

Termoelement av ädla metaller har ett gediget rykte om att vara noggranna och långlivade, men ack så dyra. – Vi har gjort bedömningen att det är värt merkostnaden, säger Joakim Lindblom vid Metallforskningsinstitutet i Stockholm.

För de flesta är ädla termoelement av typerna B, R, S och så vidare något man bara ser i kataloger (och i prislistor). Inom industrin är typ K vanligast med typ N som ett växande alternativ. Även typ J och i viss mån T används.

Förhållandet avspeglas i artiklarna här i StoPextra. Mest pratar vi om K och oss veterligen har vi hittills bara omnämnt de ädla elementet i förbigående.

På Metallforskningsinstitutet är typ S närmast standard. Det beror på att man ofta mäter i höga temperaturer under lång tid.

Institutet finansieras av industrin och staten. Ett 80-tal forskare ägnar sig åt att kartlägga metallers egenskaper och olika produktionsmetoder. Joakim är en av forskarna och arbetar i kryplaboratoriet.

Kartlägger kryp

– Vår uppgift är att kartlägga krypningar, alltså hur mycket en metall "töjer sig" vid en viss belastning och temperatur över tiden, berättar han.

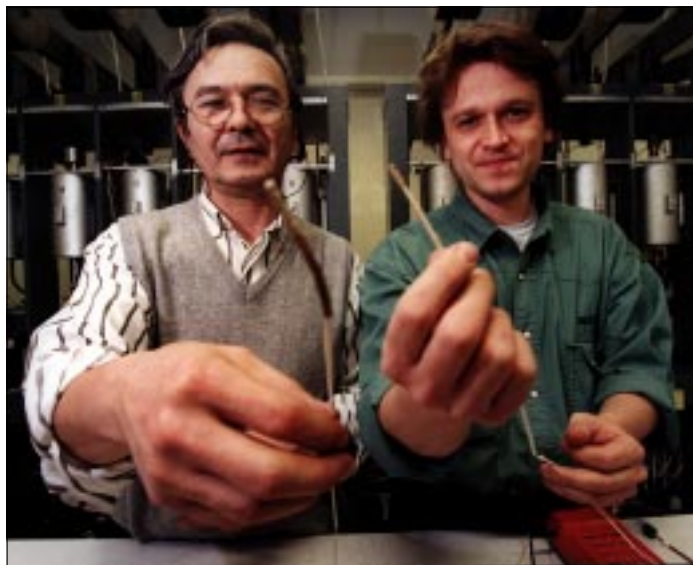
Praktiskt kan det handla om t ex en legering till turbinblad i kraftverk. Krypningen gör att bladet med tiden töjs så mycket att det skrapar emot andra delar i turbinen. Det går att bestämma krypningen och därmed förutsäga serviceintervaller, livslängd och mycket annat.

Ett prov kan sträcka sig över två år. Under den tiden måste temperaturen i ugnen vara stabil inom $\pm 2^\circ\text{C}$. Från början klarar de flesta givare uppgiften, men sedan börjar åldringsfenomen slå igenom.

Typ S och andra ädla givare har i grunden snävare tolerans i höga temperaturer än andra typer. Men det viktiga är att de har bättre långtidsstabilitet. Vilket gör dem oundgängliga för denna typ av långtidsprover.

Vid metallforskningen används typ S även vid mindre kritiska mätningar. Man gör bedömningen att det är viktigare att be-

Ädla element är värda pengarna



– Ädla termoelement kan löna sig i längden, anser Joakim Lindblom (t h), här tillsammans med kollegan Sacredin Seitisleam på Metallforskningsinstitutet.

gränsa antalet givartyper för att undvika förväxlingar än att snåla in på givarna.

– Dessutom har S-givarna ett högt skrotvärde. Man kan säga att vi lånar de ädla metallerna under givarens livstid, säger Joakim.

