

Framtidens uppkopplade fabrik börjar synas i Pentronics bokslut



Automatiska processer kräver mer temperaturmätning och mer kalibrering, säger Rikard Larsson, VD på Pentronic.

2015 blev ännu ett rekordår för Pentronic. Omsättningen ökade med tio procent och antalet anställda har passerat 90 personer.

– En viktig förklaring är att våra kunder var framgångsrika på export, förklarar VD Rikard Larsson.

Men bokslutet pekar även på andra orsaker. Om det bara handlat om kundernas framgångar, skulle tillväxten i huvudsak bestå i fler levererade temperaturgivare. Men nu är ökningen lika stor på instrument och tjänster med fältkalibreringar som det område där efterfrågan ökade mest.

Det kan vara så att det som populärt kallas Industri 4.0 syns i Pentronics bokslut. Framtidens uppkopplade och högt automatiserade fabriker börjar bli verklighet.

– Automatiska processer kräver mer temperaturmätning och mer kalibrering, säger Rikard.

Ny generation på plats

Pentronic är väl rustat för den utvecklingen. Genom åren har stora investeringar gjorts i de två produktionsenheterna i Verkeback och Västervik, i maskiner och rationellare

flöden. Bland satsningarna under 2015 märks ytterligare en svarv. Resultatet för året blev att omsättningen ökade mer än antalet anställda, vilket betyder att produktiviteten fortsätter att förbättras, med oförändrat hög leveransprecision.

Samtidigt har Pentronic genomfört generationsväxlingar både tekniskt och personellt. Unga och välutbildade har tagit över stafettpinnen. Även kunderna byter laguppställningar och här bidrar Pentronic med marknadsledande kunskap och erfarenhet om temperaturmätning när nyckelmedarbetare går i pension.

Fältkalibrering ökar

Pentronic ingår i börsnoterade Indutrade. I koncernen har mätteknik fått en mer framträdande roll med ett eget affärsområde, Measurement & Sensor Technology. Samordningen betyder att ingående bolag arbetar närmare varandra och kan dra nytta av varandras olika kompetenser.

Inledningen av 2016 visar att tillväxten fortsätter i oförminskad takt. Som exempel har Pentronic aldrig utfört så många fältkalibreringar under så kort tid som kommer att

ske under denna sommar.


– Vi har beredskap för fortsatta produktionsökningar och har möjligheten att sätta in ett andra skift i produktionen, säger Rikard.

Planerade satsningar

Planer finns på att bygga ut fabriken i Västervik, i första steget med en komplett utcheckning. Idag sker delar av slutkontrollen i Verkeback.

Nyheter är också att vänta på produktsidan. Idag har Pentronic en grundmodell av givare med inbyggd transmitter och digital utsignal. Den är konstruerad för att anpassas efter kundernas önskemål och flera modeller är på gång.

Till de digitala givarna hör Pentronics egen buss, med ett effektivt protokoll och tillhörande gateway till överordnade system. Planer finns även på givare för direkt anslutning till en av marknadens ledande industriella bussar.

– Pentronic har tekniken för morgondagens uppkopplade fabrik. Det är en del av förklaringen till att omsättningen ökade med tio procent under förra året, sammanfattar Rikard Larsson. 



Ny postadress

Pentronic's huvudkontor i Verkeback-Gunnebo ligger fortfarande kvar vid samma natursköna havsvik av Östersjön. Däremot har posten ändrat sina distributionskanaler och numera ska gods och post adresseras till:

Pentronic AB
Bergsliden 1, 593 96 VÄSTERVIK

Vill du ta bilen till Pentronic och få hjälp av navigeringssystemet måste du också tänka på att ange Västervik som ort. I annat fall vägleds du ut i skogen flera kilometer ifrån Verkeback-Gunnebo.

Kundönskemål och ny teknik grund för Pentronics produktutveckling

Varje dag kommer det ut 6-7 nya artikelnummer från Pentronics utvecklingsavdelning, vilket blir runt 1 500 om året.

För att klara detta krävs flexibilitet och lyhördhet för kundens önskemål av sälj- och utvecklingsavdelningen.

– Vi fokuserar på gränssnitten mellan de olika avdelningarna, så att kundens önskemål snabbt och korrekt kan förmedlas av säljarna till konstruktörerna och vidare till produktionen, säger Lars.

Utvecklingsavdelningen består av sju personer, tre på mekanik och fyra på el. Till det kommer ett antal konsulter främst inom mjukvaruutveckling.

