

Furnace Tracker[®]

MANUALE UTENTE DI
SISTEMA GENERALE

per l'uso con

insight
software

Revisione I



A Fluke Company

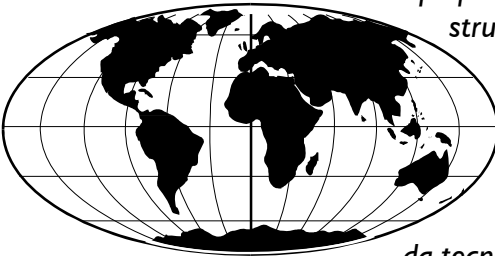
Furnace Tracker[®]

Manuale utente di sistema generale

per l'uso con

insight
software

Revisione I



Datapaq è il primo produttore al mondo di strumentazione per il monitoraggio della temperatura dei processi. La società mantiene il suo primato grazie al continuo sviluppo dei propri sistemi Tracker, caratterizzati da tecnologie avanzate e facilità d'uso.

Europe & Asia

Datapaq Ltd.,
Lothbury House, Cambridge
Technopark, Newmarket Road,
Cambridge CB5 8PB, UK
Tel. +44-(0)1223-652400
Fax +44-(0)1223-652401
E-mail sales@datapaq.co.uk
www.datapaq.com

North & South America

Datapaq, Inc.,
3 Corporate Park Dr., Unit 1,
Derry,
NH 03038, USA
Tel. +1-603-537-2680
Fax +1-603-537-2685
E-mail sales@datapaq.com
www.datapaq.com

© Datapaq Ltd., Cambridge, Regno Unito 2004

Tutti i diritti riservati

Datapaq Ltd. si astiene da qualunque asserzione o garanzia di qualsiasi genere in merito al contenuto della presente pubblicazione e disconosce specificamente qualsivoglia garanzia implicita di commerciabilità e idoneità per scopi particolari. Datapaq Ltd. non si assume alcuna responsabilità per eventuali errori contenuti nella presente pubblicazione o per qualsiasi danno accidentale o consequenziale in relazione alla fornitura, alle prestazioni o all'utilizzo del software Datapaq, dell'hardware associato o del presente manuale.

Datapaq Ltd. si riserva il diritto alla revisione periodica della presente pubblicazione e alla modifica del suo contenuto senza obbligo di notifica ad alcuna persona di tali revisioni o modifiche.

Datapaq e il logo Datapaq e Furnace Tracker sono marchi registrati di Datapaq. Microsoft e Windows sono marchi registrati di Microsoft Corporation.

I manuali utente sono disponibili in altre lingue. Per maggiori informazioni, contattare Datapaq.

AVVERTENZE SULLA SICUREZZA

Per un utilizzo sicuro delle apparecchiature Datapaq, rispettare sempre le seguenti avvertenze:

- Seguire attentamente le istruzioni fornite.
- Osservare gli eventuali segnali di avvertimento presenti sull'apparecchiatura stessa.



Indica un **pericolo potenziale**.

Sulle apparecchiature Datapaq questo indica normalmente una temperatura elevata, ma occorre comunque consultare il manuale per ulteriori spiegazioni.



Avverte della presenza di **temperature elevate**.

Dove appare questo simbolo sulle apparecchiature Datapaq, la superficie dell'apparecchiatura può essere eccessivamente calda (o eccessivamente fredda) e può pertanto causare ustioni.

SOMMARIO

Introduzione 7

Barriere e dissipatori di calore 9

Selezione della barriera termica 9

Modifica del processo 14

Cura e manutenzione 15

Sonde a termocoppia 19

Termocoppie supportate dai sistemi Datapaq 20

Specifiche tecniche delle termocoppie 20

Isolante termocoppie 20

Sonde a termocoppia per trattamento termico di vetro e metallo
21

Sonde tipo K con isolante minerale 22

Sonde tipo K con isolante in fibra di ceramica o Nextel™ 23

Cura e manutenzione 24

Servizio Assistenza Datapaq 24

Esecuzione di un profilo di temperatura 25

Impostazione del sistema 25

Selezione, posizionamento, collegamento e prova delle sonde 26

Installazione del registratore nella barriera termica 29

Il forno 31

Inserimento del sistema nel forno 32

Recupero del sistema 35

Smontaggio del sistema 35

Scaricamento dei dati 36

Diagnostica 37

Controllo delle sonde a termocoppia 37

INDICE ANALITICO 39

Introduzione

Questo manuale contiene informazioni sull'uso e la manutenzione dei sistemi di barriera termica Furnace Tracker®. I vari capitoli, che si succedono in ordine logico, illustrano il sistema Furnace Tracker e la sequenza delle operazioni di impostazione ed esecuzione di un ciclo di rilevazione del profilo di temperatura. Sono incluse informazioni sull'uso e la manutenzione delle sonde a termocoppia.

Per una guida sull'impostazione del registratore, fare riferimento all'apposito manuale fornito. Per informazione sull'utilizzo del Software Insight™, fare riferimento alla Guida in linea, disponibile dopo l'installazione.

Il manuale contiene le seguenti sezioni:

Barriere e dissipatori di calore: sono descritte le barriere termiche e i dissipatori di calore del sistema, con l'elenco delle relative specifiche tecniche. Sono anche illustrate le procedure di cura e manutenzione.

Sonde a termocoppia: è descritta la gamma di sonde a termocoppia Datapaq. Sono anche illustrate le procedure di cura e manutenzione.

Esecuzione di un profilo di temperatura: tutte le fasi della creazione di un profilo, compreso il posizionamento delle sonde.

Recupero del sistema: rimozione del sistema dal forno, scaricamento dei dati e completamento della documentazione.

Diagnostica: come diagnosticare i problemi più comuni.

Barriere e dissipatori di calore

La **barriera termica** fornisce al registratore la protezione termica e meccanica necessaria per resistere nell'ambiente ostile di un forno industriale.

Un isolante microporoso ricoperto di tessuto in fibra di mullite fornisce la protezione termica principale. I **dissipatori di calore** – contenitori in acciaio inossidabile riempiti di materiale a cambiamento di fase non tossico e non infiammabile – forniscono una protezione secondaria aggiuntiva quando il sistema deve operare a temperature elevate per periodi prolungati. Il materiale a cambiamento di fase assorbe il calore e mantiene una temperatura di 58° C finché tutto il materiale non passa dallo stato solido a quello liquido.

I dissipatori di calore dispongono di un'etichetta sensibile alla temperatura, che fornisce un'indicazione della temperatura massima raggiunta dal registratore dati e un avviso nel caso in cui tale temperatura abbia superato i 77° C. Non trascurare tale avviso! Fare riferimento alla sezione Cura e manutenzione a pagina 15 per ulteriori informazioni.

Il materiale isolante microporoso assorbe umidità se conservato in ambiente umido. Sebbene ciò non causi danni alla barriera termica, si avrà uno scadimento delle prestazioni finché l'umidità persiste.