Det här låter ju bra, men även den äldste givare har en baksida. Den kanske främsta begränsningen är att typ S ger låg signal. Det handlar om cirka 15 procent av signalen från typ K.

Det här märks på äldre instrument som vägrar indikera temperaturer under 500-600°C. Signalen räcker helt enkelt inte till.

– Moderna instrument av bra klass har inte den begränsningen. Men det gäller att vara noggrann vid val av instrument, säger Joakim som har ytterligare ett gott råd:

– Håll det enkelt. Använd partivinnad tråd och undvik skarvar och annat som kan påverka signalen.

Risk för förgiftning

Det finns flera kryplaboratorier i runt om i Sverige, t ex på Sandvik, Avesta-Sheffield och CMS Materialteknik.

Tillsammans med metallforskningen driver de ett projekt i provningsmetodik runt just termoelement typ S. Man samlar in data och kartlägger givartypen.

En hel del har man redan klart för sig, bl a att typ S kan förorenas av andra metaller i höga temperaturer.

Metallforskningen har dokumenterat felvisning på upp till 5°C på grund av nickelförgiftning. Mätfelelen kommer sakta krypande och det krävs att man löpande följer upp sina termoelement för att upptäcka felet i tid.

För den som vill fördjupa sig i ämnet finns en forskningsrapport utgiven av Jernkontoret. Den heter "Termoelements åldring i värmningsugnar" och är skriven av Henrik Gripenberg.

Tror på värdet

Joakim Lindblom understryker att temperaturmätning långt ifrån bara handlar om bra givare och utvalda instrument.

Den mänskliga faktorn är viktigast. Därför vidareutbildar man sig bl a inom temperaturmätning.

För en tid sedan höll Pentronic en seminarium om termoelement i allmänhet och ädla givare av typen S i synnerhet för ett 30-tal forskare. – På högskolan lär man sig inte särskilt mycket om praktisk temperaturmätning. När jag studerade för 10-15 år sedan fick vi lära oss att emk uppstår i termoelementets spets. Jag hoppas att det inte är så idag, kommenterar Joakim.

Dessutom tycker han att även kunniga temperaturmätare behöver "väckas" med jämna mellanrum.

– Man är så fokuserad på sitt huvudproblem att temperaturmätningen lätt hamnar i bakgrunden. Till sist läser man bara av värdet och tror på det.

Extrakurs full

Vårens tillfällen av kursen "Spårbar temperaturmätning" blev fullbokade på en vecka. Därför har Pentronic satt in en extra kurs 6-7 maj. Den är också full!

Därför planerar Pentronic ytterligare en extra kurs i början av september. Åtta personer har redan tecknat sig så anmäl dig snabbt med kupongen här i StoPextra eller ring 0490-670 00.

Ordinarie kursdatum under hösten är 23-24 september och 4-5 november.

Bättre givare med gjuten kontakt

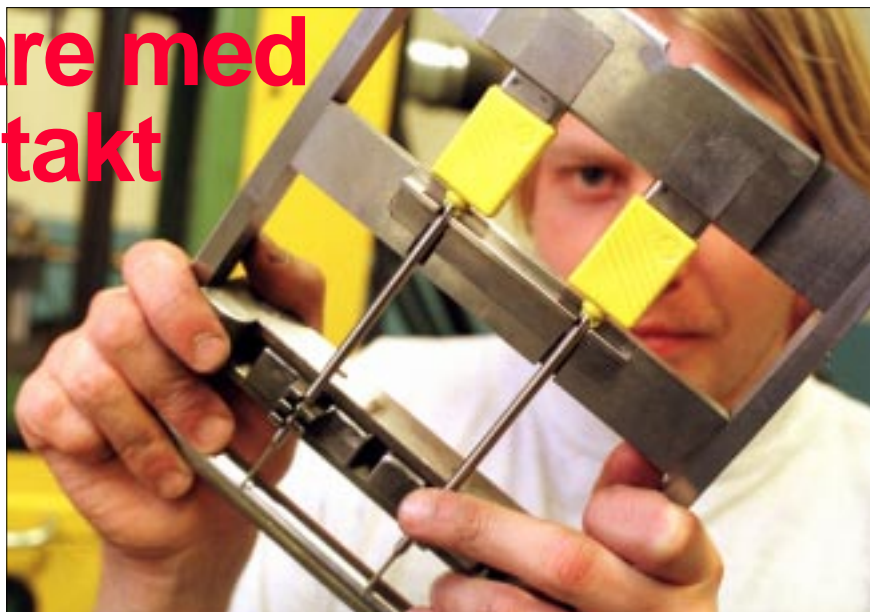
Pentronic har tillverkat termoelement med gjuten hankontakt i snart tio år. Nu börjar den gjutna kontakten att få ett rejält genomslag.