Pentronic befinner sig i en intensiv utvecklingsfas med ny teknik för smarta temperaturgivare, digital bus och gateway för kommunikation med andra system.

– Det är i förhållande till företagets storlek bland det största jag varit delaktig i, säger Lars Björkvik.

Produkterna i sig finns på plats. Nu pågår arbetet med godkännande enligt SIL nivå 2 och Ex, alltså explosionsskydd. Det är omfattande processer som normalt bara storföretag har resurser för. Men det måste göras för att den nya tekniken ska accepteras av kunden. Bollplank i arbetet är svenska SP och norska NEMKO.

– Det är ett mycket stort pussel där varenda liten funktion ska testas och valideras, säger Emil Ritzén som tillsammans med Victor Nilsson, Erik Gullqvist och Jan-Erik Johansson utgör den anställda delen av el- och mjukvaruutvecklingen.

För att kunna genomföra alla tester som krävs, har de konstruerat och byggt en automatisk testbänk och ett klimatskåp. Om t ex koden i mjukvaran ändras, genomförs automatiska tester.

– Syftet är att hitta alla potentiella felkällor, förklarar Victor Nilsson.

I den här fasen har mjukvaruutvecklingen inte så många beröringspunkter med den me-

kaniska konstruktionen. Men det kommer att bli ändring när godkännandeprocessen är klar.


– Ändring av elektroniken kan påverka värmeutvecklingen, vilket i sin tur kräver mekaniska förändringar, ger Emil Ritzén som exempel.

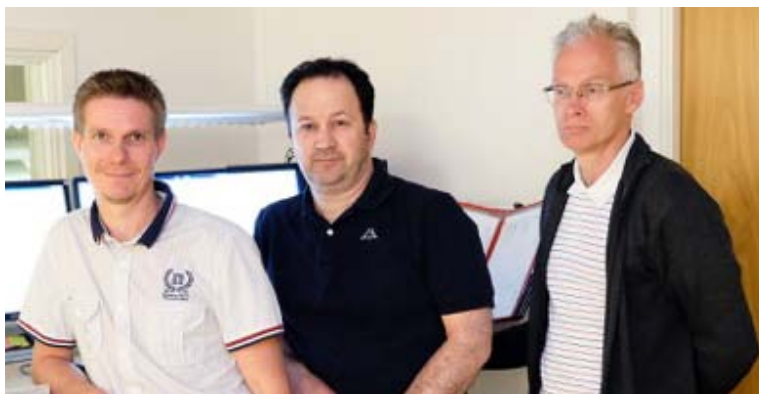
För mekaniska konstruktioner svarar Staffan Hällmar, gruppens expert på skärande bearbetning, Daniel Sjögren som är CAD-specialisten och inriktad på termoelement samt Edin Beganovic med många års erfarenhet av Pt100.

Tillsammans levererar de varje dag 6-7 nya artikelnummer, allt från mindre anpassningar utifrån befintligt byggsystem till rena nykonstruktioner.

– När säljaren presenterar kundens önskemål, tar vi först fram ett förslag som kunden får ta ställning till. Sedan går vi vidare med den slutliga konstruktionen, berättar Staffan Hällmar.

Lika nära som säljarna har till konstruktörerna, lika nära har de i sin tur till produktionen. Delar av tillverkningen syns genom fönstret från konstruktionsavdelningen.

– Närheten är ovärderlig, på fem minuter kan vi stämma av vad som annars skulle kräva ett möte, säger Daniel Sjögren. 



– Ny kod kan öka värmeutvecklingen, vilket i sin tur kräver mekaniska förändringar, säger Emil Ritzén. På bilderna syns övriga medarbetare som är från v. Emil Ritzén, Victor Nilsson, Daniel Sjögren, Edin Beganovic och Staffan Hällmar.

Smarta givare ger säkrare funktion till lägre totalkostnad

I 100 år har industrin mätt temperatur på ungefär samma sätt. Signaler från termoelement och motståndstermometrar har omvandlats till en analog signal 4-20 mA. Nu är tekniken på väg att fasa ut. Pentronic går i täten för digital mätning.

Digitaliseringen i sig är ingen nyhet, den har pågått i 50 år och ersätter och kompletterar analog teknik på område efter område. Nu står temperaturmätningen på tur.