Selezione della barriera termica

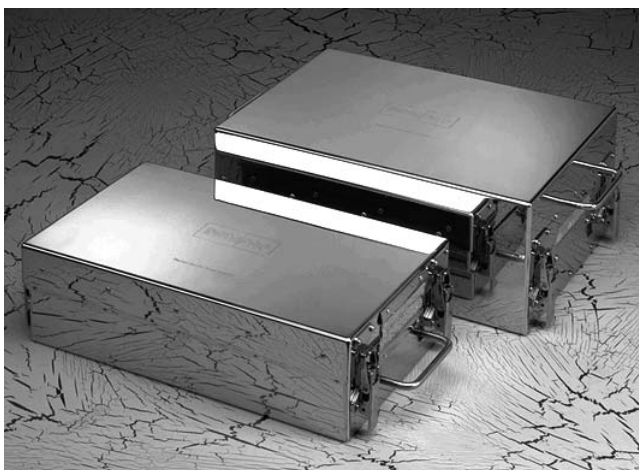
La selezione del tipo di barriera dipende principalmente dai limiti di altezza e larghezza del forno, dal tipo di registratore dati, dalla durata del processo, dalla temperatura, dal tempo alla temperatura, dall'atmosfera del forno e dalla presenza o meno di un ciclo di tempra nel processo. Sono disponibili due serie di barriere:

- **Serie Standard 4000:** per l'impiego in ambienti liberi da carbonio e la cui temperatura massima non superi gli 800° C.

- **Serie 4900 per ambienti difficili:** per ambienti con presenza di carbonio e temperatura massima di 1050° C in tipi di atmosfera a combustione normale. È anche consigliata per applicazioni con rapide variazioni di temperatura (come la tempra in gas), in quanto questa serie di barriere utilizza la tecnologia Datapaq Floating Plate per ridurre al minimo le deformazioni della base e del coperchio della barriera termica. È consigliata inoltre nei casi in cui le tolleranze di altezza assumono valori critici.

Per la valutazione delle prestazioni termiche richieste alla barriera, includere nella durata complessiva del processo anche il tempo necessario al recupero del sistema dal forno e alla rimozione del registratore dati dalla barriera. Rivolgersi a Datapaq per consigli in merito alla scelta della barriera termica.

Tipi di barriera standard TB4000



Barriere termiche serie TB4000.

TB4015

| | | | | |
|------------------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|--------------|
| Temp. °C | 200 | 400 | 600 | 800 |
| Durata Ore/min | 3 ore 20 min | 1 ora 50 min | 1 ora 10 min | 50 min |
| Dimensioni | Altezza 100 mm | Larghezza 247 mm | Lunghezza 509 mm | Peso 9 kg |
| Registratore | Datapaq 9000 (DP9064) | | | |
| Dissipatore di calore | 1 × TB1001A | | | |

A causa del continuo sviluppo dei prodotti, le specifiche sono soggette a modifiche senza preavviso.

TB4005

| | | | | |
|------------------------------|-------------------|---------------------|-----------------------|-----------------|
| Temp. °C | 200 | 400 | 600 | 800 |
| Durata Ore/min | 6 ore | 2 ore | | 1 ora |
| Dimensioni | Altezza 125 mm | Larghezza 248 mm | Lunghezza 504 mm | Peso 10,5 kg |
| Registratore | Tpaq21 | | Datapaq 9000 (DP9064) | |
| Dissipatore di calore | 1 × TB1001A | | 1 × TB1001A | |

TB4056

| | | | | |
|------------------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|---------------|
| Temp. °C | 200 | 400 | 600 | 800 |
| Durata Ore/min | 8 ore | 4 ore 15 min | 2 ore 45 min | 2 ore |
| Dimensioni | Altezza 150 mm | Larghezza 275 mm | Lunghezza 504 mm | Peso 15 kg |
| Registratore | Datapaq 9000 (DP9064) | | Tpaq21 | |
| Dissipatore di calore | 2 × TB1001A | | 2 × TB1001A | |

TB4012

| | | | | |
|------------------------------|-------------------|---------------------|-----------------------|---------------|
| Temp. °C | 200 | 400 | 600 | 800 |
| Durata Ore/min | 15 ore 30 min | 6 ore 30 min | 4 ore | 2 ore 6 min |
| Dimensioni | Altezza 170 mm | Larghezza 296 mm | Lunghezza 511 mm | Peso 20 kg |
| Registratore | Tpaq21 | | Datapaq 9000 (DP9064) | |
| Dissipatore di calore | 1 × TB1066A | | 1 × TB1069A | |

TB4026

| | | | | |
|------------------------------|-------------------|---------------------|-----------------------|---------------|
| Temp. °C | 200 | 400 | 600 | 800 |
| Durata Ore/min | 24 ore | 12 ore | 8 ore 30 min | 6 ore |
| Dimensioni | Altezza 250 mm | Larghezza 357 mm | Lunghezza 543 mm | Peso 31 kg |
| Registratore | Tpaq21 | | Datapaq 9000 (DP9064) | |
| Dissipatore di calore | 1 × TB1066A | | 1 × TB1069A | |

Barriere Serie 4900 per ambienti difficili



Barriera termica TB4912 per ambienti difficili con dissipatore di calore e Tpaq21.

TB4915

| Temp. °C | 200 | 400 | 600 | 800 | 1000 |
|-----------------------|-----------------------|------------------|------------------|-------------------------------|-------------|
| Durata Ore/min | 3 ore 20 min | 1 ora 50 min | 1 ora 10 min | 50 min | 40 min |
| Dimensioni | Altezza 104 mm | Larghezza 247 mm | Lunghezza 409 mm | Lunghezza incl. manici 529 mm | Peso 9,5 kg |
| Registratore | Datapaq 9000 (DP9064) | | | | |
| Dissipatore di calore | 1 x TB1001A | | | | |

A causa del continuo sviluppo dei prodotti, le specifiche sono soggette a modifiche senza preavviso.

TB4905

| | | | | | |
|------------------------------|-------------------|---------------------|-----------------------|-------------------------------------|---------------|
| Temp. °C | 200 | 400 | 600 | 800 | 1000 |
| Durata Ore/min | 6 ore | 2 ore | 1 ora 15 min | 1 ora | 50 min |
| Dimensioni | Altezza 129 mm | Larghezza 247 mm | Lunghezza 409 mm | Lunghezza incl. manici 529 mm | Peso 11 kg |
| Registratore | Tpaq21 | | Datapaq 9000 (DP9064) | | |
| Dissipatore di calore | 1 × TB1001A | | 2 × TB1001A | | |

TB4956

| | | | | | |
|------------------------------|---------------------------------|---------------------|---------------------|-------------------------------------|-----------------|
| Temp. °C | 200 | 400 | 600 | 800 | 1000 |
| Durata Ore/min | 8 ore | 4 ore 15 min | 2 ore 45 min | 2 ore | 1 ora 15 min |
| Dimensioni | Altezza 154 mm | Larghezza 275 mm | Lunghezza 409 mm | Lunghezza incl. manici 529 mm | Peso 15,5 kg |
| Registratore | Datapaq 9000 (DP9064) Tpaq21 | | | | |
| Dissipatore di calore | 2 × TB1001A | | | | |