– Många kunder anser att den är avsevärt bättre, säger Boije Fridell hos Pentronic.

Skruvade kontakter fungerar som vilka elkontakter som helst. Ledarna skruvas fast i två stift som placeras i ett ytterhölje. Kontakten släpper in fukt och skruvarna kan lossna av t ex vibrationer.

En gjuten kontakt klarar fukt bättre och det finns inga skruvar som kan gånga loss. Dessutom slipper man problemet med polvändning och därav följande mätfel. Andra fördelar är att tidskrävande plock med givare och kontakter utgår.

En nackdel är att kontakten inte kan bytas ut. Är den trasig, måste hela givaren kasseras. Å andra sidan kostar det pengar om Pentronics kunder ska reparera givare istället för att ägna sig åt sin produktion.



Termoelement med gjuten kontakt håller längre och tål fukt och vibrationer bättre.

Det finns även en annan sida av kontakterna. Några av Pentronics kunder skickar gamla kontakter för montering på nya givare. Det förutsätter att kontakterna är hela rena och rensade. Om Pentronic måste rengöra kontakterna blir det dyrare än att plocka en ny från lagret.

Den gjutna kontakten är en hane i standardstorlek. Än så länge tillverkas den bara för typ K, eftersom Pentronic svarar egna stift. Det krävs volym för att motivera lagerhållning av en viss typ av stångmaterial. I längre serier kan kontakten tillverkas för valfri typ av termoelement.

IEC för leverans

Pentronic har bot på lager mot färgkodsförvirring, ett bassortiment infärgat enligt IEC-normen. Andra typer levereras på beställning.

IEC-normen föddes ur ett behov av att renodla oredan i färgkoderna. I Sverige används i första hand amerikanska ANSI och tyska DIN. Dessutom förekommer engelska BS, franska NF och via t ex importerade maskiner förekommer andra normer.

Den största risken finns mellan ANSI och DIN. För termoelement typ K anser tyskarna att röd är plus medan USA använder röd som minus.

IEC-normen skapades för att slippa den här förvirringen. För att inte krocka med befintliga standarder har man valt andra färger. Ledarna i typ K enligt IEC är gröna och vita, i ANSI gula och röda och i DIN röda och gröna. IEC har genomgående vit färg på negativ ledare medan den positiva har samma färg som ytterhöljet.

IEC har inte fått något större genomslag i Sverige. De flesta vill ha vad de är vana vid, men trenden är IEC i nya projekt och utbyggnader. De flesta undviker att blanda två normer i samma anläggning.

Hur länge dröjer det innan IEC blir den problemlösare många efterlyser? En parallell är gängor. Ambitionen är att gå över från tum till millimetergångor, men av tradition är de vanligaste gängorna på genomföringar och nipplar fortfarande G1/8 och G1/2 tum.

– Sedan jag började här 1975 har det sagts att millimeter, t ex M10, ska bli standard för gängor, kommenterar Boije Fridell på Pentronic.

Fel i mätplatskalendern

Det blev fel i den senaste upplagan av Mätplatskalendern från Swedac.