– Det är en konsekvens av utvecklingen som kallas industri 4.0 eller den uppkopplade fabriken, säger Pentronics försäljningschef Dan Augustini.

Pentronic leder utvecklingen. På plats finns smarta temperaturgivare med digital kommunikation, en buss som drar lite energi och tillåter upp till 50 givare på en kabel samt en gateway för kommunikation med t ex Profibus, Profinet och Ethernet/IP.

– Som prototyp finns även världens för-

sta termoelement med IO-link, avslöjar Dan.

Smarta temperaturgivare har stora fördelar. Hela mätsystemet blir enklare att installera, underhålla och uppgradera, till avsevärt lägre kostnad. Flera av Pentronics kunder är maskinbyggare. Idag kan vissa maskiner vara så täckta av kablar, en för varje givare, att de




Från den punkt då signalen blir digital krävs normalt ingen kalibrering, säger Dan Augustini.

är rosa (färgkoden för termoelement typ N). Med den digitala bussen räcker det med en kabel som löper mellan givarna. Från den punkt då signalen blir digital krävs normalt ingen kalibrering.

– Digital överföring har bara två lägen. Endera fungerar den eller också inte. Det kommer inga fel smygande som i en analog krets, säger Dan.

Vad som återstår att kalibrera är själva mätspetsen, där termoelement och Pt100 fortfarande är de bästa metoderna för snabba mätsvar respektive låg mätosäkerhet.

– Vi ser även möjligheten att skapa ett utbytesystem för smarta temperaturgivare. Vi levererar nya när kalibreringen gått ut och tar tillbaka de gamla, som kontrolleras och kalibreras för att åter skickas ut, säger Dan.

Resultatet blir vad som populärt kallas en cirkulär process, där resurserna återanvänds. Det öppnar även för möjligheten att köpa funktionen temperaturmätning. 

Sotig givare

FRÅGA: Vi mäter avgastemperaturen med ett manteltermoelement typ K, som är monterat vinkelrätt rörväggen och med spetsen i rörets centrum. Termoelementet har diametern 6 mm och rörets innerdiameter är 150 mm. Utanpå röret finns 30 mm mineralull som isolering. Gastemperaturen är ungefär 250 °C och gasens medelhastighet 5 m/s. Vid en driftstörning fick termoelementet en tunn sotbeläggning. Har det tunna sotskiktet någon större inverkan på mätresultatet??

Bo B

SVAR: Termoelementet tillförs värme från gasen genom påtvingad konvektion. Det avger också värme till rörväggen genom strålning, om väggtemperaturen är lägre än givartemperaturen. Givaren mäter då en temperatur som är något lägre än gastemperaturen. Värmeflödet genom strålning beror bland annat av ytornas emissionskoefficienter. En sotig yta har en högre emissionskoefficient än en blank yta, vilket gör att det sotiga termoelementet avger mer värme till rörväggen än det blanka termoelementet. Det betyder i sin tur att den sotiga givaren kommer att mäta en något lägre temperatur än den blanka. För att kunna bedöma hur stor ändringen blir krävs att man uppskattar värmeflödena till och från givaren.

Vi antar nu att det isolerade röret avger värme till omgivningen genom naturlig konvektion och strålning. Med en antagen omgivningstemperatur på 20 °C kan man beräkna vägg-temperaturen $T_{vägg}$ till 233 °C. Om givaren betraktas som en lång vinkelrätt anströmmad cylinder kan man uppskatta värmeövergångskoefficienten mellan gasen och termoelementet till 90 W/(m²K). Ett nytt blankt termoelement antas ha emissionskoefficienten = 0.40 och ett sotigt $\epsilon = 0.95$.

Värmeflödet, Q W, genom påtvingad kon-

De frågor som vi tar upp här skall ha allmänt mättekniskt och/eller värmekniskt intresse.