TB4912

| | | | | | |
|------------------------------|-------------------|---------------------|---------------------|-------------------------------------|---------------|
| Temp. °C | 200 | 400 | 600 | 800 | 1000 |
| Durata Ore/min | 14 ore 30 min | 6 ore 30 min | 4 ore | 2 ore 5 min | 1 ora 45 min |
| Dimensioni | Altezza 174 mm | Larghezza 296 mm | Lunghezza 411 mm | Lunghezza incl. manici 531 mm | Peso 21 kg |
| Registratore | Tpaq21 | | Datapaq 9000 (9064) | | |
| Dissipatore di calore | 1 × TB1066A | | 1 × TB1069A | | |

TB4938

| | | | | | |
|------------------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|-------------------------------------|---------------|
| Temp. °C | 200 | 400 | 600 | 800 | 1000 |
| Durata Ore/min | 18 ore | 9 ore | 5 ore 30 min | 3 ore 45 min | 2 ore 30 min |
| Dimensioni | Altezza 217 mm | Larghezza 291 mm | Lunghezza 402 mm | Lunghezza incl. manici 522 mm | Peso 26 kg |
| Registratore | Datapaq 9000 (DP9064) | | Tpaq21 | | |
| Dissipatore di calore | 1 × TB1069A | | 1 × TB1066A | | |

TB4926

| | | | | | |
|------------------------------|-------------------|---------------------|-----------------------|-------------------------------------|---------------|
| Temp. °C | 200 | 400 | 600 | 800 | 1000 |
| Durata Ore/min | 24 ore | 12 ore | 8 ore 30 min | 6 ore | 4 ore 30 min |
| Dimensioni | Altezza 254 mm | Larghezza 358 mm | Lunghezza 443 mm | Lunghezza incl. manici 563 mm | Peso 26 kg |
| Registratore | Tpaq21 | | Datapaq 9000 (DP9064) | | |
| Dissipatore di calore | 1 × TB1066A | | 1 × TB1069A | | |

TB4933

| | | | | | |
|------------------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|-------------------------------------|---------------|
| Temp. °C | 200 | 400 | 600 | 800 | 1000 |
| Durata Ore/min | 27 ore | 18 ore | 10 ore 30 min | 8 ore 30 min | 7 ore 30 min |
| Dimensioni | Altezza 304 mm | Larghezza 406 mm | Lunghezza 613 mm | Lunghezza incl. manici 733 mm | Peso 50 kg |
| Registratore | Datapaq 9000 (DP9064) | | Tpaq21 | | |
| Dissipatore di calore | 1 × TB1069A | | 1 × TB1066A | | |

Modifica del processo

Occorre tenere presente che, se si utilizza la barriera termica in condizioni diverse da quelle originariamente specificate (per durate maggiori e/o temperature più elevate), tutte le parti del sistema Datapaq potrebbero subire gravi danni. Si raccomanda vivamente di contattare Datapaq Ltd per verificare che il sistema sia adatto al nuovo processo. Quando si contatta Datapaq Ltd, sarà necessario fornire le seguenti informazioni di dettaglio sul profilo del nuovo processo:

1. Fase di riscaldamento (tempo per raggiungere la temperatura di mantenimento)
2. Tempo e temperatura di mantenimento
3. Fase di raffreddamento (tempo dalla temperatura di mantenimento alla fine del processo)
4. Atmosfera del forno
5. Tempo dalla fine della fase di raffreddamento alla rimozione della barriera termica e allo smontaggio del sistema

Il sistema può subire danni anche con una temperatura di processo inferiore, se la durata viene aumentata.

Cura e manutenzione

Barriere termiche e dissipatori di calore

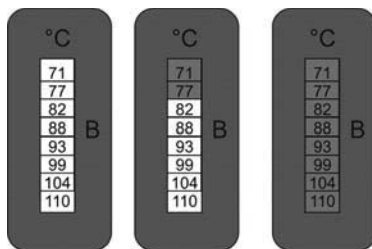
Raffreddamento

Posizionare la barriera termica surriscaldata sull'apposito supporto Datapaq. In alternativa, utilizzare dei distanziatori, un tessuto in fibra di ceramica o del materiale refrattario, per garantire un raffreddamento uniforme. Se si appoggia la barriera termica surriscaldata direttamente su una superficie fredda, la barriera può deformarsi a causa delle diverse velocità di raffreddamento delle superfici. Datapaq non si assume alcuna responsabilità per danni causati da deformazioni dovute a un errato metodo di raffreddamento della barriera.

Il calore assorbito dalla barriera termica continuerà ad avere effetti sulla temperatura del dissipatore di calore e del registratore: **rimuoverli dalla barriera termica non appena il ciclo di prova è completato** e lasciarli all'aperto per consentirne il raffreddamento prima del successivo utilizzo. Nella maggior parte dei casi è sufficiente lasciarli raffreddare per tutta la notte.

Controllo

Una volta raffreddati, verificare la presenza di eventuali danni alla barriera termica e al dissipatore di calore. Controllare il termometro adesivo del dissipatore di calore. Fare riferimento al diagramma sottostante:



Scenario ideale

La prima immagine illustra lo scenario ideale. In questo caso il dissipatore di calore non ha raggiunto i 71° C. Con il raffreddamento, il materiale a cambiamento di fase si ricristallizzerà. Il sistema e il processo sono compatibili.

Possibile problema

La seconda illustrazione indica che la temperatura ha superato i 77° C. In questo caso, attendere che il dissipatore di calore si raffreddi a temperatura ambiente, attorno ai 15° C, prima di porlo in un congelatore a -20° C, dove dovrà essere lasciato per tutta la notte. Tale procedura è necessaria per garantire la cristallizzazione del materiale a cambiamento di fase, in quanto ciò potrebbe non

avvenire a temperatura ambiente. Tenere comunque presente che il processo è vicino al limite della capacità della barriera.

Dopo il congelamento, attendere che il dissipatore di calore torni a temperatura ambiente, quindi sostituire il termometro adesivo prima dei successivi utilizzi. Controllare se il termometro adesivo ha registrato una temperatura superiore a 77° C; in tal caso, staccarlo dal dissipatore di calore e sostituirlo. Con il sistema Tracker è fornito un termometro sostitutivo; rimuovere la pellicola protettiva e farlo aderire al dissipatore di calore.

Problema confermato

La terza illustrazione mostra un esempio estremo, nel quale il dissipatore di calore è stato esposto a un processo che supera la capacità termica del sistema. In tal caso, seguire la procedura descritta nello scenario "Possibile problema" e contattare inoltre Datapaq per assistenza.

Se si riscontra una perdita del materiale a cambiamento di fase dal dissipatore di calore, contattare Datapaq. Si tratta di una sostanza non tossica di aspetto simile alla cera, che si indurisce e diventa bianca con il raffreddamento e ha un odore leggermente acido. Attendere che il materiale eventualmente fuoriuscito si raffreddi, quindi raschiarlo dalla superficie della barriera.

Quando la barriera termica e il dissipatore di calore si saranno raffreddati, verificare la presenza di eventuali danni, quindi riporli in un ambiente asciutto, per evitare che l'isolante assorba umidità.