Det är avsnittet om mätosäkerheter för elektrisk ström och resistans vid Pentronics ackrediterade kalibreringslaboratorium har fallit bort. Det är "tyrkfelnisse" som varit framme och felet ska rättas till i nästa upplaga.

– Fram tills dess hoppas vi kunna utvidga vår ackreditering ytterligare, säger Pentronics laboratoriechef Fredrik Arrhén.

Följande är de korrekta uppgifterna för Pentronics ackreditering:

Mätobjekt	Mätområde	Osäkerhet
Temperatur		
Resistanstermometer		
Fixpunkter	Hg -38,8344°C	±0,003°C
	TP 0,01°C	±0,003°C
	Ga 29,7646°C	±0,003°C
	In 156,5985°C	±0,004°C
	Sn 231,928°C	±0,004°C
	Zn 419,527°C	±0,005°C
Jämförelsekalibrering	-80°C - 200°C	±0,015°C
	200°C - 400°C	±0,04°C
	400°C - 650°C	±0,1°C
Termoelement		
Jämförelsekalibrering	-80°C - 400°C	±0,07°C
	400°C - 630°C	±0,1°C
	630°C - 1100°C	±0,7°C
	1100°C - 1200°C	±2°C
Indikerande eller registrerande instrument med givare		
Fixpunkter	Hg -38,8344°C	±0,003°C
	TP 0,01°C	±0,003°C
	Ga 29,7646°C	±0,003°C
	In 156,5985°C	±0,004°C
	Sn 231,928°C	±0,004°C
	Zn 419,527°C	±0,005°C
Jämförelsekalibrering	80°C - 200°C	±0,015°C
	200°C - 400°C	±0,04°C
	400°C - 630°C	±0,1°C
	630°C - 1100°C	±0,7°C
	1100°C - 1200°C	±2°C
Resistans		
Fasta resistorer och resistansdekader	10 - 1110 ohm	±10 ppm
Elektrisk ström		
Strömkällor och mätinstrument för likström	0,001 mA - 2 mA	±40 nA
	2 mA - 20 mA	±400 nA

Skrivare eller PC?

Hur ska man på bästa sätt registrera och spara mätvärden? Med pappersskrivare, en dator eller något mitt emellan? Svaret är som alltid: Det beror på vilka krav man ställer.

Frågan blir allt viktigare i ISO 9000-tider med krav på spårbarhet i produktionen. Praktiskt innebär det att man ska kunna gå tillbaka i tiden för att hitta mätdata för en viss produktionscykel.

Av detta följer krav på att mätvärdena inte ska kunna manipuleras eller ofrivilligt förstöras.

Det traditionella sättet är att använda en pappersskrivare. Det finns två typer; linjeskrivare och punktskrivare. Linjeskrivaren består i princip av en eller flera pennor och ett papper som rör på sig.

Punktskrivaren är en enklare variant där man använder ett skrivarhuvud för att registrera flera simultana mätningar. Eftersom huvudet måste hoppa runt på papperet sker registreringen med punkter som i efterhand kan bindas samman. Vad som hänt mellan punkterna, kan man med säkerhet inte veta.

Fördelen med punktskrivarna är lägre kostnad per mätvärde än en linjeskrivare med kontinuerlig registrering. Den gemensamma nackdelen är papperet. Vad ska man göra av allt som måste sparas för spårbarhetens skull?

PC och alternativet

På många håll har datorn ersatt skrivarna. Systemen består av ett rackmonterat kort (I/O) som översätter analoga mätsignaler till digitalt datorspråk. Loggningen sker på PC:ns hårddisk och resultatet visas på bildskärmen. Kraftfull mjukvara ger stora möjligheter

till beräkningar och rapportgenerering.

Ett nytt alternativ är digitala skrivare, även kallad grafisk mätvärdesregistrering. Det är i princip skrivare utan papper med inbyggd dator. Visningen sker på en bildskärm där linjerna skrivs ut analogt i realtid. Mätvärdena lagras i ett videominne och man kan enkelt gå tillbaka flera veckor i tiden för att köra ett förlopp i repris.