**FRÅGA?
SVAR!**

vektion från gasen med temperaturen $T_{gas} = 250$ °C till termoelementet med temperaturen T °C kan skrivas

$$Q = \alpha A (T_{gas} - T) = \alpha A (250 - T) \quad (1)$$

där, A är termoelementets värmeöverförande area. Värmeflödet genom strålning mellan termoelementet och rörväggen kan i detta fall approximativt skrivas

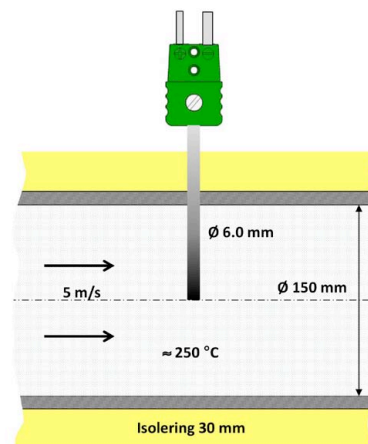
$$Q = \epsilon AC_s [(T + 273)^4 - (T_{vägg} + 273)^4] \quad (2)$$

$$= \epsilon AC_s [(T + 273)^4 - (233 + 273)^4]$$

där, C_s är Stefan-Boltzmanns konstant, 5.67 10⁻⁸ W/(m²K⁴). Vi har då antagit att röret är långt och att termoelementets värmeöverförande area, A, är mycket liten i förhållande till rörväggens area. Genom att kombinera ekvationerna (1) och (2) kan man bestämma den temperatur T som givaren mäter i ett stationärt fall. För en ny givare med $\epsilon = 0.40$ finner man $T = 248.0$ °C och för en sotig givare med $\epsilon = 0.95$ blir temperaturen 245.9 °C. Differensen är i detta fall mycket liten – teoretiskt 2.1 °C eller 0.8 % av gastemperaturen.

Under en uppstart anpassar sig termoelementet till temperaturen i stationärtillståndet betydligt snabbare än rörväggen. Om vi antar att rörväggens temperatur skulle vara 50 °C i stället för 233 °C, men i övrigt samma förutsättningar som tidigare finner vi temperaturerna 235.9 °C och 220.9 °C för blank respektive sotig givare. Skillnaden under uppstarten är med den antagna väggtemperaturen 15 °C eller 6 % av driftstemperaturen för att sedan sjunka till 2.1 °C. Avvikelsen mellan ren och

sotig givare under driftförhållanden är i detta fall liten. Om man kan acceptera mätfelet under uppstartförloppet måste avgöras från fall till fall.



Givarspetsen har blivit sotig av ett avgasflöde i röret. Hur påverkas temperaturmätningen av detta?

Har du synpunkter eller frågor kontakta professor Dan Loyd på LiU, på dan.loyd@liu.se

PRODUKT-INFO

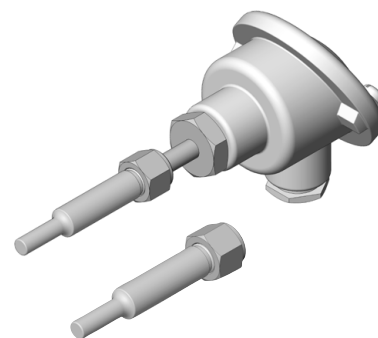
Produktinformationen finns även på www.pentronic.se

Insvetsbar skyddsficka i små dimensioner

Pentronic har utvecklat en skyddsficka för Ø3,0 mm temperaturgivare med reducerad spets för kort svarstid. Fickan är avsedd för t ex rör med DN40 eller större. Materialet EN 1.4404 inklusive chargenummer är lasermärkt på fickan som är Ø 12 mm.

En genomföring med fjädrandestålkona håller givaren på plats och medför att givaren kan återanvändas utan fastklämd kona. Fickans själv tätar mot processmediet.

En variant med 110 mm lång hals och kopplingshuvud finns om man exempelvis önskar isolera processkärlet.



Skyddsficka 9051105-001 med monterad givare respektive utan.

Hälften intresserade av utskick, men vilken hälft?

Med början i förra numret av PentronicNytt uppdaterar Pentronic sitt adressregister för kundtidningen via den bifogade enkätbilagan. Meningen är att tidningen ska kompletteras med nyhetsbrev anpassade till olika branscher.

– Problemet med kundregister är att de åldras fort, säger Hans Wenegård som håller i projektet. Via posten får vi bara reda på att adressaten inte finns på den angivna adressen. Av frekventa kunder får vi bättre information om vilka kontaktpersoner som slutat, bytt jobb eller pensionerats. Det är också vanligt att företag byter namn och då fungerar gamla adressen bara under begränsad tid.

Litteratur om marknadsföring brukar hävda att i själva verket är bara halva kundregistret intresserat av säljföretagens utskick. Orsaken är att breven tar upp för läsaren

ointressant information. Problemet är bara att man inte vet vilka adresser som ingår i respektive halva.