Controllare le guarnizioni e i meccanismi di chiusura della barriera termica e riparare gli eventuali danni prima di nuovi utilizzi.

Regolazione dei fermi di chiusura

I fermi di chiusura possono richiedere una regolazione; possono essere facilmente regolati a mano mediante la procedura descritta di seguito.

Serie standard TB4000



Utilizzare un cacciavite per girare le viti di regolazione sotto ciascun fermo manuale. Stringere finché i fermi chiusi non abbiano più gioco e sia necessaria una leggera pressione sull'ultimo tratto della corsa del meccanismo. Per chiudere il fermo è sufficiente esercitare pressione con le dita.

Serie 4900 per ambienti difficili



Ruotare manualmente le viti di regolazione tra ciascun fermo manuale. Stringere finché i fermi chiusi non abbiano più gioco e sia necessaria una leggera pressione sull'ultimo tratto della corsa del meccanismo. Per chiudere il fermo è sufficiente esercitare pressione con le dita. Datapaq fornisce parti di ricambio per i fermi.

AVVERTENZA

Per garantire prestazioni ottimali della barriera, rivolgersi a Datapaq per la sostituzione di eventuali fermi danneggiati.

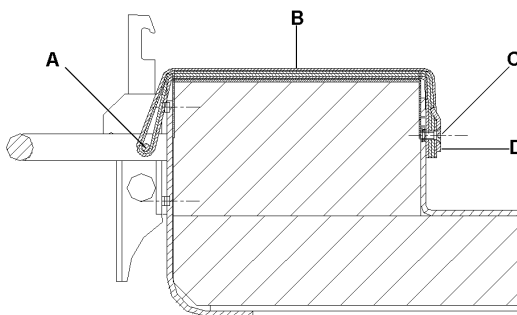
Sostituzione della striscia isolante delle termocoppie

Serie 4900 per ambienti difficili

La striscia in fibra di mullite alla base e sul coperchio delle barriere termiche Serie 4900 per ambienti difficili è soggetta a usura e può essere sostituita dall'operatore come segue.

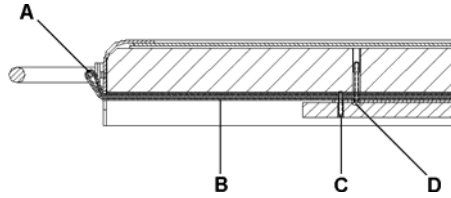
Base della barriera

1. Rimuovere le viti della staffa che trattiene la striscia all'interno della barriera (C e D).
2. Rimuovere la striscia in fibra di mullite consumata (B).
3. Far passare la nuova striscia in fibra di mullite sopra la barra a diametro ridotto dalla maniglia di trasporto (A) e sulla superficie dell'isolante interno.
4. Fissare le estremità della nuova striscia isolante con la staffa e le viti (C e D).



Coperchio della barriera

1. Rimuovere le sei viti di fissaggio (C e D) e togliere lo strato di isolante e la piastra di metallo.
2. Rimuovere la striscia in fibra di mullite consumata (B).
3. Far passare la nuova striscia in fibra di mullite sopra la barra a diametro ridotto dalla maniglia di trasporto (A).
4. Fissare le estremità della nuova striscia riposizionando l'isolante e la piastra di metallo. Riposizionare le sei viti (C e D).



Serie 4000

La fibra di mullite sul coperchio e sulla base, nel punto di uscita delle termocoppie, si consuma con l'uso. Vi è tuttavia un rinforzo costituito da un secondo strato di tessuto in fibra di mullite, che fornisce una protezione aggiuntiva. Quando questo secondo strato diventa visibile, ciò indica che lo strato superiore si è consumato al punto da richiederne la sostituzione da parte di Datapaq.

Sonde a termocoppia



La ricca gamma Dataq di sonde a termocoppia.

Le sonde a termocoppia sfruttano l'effetto Seebeck, scoperto nel diciannovesimo secolo, per il quale si genera una forza elettromotrice (fem) in qualsiasi conduttore che non si trovi a una temperatura uniforme. La tensione effettiva misurata è proporzionale alla differenza di temperatura tra i giunti caldo e freddo della termocoppia, dove il giunto caldo è il giunto di misura, mentre il giunto freddo corrisponde alla giunzione tra i conduttori della termocoppia e il circuito di misura.

L'implementazione pratica delle termocoppie richiede sofisticati componenti elettronici per l'eliminazione dei potenziali errori di misurazione, quali una scarsa linearità lungo l'intervallo di misurazione e imprecisioni dovute a variazioni di temperatura del giunto freddo. Per correggere tali errori, i componenti elettronici nel circuito di misura devono simulare una temperatura di zero gradi in corrispondenza del giunto freddo e compensare gli eventuali andamenti non lineari nell'intervallo di funzionamento della termocoppia.

Nel corso degli anni sono state sviluppate termocoppie "standard" con l'utilizzo di materiali selezionati per sensibilità, linearità (uniformità della sensibilità nell'intervallo di temperatura utile), prezzo e disponibilità. Le termocoppie standard attuali comprendono i tipi K, N, R, S e B, identificati ciascuno dal colore del connettore.

Termocoppie supportate dai sistemi Datapaq

| Tipo sonda | Applicazione tipica | Colore spina/presa precedente | Colore spina/presa IEC |
|------------|------------------------------------|-------------------------------|------------------------|
| B | Ceramica/mattoni | Bianco | Grigio |
| K | Utilizzo generale | Giallo | Verde |
| R/S | Ceramica/mattoni | Verde | Arancio |
| N | Ceramica, mattoni, metallo e vetro | Arancio | Rosa |

Specifiche tecniche delle termocoppie

| Tipo sonda | Intervallo di temperatura specificato | Isolante del cavo | Precisione delle sonde | Note |
|------------|---------------------------------------|---|--|--|
| B | Contattare Datapaq | | | |
| K | da 0° C a +1370° C | PTFE, ceramica, isolante minerale, fibra di vetro | 0 - 1250° C il valore maggiore tra $\pm 1,1^{\circ}$ C e $\pm 0,4\%$ (ANSI MC96.1) | Datapaq fornisce una guaina in Nicrobell™ per l'utilizzo ad alte temperature |
| R/S | da 0° C a +1760° C | Tubo in ceramica | 0 - 1000° C $\pm 1,1^{\circ}$ C; 1100 - 1600° C $\pm 1^{\circ}$ C + 0,003 (t-100)° C, dove t=temperatura misurata | Non fornita da Datapaq |
| N | da 0° C a +1300° C | Solo isolante minerale | 0 - 1300° C il valore maggiore tra $\pm 1,1^{\circ}$ C e $\pm 0,4\%$ (ANSI MC96.1) | |

Isolante termocoppie

La temperatura effettiva di funzionamento delle sonde a termocoppia è limitata dalle caratteristiche termiche del materiale isolante del cavo.

| Isolante | Limite superiore di temperatura |
|------------------------|--|
| PTFE | 260° C |
| Fibra di vetro | da 0 a 600° C continua 700° C picco |
| Fibra ceramica | 1000° C |
| Isolante minerale (MI) | 1250° C se si utilizza una guaina in Nicrobell™ o altro materiale resistente alle alte temperature |

Le sonde con isolante in **PTFE** (politetrafluoroetilene) sono adatte a usi generici con temperature fino a 260° C. Il PTFE è un materiale robusto, flessibile, non vischioso, normalmente utilizzato nei processi in autoclave.