Mätvärdena sparas på någon typ av datamedium, t ex diskett, PC-kort eller lösstagbar hårddisk. Redan i skrivaren går det att göra kraftfulla beräkningar och data kan enkelt föras över till ordinarie datasystem för vidare bearbetning och långtidslagring. I många sammanhang anses pappersskrivaren mer säker.

Det är inte lika lätt att manipulera grunddata, medvetet eller av misstag, som med en PC.

Moderna pappersskrivare har en hel del kraftfulla beräkningsfunktioner som massflöde och F-värde samt avancerad larmhantering. Dessutom kan man komplettera skrivaren med loggerkort och dator för att få ett säkert och funktionellt system.

Säkert och enkelt

Digitala skrivare är lika säkra som sina papperskusiner. Grunddata lagras i komprimerad form och det finns ingen risk att fortsatta beräkningar påverkar utgångsmaterialet. Dessutom slipper man krångel med att byta pappersrullar och pennor. Och det blir inga papper som måste lagras i kanske tio år.

Om man jämför skrivaren med datorer finns flera viktiga skillnader. Ett PC-system består av flera komponenter som ska fungera ihop. Det är själva datorn, I/O-hårdvaran och programmen. Själva utrustningen svarar bara en bråkdel av den totala kostnaden. De stora kostnaderna ligger i att utbilda personalen och hålla systemet uppdaterat.

En digital skrivare är mer som ett självspelande piano. Det behövs ingen kvalificerad personal för att starta utrustningen eller sköta registreringen. Samtidigt har den likartade funktioner som datorn och sköts via t ex självinstruerande menyer på en pekskärm. □



Digital skrivare från Eurotherm Chessel, ett lättanvänt och säkert alternativ till både PC och pappersskrivare.

Produkt-Nytt

Temperatur och relativ fukthalt



Finns det någon prisvärd termohygrograf? Pentronic har fått frågan från flera kunder. Här är svaret: Omega CT485.

Första åtgärd var att söka reda på en mikroprocessorbaserad termohygrograf som motsvarade kundernas krav. Den skulle automatiskt mäta luftens temperatur och relativa fukt, fungera utan koppling till dator eller liknande, logga resultaten på ett papper och inte kosta för mycket.

Amerikanska Omega hade en lämplig modell. Pentronic beställde den för utvärdering. Termohygrografen fungerar klanderfritt och nu tar Pentronic upp den på programmet.

Omega CT485 är lätt att använda. Sätt in en graderad pappskiva, välj om registreringen ska pågå i 1, 7 eller 32 dagar, sätt larmnivåer och tryck på start. När pappskivan är fullskriven är det bara att byta. Termohygrografen drivs med batteri eller nätspänning och är perfekt när du behöver okomplicerad mätning och dokumentation av temperatur och relativ fukthalt i produktion eller lager, laboratorium eller kontor.

GretagMacbeth mäter och styr färgen on-line

Tyska GretagMacbeth är en välrenommerad tillverkare av utrustning som mäter och styr färger on-line i produktionen. Utrustningen används på flera håll i Sverige, främst av pappersindustrin.

GretagMacbeth har inlett ett samarbete med Pentronic, som är deras representant i Sverige.

Det handlar om kompetent utrustning för beröringsfri färgmätning direkt i produktionen.

Utrustningen fungerar som en "ljusradar" och mäter över hela det synliga färgspektrat

med en upplösning på en nanometer.

Så här går mätningen till: Mät huvudet sitter ca 10 mm från produkten som belyses med en blixtlampa. Det reflekterande ljuset fångas upp med fiberoptik och analyseras av en spektrometer.

Varje enskild mätning tar en tusendels sekund och i praktiken mäts färghållningen kontinuerligt med stora möjligheter att snabbt korrigera eventuella fel och utifrån mätningarna reglera processen.

