendant une phase transitoire (par exemple, un changement progressif du point de consigne primaire) en limitant le pic sur le point de consigne secondaire dans une boucle en cascade.

La limitation de tête ne nécessite qu'un seul paramètre à régler, puis s'adapte automatiquement à tout point opérationnel. Cela améliore la cascade pleine échelle où les unités de régulation de boucle primaire et secondaire sont les mêmes, par exemple la température de la charge et la température des éléments chauffants.

Les avantages d'une régulation avec limitation de tête

Elle est idéale pour la diffusion et la photolithographie dans les procédés de fabrication photovoltaïques où l'isolation thermique et la tendance au dépassement sont très élevées. La régulation optimale en cascade gère simultanément le profil des tubes et les températures de l'élément chauffant. La limitation de tête améliore les fonctionnalités de régulation cascade en augmentant la fiabilité, la disponibilité et l'efficacité du procédé dans le CMP, le banc humide et l'implant, ainsi que l'élément de régulation de la température des étapes du procédé PVD et CVD.

La détection des défaillances de chauffe minimise le risque d'interruption

Utilisant un algorithme de cyclage unique et un module d'entrée de transformateur de courant, le régulateur Mini8 peut analyser automatiquement les éléments chauffants électriques connectés à ses sorties relais ou logiques et indiquer une défaillance partielle de chauffe. Les relevés de courant de chauffe sont également disponibles dans le régulateur pour calculer la puissance délivrée à la charge et mettre ces informations à la disposition d'un système de supervision. La détection de défaillance de chauffe est compatible avec les installations de charge monophasées ou triphasées.

Un procédé de régulation de four type comprend 16 charges de chauffe câblées en parallèle pour produire à la fois la vitesse de chauffe requise et la température maximale. Un problème récurrent est celui où un ou plusieurs éléments chauffants tombent en panne, cela n'est remarqué que lorsque le procédé est en cours. Généralement, cela se traduit par un four hors service jusqu'à ce que l'élément chauffant défectueux soit remplacé.

Solution

Le régulateur Mini8 peut détecter trois modes de défaillance de l'un des 16 éléments chauffants, qui peuvent ensuite être réparés avant tout démarrage.

Défaillance du contacteur statique (SSR)

Si un courant est détecté circulant à travers un élément chauffant lorsque le régulateur demande son arrêt, cela indique généralement qu'un contacteur statique présente un court-circuit. Si le courant n'est pas détecté lorsque le régulateur demande la mise en marche de la chauffe, cela indique

généralement que le contacteur est en circuit ouvert.

Détection partielle de charge (PLF)

Si moins de courant est détecté circulant à travers un élément chauffant que le seuil PLF, qui a été défini pour cette voie, cela indique généralement que l'élément chauffant peut avoir un défaut. Dans les applications qui utilisent plusieurs éléments chauffants en parallèle, cela peut indiquer qu'un ou plusieurs éléments peuvent être en circuit ouvert.

Surintensité de courant (OCF)

Si plus de courant est détecté circulant à travers un élément chauffant que le seuil OCF, cela indique qu'il a un problème.



Dans les applications qui utilisent plusieurs éléments chauffants en parallèle, cela indique qu'un ou plusieurs éléments ont une valeur de résistance inférieure à celle attendue.

Avantages de la détection précoce des défaillances de chauffe

La détection précoce parmi plusieurs éléments chauffants constitue un avantage significatif afin de mieux gérer la maintenance avant le début d'une production. Cela peut entraîner :

- Une minimisation des temps d'arrêt.
- Moins de rebuts et de refabrication.
- Un rendement de production et une



Pour en savoir plus sur le régulateur de boucle Mini8,
rendez-vous sur: watlow.com/mini8



Eurotherm

6 chemin des Joncs, CS20214
69574 Dardilly cedex
France
T. +33 (0)4 78 66 45 00

eurotherm.com

Contactez votre représentant
commercial local



Document number HA033740FRA issue 3

Watlow, W & Design (W in Diamond) , ADAPTIVE THERMAL SYSTEMS, ASPYRE, ASSURANT, ATS and Design (Signaling Pulse), COMPOSER, Chessell, DIN-A-MITE, Eurotherm, EurothermSuite, EFit, EPack, EPower, Eycon, ECO-HEAT, EHG, E-SAFE, EXACTSENSE, EXSTREAM, EZ-ZONE, EZ-LINK, F4T, FIREBAR, FIREROD, FLUENT, FREEFLEX, HELIMAX, HYDROSAFE, MINICHEF, MULTICELL, Mini8, nanodac, OPTIMAX, piccolo, PM LEGACY, PM PLUS, POWERED BY POSSIBILITY, POWERGLIDE, POWERSAFE, RAYMAX, SELECT, SERVICE, SERIES EHG, STREAMLINE, STRETCH-TO-LENGTH, SURETEMP, TRU-TUNE, ULTRAMIC, versadac, VISUAL DESIGNER, WATCONNECT, Watlow.com, XACTPAK, are all trademarks and property of Watlow Electric Manufacturing Company, its subsidiaries and affiliated companies.

All other trademarks are the property of their respective owners.

©2025 Watlow Electric Manufacturing Company. All rights reserved.