Sonde con isolante in **fibra di vetro**.

Le sonde a diametro ridotto con isolante in fibra di vetro sono flessibili e sono in grado di funzionare senza interruzioni a temperature fino a 600° C e per brevi periodi a temperature fino a 700° C. Queste sonde sono generalmente utilizzate per monitorare le temperature dei parabrezza in vetro durante le operazioni di curvatura.

Le sonde con isolante in **fibra di ceramica** hanno conduttori di diametro ridotto che ne garantisce la massima flessibilità. La calibrazione del giunto caldo esposto può essere alterata in atmosfere con carbonio a temperature superiori ai 900° C. Sono spesso utilizzate per monitorare i profili di sigillatura e ricottura giunti nel settore della produzione di cinescopi.

Le sonde con **isolante minerale** hanno un giunto isolato che fornisce protezione dal carbonio e da altri tipi di atmosfere aggressive e una maggiore immunità da interferenze elettriche. Le sonde con isolante minerale fornite da Datapaq sono dotate di guaina in Nicrobell™ che fornisce una protezione superiore alle alte temperature e in atmosfere corrosive, ma presenta alcune limitazioni in atmosfere con alto tenore di zolfo. Rivolgersi a Datapaq per consigli in merito.

Sonde a termocoppia per trattamento termico di vetro e metallo

Le sonde a termocoppia di tipo K hanno un giunto caldo che unisce una lega in nichel-cromo e una in nichel-alluminio. Si tratta del tipo standard di sonda per le lavorazioni in forno di metallo e vetro.

Le specifiche internazionali per il tipo K definiscono una sensibilità e linearità nell'intervallo 0 - 1250° C. In pratica, l'intervallo di funzionamento è limitato dalle proprietà dell'isolante del cavo (normalmente PTFE, minerale o in ceramica) o del rivestimento metallico.

Sonde tipo K con isolante minerale



Sonda a termocoppia tipo K con guaina in Nicrobell™ e isolante minerale, adatta alle applicazioni di trattamento termico di vetro e metallo.

Sonde per alte temperature e impieghi generici, con funzionamento nell'intervallo 0 - 1250° C. Il cavo dispone di una guaina metallica esterna in Nicrobell™ e di un isolante minerale interno. Le applicazioni comprendono:

- Applicazioni generiche di lavorazione in forno di vetro e metallo
- Atmosfere con carbonio
- Tempra (acqua e gas)
- Ambienti con presenza di interferenze elettriche.

Sonde tipo K con isolante in fibra di ceramica o Nextel™



Sonde a termocoppia tipo K con isolante in fibra di ceramica, adatte per lavorazioni in forno di metallo e vetro.

Sonde per alte temperature, con funzionamento nell'intervallo 0 - 1000° C. Progettate per la massima flessibilità, con conduttori di diametro ridotto, generalmente 0,5 mm (24 AWG). Le applicazioni comprendono:

- Industria del vetro
- Alcune applicazioni di trattamento termico di metalli, compreso il rinvenimento di acciaio

AVVERTENZA

*Le sonde con isolante in fibra di ceramica **non** sono adatte per l'impiego in: atmosfere con carbonio o ambienti con potenziali interferenze elettriche (ad esempio, forni sottovuoto).*

Cura e manutenzione

La durata prevista delle termocoppie dipende dalle condizioni dell'ambiente di test. In ogni caso, delle corrette procedure di manutenzione consentiranno di ottenere il massimo della durata.

Controllo

Esaminare la guaina delle termocoppie e sostituirla nel caso in cui presenti segni di screpolamento o usura.

Immagazzinaggio

Se si arrotolano i cavi per riporli, accertarsi che il diametro dell'avvolgimento non sia inferiore a:

- 20 cm per le guaine da 1,5 mm di diametro
- 40 cm per le guaine da 3 mm di diametro

Test

Fare riferimento alla sezione "Test delle sonde a termocoppia" a pagina 29.

Spinotti delle termocoppie

Se gli spinotti delle termocoppie sono fissati insieme come parte di un sistema di cablaggio interno, può essere necessario applicare una **piccola** quantità di lubrificante elettrico sugli spinotti per facilitarne la rimozione.

Servizio Assistenza Datapaq

In caso di difficoltà nella risoluzione dei problemi, contattare il Servizio Assistenza di Datapaq (vedere la pagina del titolo per i nominativi da contattare e i relativi recapiti).

Esecuzione di un profilo di temperatura

Questo capitolo descrive tutte le fasi dell'impostazione di un ciclo di profilo, comprese la preparazione della barriera termica, il posizionamento delle sonde e l'installazione del sistema completo nel forno.

Per la preparazione del registratore dati, fare riferimento all'apposito manuale del registratore e alla guida in linea del software Insight.

SICUREZZA

Per l'applicazione del sistema Tracker consultarsi con il responsabile aziendale per la salute e la sicurezza.

Indossare indumenti protettivi adeguati.

I componenti del Tracker saranno surriscaldati dopo il ciclo di prova: maneggiare con attenzione.

Se necessario, utilizzare strumenti appositi per il caricamento e il recupero del sistema.

Impostazione del sistema

L'isolante della barriera termica potrebbe aver assorbito umidità durante il processo di produzione. Per questo motivo, prima del primo utilizzo della barriera, farla passare (sigillata e con i dissipatori di calore se forniti, ma senza il registratore dati) una volta attraverso il processo per rimuovere l'umidità.

*Notare che, anche se la barriera sarà surriscaldata, è molto importante smontarla subito dopo l'uscita dal forno (fare riferimento alla sezione "Cura e manutenzione"). In caso contrario, il dissipatore di calore riporterà **sicuramente** danni gravi.*

Il materiale isolante potrebbe inizialmente distaccarsi se la lavorazione avviene in un forno sottovuoto. Per evitare che questo materiale contamini il prodotto, circondare il sistema Tracker con scarti di prodotto per i primi cicli.

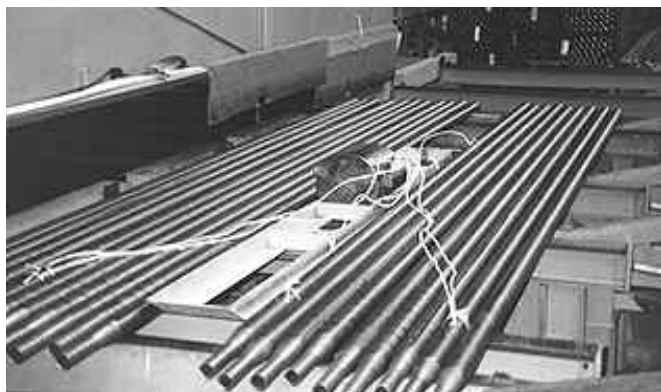
L'impostazione del sistema per un ciclo di prova richiede la definizione delle normali caratteristiche di funzionamento del forno. Tra queste vi sono:

- Velocità di linea.
- Numero di zone del forno.