GretagMacbeth arbetar med den tredje generations utrustning. Den beprövade tekniken är synnerligen driftssäker och okänslig

för störningar som omgivande ljus, produktens hastighet, ändringar i opacitet och fladder i t ex pappersbanan. Andra fördelar är helt automatisk kalibrering med en osäkerhet på $\pm 0,07$ nm.

GretagMacbeth är mer än ett kompetent mät huvud. Systemen levereras komplett med mätram och kraftfull mjukvara för registrering, larm och styrning av produktionen.

Exempel på användningsområden är kontroll och styrning av vithet, opacitet och inblandning av optiska vitgörare vid pappers- och massa produktion samt vid tillverkning av glas, plast och liknande.

Dränkta givare bot mot mätfel

En temperaturgivare ska helst kalibreras under samma betingelser som den används på riktigt. I vissa fall får man gå så långt som att dränka givaren i vätska.

Följande resonemang gäller alla mätningar där både termoelement och en del av kabeln befinner sig i en varmare zon än övriga mätsystemet.

Termoelement för autoklaver är ett bra exempel på en speciell konstruktion som ställer problemet på sin spets. Mätspetsen är så tunn att normaltjocka termoelement-trådar inte får plats.

Av hanteringskäl används mjuka, mångtrådiga anslutningskablar. En sådan kabel kan t ex ha sju eller 16 kardeler, men ned i givarspetsen går bara en kardel från respektive ledare. En vanlig diameter utan isolering är 0,2 millimeter.

Liknande konstruktioner används även för andra givare med tunna spetsar och mjuka anslutningskablar.

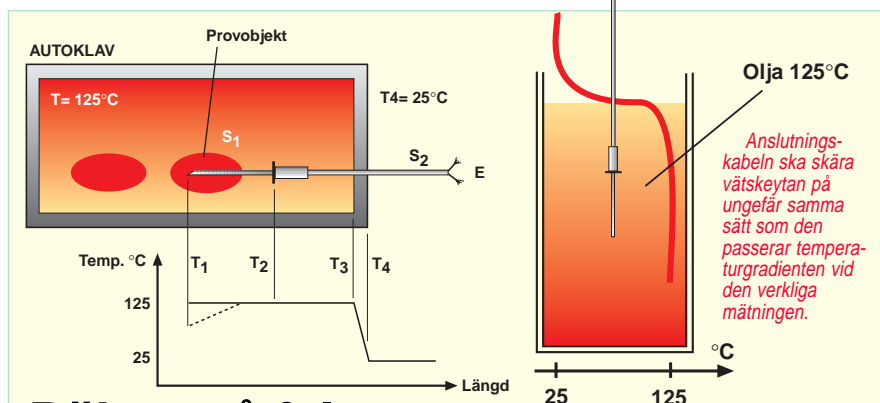
Gradienten hamnar fel

Grundläggande för termoelement är att hela kretsen deltar i mätningen. Själva mätvärdet, den elektromotoriska kraften (emk), bildas i temperaturgradienten, i detta fall där anslutningskabeln passerar genom autoklavens vägg.

I gradienten befinner sig den mångtrådiga kabeln och emk blir ett medelvärde för samtliga kardeler.

Några bidrar med högre emk, andra med lägre och det går inte att fastställa egenskaperna för just den som löper vidare till givarspetsen. Det enda som är klart är att kardelernas medelvärde ligger inom toleranserna för kabeln.