– Nyhetsbrev med e-post ger nya möjligheter, fortsätter Hans. Vi kan anpassa budskapen till våra olika kundbranscher och det blir också möjligt att annonsera nytt nummer av PentronicNytt och ge en länk till pdf-versionen på vår hemsida. Det blir både miljömässigt och ekonomiskt fördelaktigt. Vi planerar också att förse nyhetsbrevet med en relativt elementär temperaturmätningsskola där vi varvar teori med praktiska tips.

Enkäten om önskad information och distributionssätt av kundtidningen bifogas också detta nummer samt nästa av PentronicNytt (2016-2 resp. -3). Därefter avlägsnar Pentronic de adresser ur distributionsregistret som inte besvarats.

Vad betyder anslutningsledningens längd?

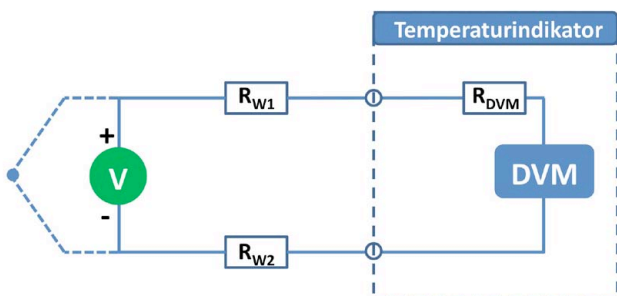
En vanlig fråga till Pentronic är hur längden och därmed resistansen i anslutningsledningen till termoelement inverkar på mätresultatet. Men det finns flera felkällor kopplade till ledningslängden. Här reder vi ut några.

Frågeställningen kan härröra från äldre tiders temperaturmätning där termoelementets elektromotoriska kraft (emk) måste driva en mekanisk visare. På visarindikatorn fanns angivet ett resistansvärde som termoelementet med anslutningsledning skulle uppfylla för att temperaturskalan bakom visaren skulle stämma. Även första generationens batteriindikatorer kunde visa märkbara fel på tiondels grader om för lång och tunn ledning användes.

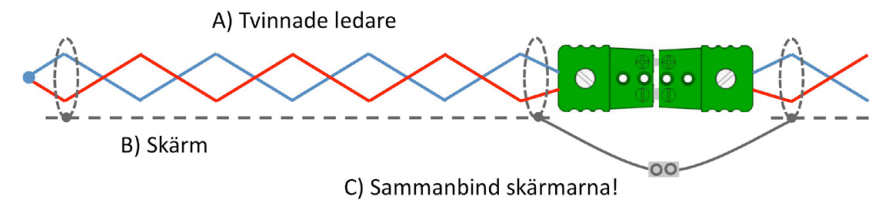
Obetydlig mätström

Moderna indikatorer innehåller en digital voltmeter (DVM) som har mycket stor ingångsresistans, såg 10 Mohm. Ett termoelement som t ex typ K har större resistans än en parledning av koppar i motsvarande diameter och längd. Exempelvis har typ K för tråddiameter 0,5 mm och 1 meter längd resistansen 4,9 ohm per dubbelmeter (dbm), dvs inklusive båda ledarna. Motsvarande koppartråd är på 0,17 ohm/dbm.

För att bedöma mätfelet kan man räkna ut hur stor andel av termospänningen som faller bort över termoelementets anslutningsledning. Se figur 1. I praktiken betyder 100 m ledning att mätresultatet minskar med ca 0,049 % på grund av spänningsdelningen. Det innebär att absoluta felet orsakad av spänningsdelningen också ökar approximativt med temperaturnivån. Vid 500 °C motsvarar det ca 0,25 °C för låg visning. Termoelements känslighet är olinjär men kan antas vara ca 40 $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$ för typ K. Höjd ingångsresistans på temperaturindikatorns digitalvoltmeter liksom ökad ledningsdiameter



Figur 1. V = Termoelementets genererade spänning. $R_{W1} + R_{W2}$ = ledningsresistans per meter ledningslängd för typ K är 4,9 ohm vid tråddiameter 0,5 mm. $R_{DVM} \geq 10$ Mohm. 100 m sådan ledning minskar DVMs andel av V med 0,049 %. Vid 500 °C motsvarar det ca 0,25 °C.



sänker förlusterna. Ökad ledningslängd däremot förstör naturligtvis mätfelet.

Redan vid 250 - 550 °C finns andra fenomen som t ex SRO [Ref 1] med betydligt större inverkan på mätresultatet. Felet 0,25 °C är inte stort i jämförelse med SRO-hysteresen som kan få mätvärdet att variera med upp till 4 - 5 grader.