- Temperature massime in ogni zona.
- Numero, posizione e metodo di fissaggio delle sonde a termocoppia.
- Profilo di temperatura atteso per la barriera termica.
- Limiti di altezza e larghezza del forno.
- La modifica nella massa termica causata dalla presenza della barriera termica nel forno.
- L'atmosfera del forno.

Rivolgersi a Datapaq per consigli sull'impostazione del sistema.

Selezione, posizionamento, collegamento e prova delle sonde



Sistema Forno Tracker pronto a monitorare dei tubi durante un processo di ricottura.

Selezione delle sonde

La selezione del tipo e dell'isolamento delle termocoppie si basa sull'intervallo di temperatura, sulla precisione della misurazione e sull'ambiente del processo.

Le termocoppie generalmente adatte alle applicazioni di lavorazione vetro e metallo sono di tipo K.

| Tipo sonda | Intervallo di temperatura | Isolante del cavo | Precisione delle sonde fornite da Datapaq |
|------------|---------------------------|---|--|
| K | da -150°C a +1370°C | Ceramica, isolante minerale, fibra di vetro | Secondo le specifiche ANSI MC96.1: 0-1250°C il valore maggiore tra $\pm 1,1^\circ\text{C}$ e $\pm 0,4\%$ |

Il materiale dell'isolante del cavo limita l'effettiva temperatura di esercizio. Le temperature massime sono:

| | |
|------------------------|---------|
| Fibra di vetro | 500° C |
| Fibra ceramica | 1000° C |
| Isolante minerale (MI) | 1250° C |

Le sonde con isolante in fibra di vetro hanno conduttori di diametro ridotto che ne garantisce la massima flessibilità e sono generalmente utilizzate per i parabrezza in vetro.

Le termocoppie con isolante in fibra di ceramica hanno conduttori di diametro ridotto che ne garantisce la massima flessibilità. Purtroppo questo isolante è soggetto a rapida usura e di conseguenza l'utilizzo è generalmente limitato all'industria del vetro. La termocoppia non è isolata e il carbonio potrebbe migrare nel metallo alterandone la calibrazione. Tali termocoppie non sono quindi adatte all'impiego in atmosfera con carbonio a temperature superiori ai 900° C.

Le sonde con isolante minerale hanno un giunto isolato che fornisce protezione dal carbonio e da altri tipi di ambienti aggressivi, oltre a una maggiore immunità da interferenze elettriche. Si tratta del tipo di sonda che viene sempre utilizzato nei processi di tempra, in acqua o in gas. Le sonde con isolante minerale fornite da Datapaq dispongono di una guaina in Microbell™ che fornisce una protezione superiore alle alte temperature e in tipi di atmosfera corrosivi, ma presenta alcune limitazioni in atmosfere ad alto tenore di zolfo. Rivolgersi a Datapaq per consigli in merito.

Fissaggio delle sonde



Fissaggio delle sonde a termocoppia a un radiatore di prova.

Le sonde a termocoppia che misurano la temperatura dell'aria o del prodotto possono essere fissate a:

- Il prodotto.
- Un campione di prodotto riutilizzabile (un pezzo di prova).
- Un elemento di prova.
- Una combinazione qualsiasi degli elementi citati.

I metodi di fissaggio comprendono l'impiego di adesivo per ceramica, l'imbullonamento, la saldatura e il fissaggio mediante filo metallico ad alta temperatura.

Se si devono saldare le sonde al pezzo di prova, verificare che siano scollegate dal registratore dati.

Se necessario, praticare un foro nel pezzo di prova per consentire al giunto della termocoppia di misurare la temperatura interna del prodotto. In tal caso, il giunto della termocoppia è mantenuto in posizione mediante colla per ceramica o filo metallico ad alta temperatura.

*Per il monitoraggio della temperatura superficiale, la punta della sonda a termocoppia **deve** presentare un buon contatto meccanico con il prodotto.*



Barriera per forno metallurgico con sonde collegate a un pezzo di prova.

Qualunque sia il metodo di fissaggio, le sonde a termocoppia devono essere mantenute in posizione per l'intera loro lunghezza per evitare che si spostino accidentalmente e che restino impigliate ai lati del forno o sui deflettori. Per garantire ripetibilità e facilità di utilizzo, ricorrere possibilmente a pezzi ed elementi di prova con termocoppie permanentemente montate.

Test delle sonde a termocoppia

Sebbene le termocoppie siano generalmente robuste, può accadere che si danneggino durante l'uso. Utilizzare il termometro digitale tipo K di Datapaq per verificarne il funzionamento dopo l'installazione, ma prima che il prodotto entri nel forno.

1. Collegare la termocoppia numero 1 al connettore tipo K del termometro.
2. Accendere l'indicatore di lettura della temperatura ambiente. Se il cavo della termocoppia è interrotto, l'indicatore segnalerà un circuito aperto.
3. Se la rilevazione della temperatura ambiente è soddisfacente, riscaldare la punta della termocoppia con le dita o un'altra fonte di calore (se si utilizza un accendino, applicarlo per non più di 1–2 secondi). Il termometro dovrebbe registrare un incremento di temperatura: se il valore letto non cambia, la termocoppia è in corto circuito e deve essere sostituita; se il termometro indica una diminuzione, le connessioni della termocoppia sono invertite.
4. Ripetere le fasi 1–3 per le restanti termocoppie, sostituendo quelle eventualmente danneggiate.



Utilizzo di un termometro digitale.

Installazione del registratore nella barriera termica

Per la scelta corretta di una barriera adatta, vedere la sezione "Selezione della barriera termica" a pag. 9.

Nel calcolo dei requisiti di prestazione della barriera termica, tenere conto del tempo impiegato per recuperare il sistema Tracker dopo la prova.

Prima di procedere, verificare che la barriera termica si sia raffreddata a sufficienza dall'ultimo impiego.

Tenuta della guarnizione

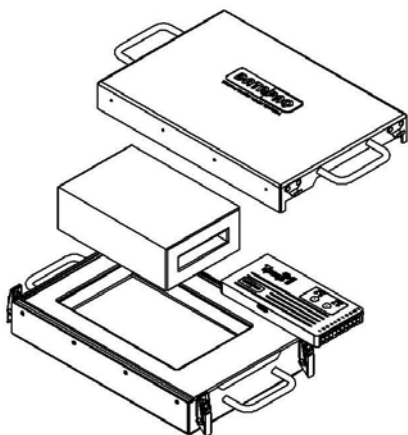
Per la protezione del registratore è essenziale che la guarnizione tra la barriera e i cavi delle termocoppie garantisca un'ottima tenuta. Tutte le barriere termiche Datapaq adatte all'uso nei forni ad alta temperatura dispongono di coperchi regolabili per compensare l'eventuale contrazione del materiale isolante; nelle barriere della serie TB4900 è anche possibile sostituire la sezione in fibra di mullite utilizzata per sigillare l'uscita dei cavi delle termocoppie (vedere "Regolazione dei fermi di chiusura" a pagina 16).