Det här försvårar kalibrering i t ex en blockkalibrator. Bara själva spetsen sticks ned i kalibratorm och gradienten hamnar



Räkna på felet

Se ovanstående figur. S1 är seebeck-koefficient för utvalt kardelpar och S2 för hela kabeln. Termoelementets utsignal (E) kan allmänt tecknas som:

$$E = S_1(T_1 - T_2) + S_2(T_2 - T_3) + S_2(T_3 - T_4)$$

T1 har vid den intressanta delen av mätningen stigit till ca 125°C, samma som T2 och T3. T4 är 25°C. Då reduceras uttrycket till:

$$E = S_2(T_3 - T_4) = 100 S_2$$

Om man vid kalibrering endast exponerar spetsen för 125°C och övriga punkter håller 25°C, blir resultatet:

$$E = S_1(T_1 - T_2) = 100 S_1$$

Samma mätvärde uppnås endast om S1=S2. Om den ensamma kardelen i spetsen har en annan seebeck-koefficient än genomsnittet för den mångtrådiga ledaren blir följden en felvisning. Skillnaden kan uppgå till ett par grader.

över ett område med två kardeler, en från varje ledare. I verkligheten placeras hela givaren med anslutningskabel inne i autoklaven och gradienten bildas i den mångtrådiga delen av kabeln.

Skillnaden i mätvärde mellan att ha temperaturdifferensen över givarspetsen eller över anslutningskabeln kan i sämsta fall bli ett par grader. IEC-normen tillåter en tolerans på ±1,5 °C (Klass 1) respektive ±2,5°C (Klass 2) för typ K, ±0,5 resp. ±1,0°C för typ T. Det kardelpar som bildar mät-punkten är en slumpmässig kombination av upp till 16 x 16=256 möjligheter och måtfelet skulle t o m kunna ligga utanför toleransen.

Tål den vätskan?

Vid kritiska processer som autoklavering kan det få vådliga följder. Syftet är att ta död på mikroorganismer, vilket kräver en temperatur på 120-130°C under en viss tid. Några överlever om temperaturen är för låg.

Samtidigt kan "överdoserad" värmebehandling påverka produktens kvalitet, till exempel smakförändringar i livsmedel. Den enda möjligheten för korrekt mätning är

att kalibrera givaren på samma sätt som den används. I autoklav-fallet kan man dränka givaren i ett vätskebad och låta kabeln passera ytan på ungefär samma sätt som den går igenom väggen. Man behöver inte göra exakt lika, eftersom förändringarna utefter kabelns längd inte är större än någon tiondels grad.

Men håll ögonen på vilken typ av kabel du använder. Anslutningskablar och kompensationsledning har olika begränsade temperaturområden. För mer information, se Pentronics temperaturhandbok kapitel 3 sidan 9.

Beroende på temperatur kan badet innehålla vatten eller olja. Det är viktigt att man är säker på att kabel, avlastning och skarvhylsa tål vätskan i det aktuella badet.

Resonemanget kan överföras på all typ av temperaturmätning och därtill hörande kalibrering. Tänk igenom hur givaren används och kalibrera den på samma sätt.

Den uppmärksamme läsaren förstår säkert varför autoklavtillverkarna ofta väljer att använda Pt 100-givare. Dessa mäter bara temperatur i spetsen.

Mer information!

Fyll i, klipp ut och posta kupongen till Pentronic, 590 93 Gunnebo.
Telefax 0490-237 66, telefon 0490-670 00, e-post info@pentronic.se

Kursen "Spårbar temperaturmätning"

- 23-24 september (Anmälan)
 Håll mig informerad om extrakurser

Kursen "Avancerad kalibrering"

- 21-22 oktober 1998 (Anmälan)

Företagsförlagd utbildning

- Kontakta mig

Namn.....

Företag.....

Adress.....

Postnr.....Ort.....

Telefon.....Fax.....

Jag vill ha mer information om:

- Omega CT485(Temp och fukt)
 GretagMacbeth färgmätning
 Eurotherm Chessel skrivare
 Temperaturhandboken (Katalog)

For Norge

For informasjon, kontakt Fagerberg Norge a.s. på tlf. 69 26 48 60 eller telefax nr. 69 26 73 33

- Samling av teknikartiklar ur StoPextra 1990-96
 Gratis prenumeration StoPextra