Antennverkan

En större felkälla kan vara att anslutningsledningen fångar upp elektriska störningar genom antennverkan. Vanligt är t ex utstrålad lågfrekvent sinusstörning från kraftkablar (upp till ca 400 Hz). Om anslutningsledningen har sina ledare tvinnade delar i princip varje ögla störningens inverkan till hälften. Normalt har moderna transmittorer och ingångssteg i efterföljande elektronik försetts med störundertryckning av seriell och parallell typ, (Serial resp. Common mode). Med tillräckligt stark dämpning, stort decibeltal, kan oftast störningen fås ned tillräckligt. Ett alternativ kan vara att placera transmittorn så nära termoelementet som möjligt och därmed minska förmågan att suga upp störningar. Se figur 2.

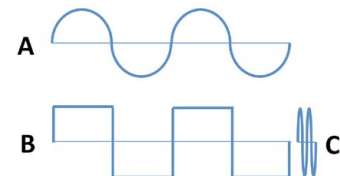
Känsligheten 40 $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$ ger en liten termospänning som när den är överlagrad på en sinusformad störning kan betyda mätfel från delar av grader till att indikatorn går i ändläge. Se figur 4.

Skärmning vid högfrekvens

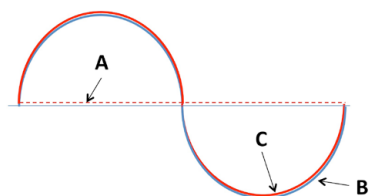
För högre störfrekvenser (större än ca 400 Hz) som alstras av transienta signaler, "spikar", mobiltelefoner, kommunikationsradio eller digital trafik i pulståg, måste skärmning tillgripas. Skärmning av både störande och störd ledning kan krävas. På skärmd

Figur 2. Termoelement som består av (A) tvinnade och (B) skärmade anslutningsledning. Tvinning dämpar störande frekvenser upp till ca 400 Hz. Skärmning dämpar t ex inflyttandet av fyrkantsvåg som har högt frekvensinnehåll. (Se vidare figur 3). (C) visar ett enkelt sätt att knyta ihop alla skärmarna till en sammanhängande längd för att jordas i en gemensam punkt.

kabel bör skärmen föras igenom även i skarvanordningar. Jordning bör normalt ske i en central punkt för att undvika jordströmmar som kan ändra potentialen i jordpunkterna och därmed oavsiktligt modulera mätsignalen. Det finns termoelementkontakter med tre stift, där ett är avsett för att föra igenom skärmledare. I vissa högfrekventa fall kan även den korta exponerade kontaktutsträckningen suga upp störningar och då kan man även behöva skärma av kontaktarna mot omlivningen.



Figur 3. A) Sinusvåg. B) Fyrkantvåg innehåller höga sinusfrekvenser för att kunna bilda branta flanker. C) Flankerna i B blir brantare ju mer högfrekventa sinusvågor som ingår.



Figur 4. A) Liten lågfrekvent likströmskomponent från termoelementet (streckad) som man vill mäta. B) Störande sinusformad AC-komponent (blå). C) Resultande signal till indikatorn (röd).

Referenser se www.pentronic.se > Nyheter > Kundtidningen > D:o Arkiv [Ref 1] Se StoPextra 2010-1, sida 4

Har du synpunkter eller frågor kontakta Hans Wenegård: hans.wenegard@pentronic.se

Aktuella temperaturkurser

ST1

19-20 oktober 2016 och preliminärt, mars 2017

Se www.pentronic.se > Tjänster > Utbildning - kurser för senaste information om kurstillfällen. Kontakta oss om temperaturkurs på ditt företag.

Pentronics produktprogram

- Temperaturgivare
- Temperaturindikatorer
- Handhållna temperaturmätare
- Reglerutrustning
- Kalibreringstjänster & -utrustning
- Fukthalts- & tjockleksmätare
- Utbildningar i temperaturmätning & -kalibrering
- Temperaturtransmittorer
- Kablar - kontakter - paneler
- IR-pyrometrar
- Dataloggar och skrivare
- Flödesmätare
- GFM Glasflödesmätare
- Elektro-optiska testsystem



Bergsliden 1, SE-593 96 Västervik
Tel. 0490-25 85 00, Fax. 0490-237 66
www.pentronic.se