Le barriere termiche con coperchio fissato con fermi sono regolabili per compensare la contrazione.

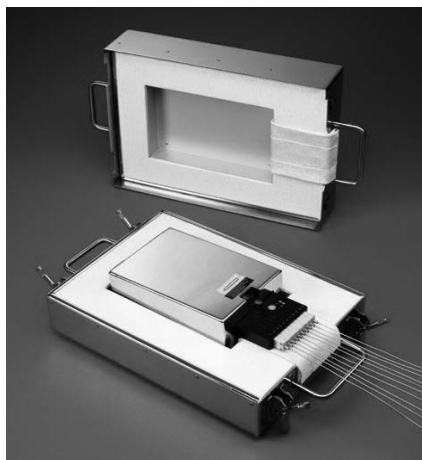
I materiali impiegati per gli eventuali fermi nelle barriere serie TB49000 (dadi e bulloni) sono normalmente in acciaio inossidabile 310 e sono accuratamente selezionati per evitare il grippaggio alle alte temperature.

Barriere termiche con dissipatori di calore

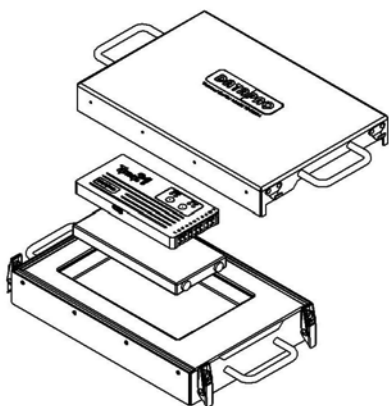
Le seguenti illustrazioni mostrano come sono installati il registratore e il dissipatore di calore. Per le barriere termiche che utilizzano un singolo dissipatore di calore a lastra, è importante che questo sia posizionato sotto il registratore.



Registratore inserito nel dissipatore di calore.



TB4912 con dissipatore di calore e Tpaq21.



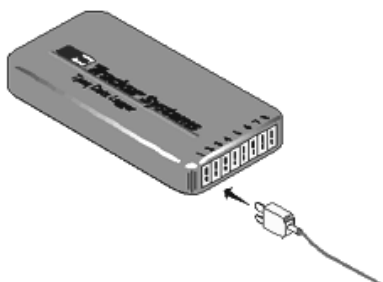
Dissipatore di calore sotto il registratore dati.



TB4905 con dissipatore di calore e Tpaq21.

Utilizzando le illustrazioni come guida, eseguire la seguente procedura:

1. Inserire le termocoppie nelle prese numerate del registratore dati. Prendere nota del numero di presa e della corrispondente posizione della termocoppia sul pezzo di prova.
2. Aprire il coperchio della barriera termica, posizionare il registratore nell'alloggiamento al centro del dissipatore di calore e inserire il dissipatore di calore nella barriera. Far passare i cavi delle termocoppie attraverso il tessuto in fibra di mullite in modo che escano dalla barriera e disporli in modo parallelo, senza incroci.



Inserimento di una termocoppia nel registratore.

3. Chiudere il coperchio verificando che i cavi della termocoppia siano adeguatamente sigillati.

Il forno

Tipi di forno

Le prove generali sono eseguite in forni a nastro metallico, a rulli, a spinta o rotativi. I forni continui, come quelli a nastro metallico, possono essere aperti a entrambe le estremità o possono avere sportelli all'entrata e all'uscita, che possono essere regolati in modo da far passare la barriera termica.

Nel forno possono essere presenti valvole di tiraggio o deflettori che separano le diverse zone, ed è essenziale stabilire la distanza tra la parte bassa della valvola e il nastro trasportatore, per evitare che la barriera termica vi urti. Il prodotto e il sistema possono essere posti direttamente sul nastro metallico o sui rulli, oppure fatti passare attraverso il forno in un apposito cesto. In tal caso, accertarsi che la barriera termica rientri nei limiti del cesto del prodotto.

Atmosfera

L'atmosfera all'interno del forno può influire sulla prestazione della barriera termica. Ad esempio, un ambiente sottovuoto raddoppierà quasi la durata termica della barriera, mentre un'atmosfera a idrogeno ne ridurrà le prestazioni anche del 30%.

Tenere comunque presente che se il processo sottovuoto è seguito dalla tempra in gas, il vantaggio termico derivante dal processo sottovuoto verrà ridotto al minimo in quanto, all'aumentare della pressione, nella barriera termica penetrerà gas surriscaldato.

Il tipo di atmosfera nel forno avrà anche un effetto sulla corrosione della barriera. Ad esempio, una barriera termica serie TB400 in una combustione normale (con aria) avrà la tendenza a corrodersi a temperature superiori agli 800° C.

Recupero del sistema

Considerare con attenzione il recupero della barriera dal forno. Occorre essere sempre preparati prima di eseguire una prova. Procurarsi e tenere a portata di mano tutti i dispositivi di protezione termoresistenti necessari (guanti, visiere, ecc.).

Se sono necessarie due persone per rimuovere il sistema e il prodotto di prova, accertarsi che i compiti di ciascuno siano chiari.

- Chi preleverà la barriera?
- Chi rimuoverà il pezzo di prova?

Stabilire questi dettagli prima di iniziare la prova. Ovvio? Sì, ma spesso trascurato!

AVVERTENZA

Se si appoggia la barriera termica surriscaldata direttamente su una superficie fredda, la custodia della barriera si deformerà a causa delle diverse velocità di raffreddamento delle superfici. Datapaq può fornire un apposito supporto per la barriera, che ne consente il raffreddamento ottimale e la protezione da deformazioni. In alternativa, appoggiare la barriera termica surriscaldata su distanziatori, su un tessuto in fibra isolante o su materiale refrattario per consentirne un raffreddamento uniforme.

Inserimento del sistema nel forno

Quando si inserisce la barriera termica nel forno, evitare di metterla in una posizione dove sarà esposta ad ampie differenze di temperatura in prossimità della barriera stessa. Ad esempio, evitare situazioni in cui un bruciatore emetterà una fiamma direttamente sulla parte anteriore della barriera, o dove una tempra in gas raffredderà rapidamente la parte superiore della barriera, ma non quella inferiore. Se si sottopone la barriera ad elevate differenze termiche, si produrranno probabilmente gravi distorsioni alla custodia della barriera.

SICUREZZA

Per l'applicazione del sistema Tracker consultarsi con il responsabile aziendale per la salute e la sicurezza.

Indossare indumenti protettivi adeguati.

I componenti del Tracker saranno surriscaldati dopo il ciclo di prova: maneggiare con attenzione.

Se necessario, utilizzare strumenti appositi per il caricamento e il recupero del sistema.

Manutenzione delle sonde a termocoppia

I cicli termici subiti dalle sonde possono causare l'invecchiamento del cavo con isolante minerale, che alla lunga può diventare fragile. Per evitare danni ai cavi e all'isolante, verificare che il raggio minimo di piegatura sia maggiore di 25 mm. Se la guaina di una termocoppia con isolante minerale mostra segni di screpolamento, scartarla e sostituirla immediatamente.

Presenza della barriera termica nel forno

Il sistema Furnace Tracker ha una massa termica che assorbe calore durante i cicli di riscaldamento e lo restituisce nei cicli di raffreddamento. Se tale massa è significativa in confronto alla massa termica del prodotto, ciò può influire sul processo. La presenza del sistema nel forno può anche influire sui flussi d'aria di riscaldamento/raffreddamento. Di ciò è necessario tenere conto quando si prepara un ciclo di prova.

Controllo di spazi e distanze

Verificare i punti di altezza e larghezza minime nel percorso attraverso il forno, per accertarsi che lo spazio sia sufficiente al passaggio del sistema e delle sonde a termocoppia.

Recupero del sistema

SICUREZZA

Per l'applicazione del sistema Tracker consultarsi con il responsabile aziendale per la salute e la sicurezza.

Indossare indumenti protettivi adeguati.

I componenti del Tracker saranno surriscaldati dopo il ciclo di prova: maneggiare con attenzione.

Se necessario, utilizzare strumenti appositi per il caricamento e il recupero del sistema.

Smontaggio del sistema

AVVERTENZA

Se si appoggia la barriera termica surriscaldata direttamente su una superficie fredda, la custodia della barriera si deformerà a causa delle diverse velocità di raffreddamento delle superfici. DataPaq può fornire un apposito supporto per la barriera, che ne consente il raffreddamento ottimale e la protezione da deformazioni. In alternativa, appoggiare la barriera termica surriscaldata su distanziatori, su un tessuto in fibra isolante o su materiale refrattario per consentirne un raffreddamento uniforme.

Recuperare il sistema immediatamente al termine della prova, quindi rimuovere **sia** il dissipatore di calore, **sia** il registratore dati dalla barriera termica non appena questa è stata posizionata in modo sicuro. Qualora non si provveda a rimuovere il registratore e il dissipatore di calore dalla barriera surriscaldata, entrambi riporteranno seri danni.

Se è necessario interrompere manualmente l'acquisizione dei dati, premere e tenere premuto il pulsante di arresto finché non si accenderanno entrambe le spie di segnalazione rossa e verde. Se la spia rossa lampeggia, ciò significa che vi sono dati memorizzati nel registratore ma non ancora scaricati nel PC.

Scollegare le sonde dal registratore e attendere che la barriera e il dissipatore di calore si siano raffreddati a temperatura ambiente.

Se il tempo disponibile tra un ciclo e l'altro non è sufficiente a consentire il raffreddamento della barriera o del dissipatore di calore, è possibile acquistarne altri.

Una volta raffreddati, verificare la presenza di eventuali danni alla barriera termica e al dissipatore di calore (vedere la sezione "Cura e manutenzione" a pagina. 15).

Scaricamento dei dati

Per la preparazione del registratore dati, fare riferimento all'apposito manuale del registratore e alla guida in linea del software Insight.

Diagnostica

Controllo delle sonde a termocoppia

Le sonde a termocoppia sono generalmente affidabili, ma eventuali danni risultanti da utilizzi o manipolazioni improprie possono causare errori di lettura. Se si sospetta che il profilo di temperatura (paqfile) contenga dati non validi, fare clic sulla scheda Vista dati nella finestra di analisi di Insight per visualizzare i dati grezzi come scaricati dal registratore. I vari tipi di dati non validi che possono essere contenuti in un paqfile sono visualizzati nella griglia di analisi come segue.

- *OC* Circuito aperto.
- *NA* Dati non disponibili.
- *LO* Temperatura misurata sotto l'intervallo del registratore.
- *HI* Temperatura misurata sopra l'intervallo del registratore.
- *** Impossibile eseguire il calcolo (non necessariamente perché i dati non sono validi). Non visualizzato nella modalità di analisi Vista dati.

Delle sonde con un circuito aperto intermittente possono produrre profili imprevedibili con picchi. I picchi sono inevitabili quando si scollegano le sonde da un registratore dati in funzione, mentre è in corso la registrazione. Cause comuni di dati non validi o incompleti sono:

- Distacco di una termocoppia dal registratore.
- Collegamento difettoso.

Delle letture errate di una sonda, incompatibili con quelle di altre sonde, possono essere causate da un corto circuito, dove dei fili non isolati toccano la sonda prima del giunto caldo. Questo fenomeno è noto come "falso giunto caldo" e può anche verificarsi nella barriera termica se l'isolante al suo interno è danneggiato.

In ogni caso la sonda interessata deve essere sostituita.

INDICE ANALITICO

- Barriera
 - rimozione, 35
- Barriera termica, 9
 - ambienti difficili, 12
 - cura e manutenzione, 32, 35
 - guarnizione, 29
 - installazione del registratore nella, 29
 - preparazione per il primo ciclo di lavorazione, 25
 - rettangolare, 10
 - rimozione dal forno, 35
 - selezione, 9
 - Serie 4900, 12
- Chiusura
 - regolazione fermi, 16
- Circuito aperto, 37
- Cortocircuito, 37
- Dati
 - grezzi, 37
 - non validi, 37
 - Vista, 37
- Diagnostica, 37
 - sonde a termocoppia, 37
- Dissipatore di calore, 9
 - cura e manutenzione, 15
- Floating Plate
 - riduzione al minimo delle deformazioni, 10
- Forno
 - rimozione del sistema dal, 35
- Guarnizione
 - barriera termica, 29
 - striscia isolante della termocoppia, 17
- Paqfile, 37
- Profilo di temperatura, 37
 - esecuzione, 25
- PTFE, 20, 26
- Registratore dati
 - rimozione dal forno, 35
- Servizio Assistenza Datapaq
 - contatto, 24
- Sicurezza, 25, 33, 35
- Sonda a termocoppia, 19
 - colore connettore, 20
 - cura e manutenzione, 24, 33
 - giunti, 19
 - isolante, 20, 26
 - isolante in fibra ceramica, 21
 - isolante in fibra di vetro, 21
 - isolante minerale, 21
 - linearità, 19
 - problemi, 37
 - selezione, 26
 - test, 29
 - tipo K, 22, 23
- Sonde a termocoppia
 - controllo, 24
 - immagazzinaggio, 24
 - test, 24
- Striscia isolante della termocoppia, 17
- Termocoppia, striscia isolante, 17
- Vista dati, 37

Europe & Asia

Datapaq Ltd
Lothbury House
Cambridge Technopark
Newmarket Road
Cambridge CB5 8PB
United Kingdom
Tel. +44-(0)1223-652400
Fax +44-(0)1223-652401
sales@datapaq.co.uk

North & South America

Datapaq, Inc.
3 Corporate Park Dr., Unit 1
Derry, NH 03038
USA
Tel. +1-603-537-2680
Fax +1-603-537-2685
sales@datapaq.com

China

Datapaq Ltd
3rd Floor, Lane 280-6
Linhong Road
Shanghai 200335
China
Tel. +86(0)21-6128-6200
Fax +86(0)21-6128-6221
Fax +86(0)21-6128-6222
sales@datapaq.com.cn



A Fluke Company

www.datapaq.com