

STOP EXTRA

Pentronic AB, 590 93 Gunnebo, telefon 0490-25 85 00, fax 0490-237 66, internet www.pentronic.se, e-post info@pentronic.se

UTGÅVA
102

Rätt mätt på rätt ställe med speciella temperaturgivare



Ann Simonsson och Tommy Gundersen hjälper provarna på Volvo Personvagnar att mäta på rätt ställe, på rätt sätt. I handen har Tommy en specialgivare för temperaturmätning i oljeträg.

Volvo Personvagnar har sedan många år ett nära samarbete med Pentronic. Det har utmynnat i ett stort antal temperaturgivare, skapade för att uppfylla Volvos skiftande krav genom åren.

Ett av de senaste exemplen är ett termoelement med variabel längd och uttag för tryckmätning som ersätter motorns oljesticka.

Dagens företag är helt annorlunda jämfört med för 30 år sedan. Pentronic ingår i börsnoterade Indutrade och Volvo Personvagnar är en del av Fordkoncernen. Men på golvet fortsätter samarbetet som förr.

– Om vi har ett mätproblem, kontakter vi Pentronic och diskuterar gemensamt fram en lösning, berättar Tommy Gundersen på den finmekaniska verkstaden vid Volvos utvecklingsavdelning, som ligger granne med Torslandafabriken i Göteborg.

Rätt plats och kunskap

Volvo Personvagnar har organiserat sin mätverksamhet lite annorlunda jämfört med andra företag. I vanlig ordning finns en mätteknisk avdelning som hanterar kalibreringar

och bistår provarna med givare, instrument och kunskande.

– Dagens mätutrustning och rutiner för kalibrering och underhåll är så bra att problemen sällan ligger i utrustningen. Det stora problemet är att applicera givarna på rätt sätt, på rätt ställe, säger Ann Simonsson på mätteknik.

Det är här som Tommy och hans finmekaniker kommer in i bilden. Verkstaden är specialiserad på att applicera alla typer av givare varhelst provningsingenjörerna önskar mäta.

– Lika viktigt är att bidra med praktiskt kunskande om vad som fungerar och inte. Det är en sak att föreskriva mätning i en viss punkt, en annan att göra det tillräckligt bra, säger Tommy.

Allt snabbare utveckling

Det mesta brukar kunna lösas med hjälp av en välutrustad mekanisk verkstad och skickliga hantverkare. Genom åren har temperaturgivare monterats in på de mest omöjliga ställen. Några exempel är Pt 100-element infrästa i motorns vevaxel, termoelement i turboaggregat och givare i roterande bakaxlar, där mätvärden länkas till insamlingsutrustningen i bakluckan

med telemetri.

– Vi brukar hitta vägar att uppfylla våra kunders önskemål, säger Tommy blygsamt.

När det gäller temperatur går komplicerade frågeställningar vidare till Pentronic. Genom åren har det utmynnat i ett antal specialgivare som upphöjts till Volvostandard. Samtidigt finns hela tiden behovet att hålla nere antalet givarmodeller, utan att det går ut över mätningens kvalitet.

– Utvecklingstakten är högre idag än för bara några år sedan. Idag utvecklar Volvo nya bilmodeller på under halva tiden, samtidigt som antalet varianter av varje modell är fler, förklarar Ann.

En givare, flera längder

Som exempel finns idag motorer med 4,5,6 och 8 cylindrar, drivna av bensen, etanol, diesel och gas. Det är ogörligt att ha speciella temperaturgivare för varje motor.

För t ex temperaturmätning i oljeträget har en särskild givare tagits fram, som ersätter oljestickan. På givaren sitter även ett uttag för mätning av trycket i vevhuset.

Finmekanikerna ser sällan en komplett provbil utan arbetar med de komponenter där mätningen ska ske. Det gör däremot mätteknikerna.

– En provbil är fylld av mätutrustning. Temperatur är bara en av storheterna och det gäller att installera utrustningen smart så att allt får plats, berättar Ann.

Det lär bli mer av den varan i framtiden, med tanke på allt strängare emissionskrav och högre krav från konsumenter som förväntar sig den yppersta komfort av ett prestigemärke som Volvo. Den finmekaniska verkstaden har att göra och framtiden kommer att bjuda på många nya temperaturgivare. 



Volvos egen konstruktion av skyddande skärm för säker mätning av utetemperaturen när provbilen kör. Enheten hängs på utsidan av sidofönstret.

Termoelement för hög temperatur och svår miljö

I bilagan visar vi exempel på lagerförda givare typ K och N för hög temperatur och svår miljö. Givarna kan användas i ugnar för bl a förbränning och värmebehandling. Även ädelmetallinsatser av typ S finns.

Få produktionsanläggningar är så väl övervakade som kärnkraftverk.

Därför avslöjades ett mätfel, som sål- lan upptäckts på andra håll, när reaktorn Oskarshamn 2 i höstas återstartades efter byte av generator.

Generatorbytet var en planerad åtgärd vid den årliga revisionen. Under provkörning uppmät- tes för höga temperaturer i några punkter, vilket ledde till att verket bara kunde köras för halv effekt. Det betyder att 1,5 procent av Sveriges hela elproduktion gick förlorad.

– De indikerade temperaturerna var inte rimliga. Vi misstänkte att signalen blev störd av generatorns magnetfält, berättar Evert Svensson, projektledare för generatorbytet.

Pentronic kontaktades för att i ett första steg mäta upp de faktiska temperaturerna. Det var ett mätfel, precis som verkets personal misstänkte, och orsaken var störningar från magnetfältet.

Byte av instrumentering

Det fanns två möjliga åtgärder. Den ena var att dra nya anslutningsledningar till över 100 temperaturgivare. Den andra var att instal- lera nya ingångskanaler med tillräckligt hög dämpning för att neutralisera störningarna. Det är inte ekonomiskt försvarbart att stänga

Vanligt mätfel krävde ett kärnkraftverk för att upptäckas

av tre procent av landets elproduktion för att dra nya ledningar.

Problemet löstes i två steg. Först hyrde OKG ett instrument med mycket god stör- ningsundertryckning från Pentronic för att manuellt övervaka generatoren. Därefter stoppades driften under tre dagar i slutet av oktober för installation av instrumentering ur Pentronics program med tillräcklig stör- tryckning för generatorns magnetfält.

– Nu får styrsystemet korrekta tempera- turvärden, konstaterar Evert Svensson.

Vanligt på andra håll

Det bör påpekas att problemet inte har något att göra med reaktorsäkerheten. Om temperaturen verkligen varit för hög, hade det kunnat skada generatoren, vilket i sin tur hade stoppat produktionen och orsakat stora kostnader.


Mätfel på grund av magnetiska störningar är relativt vanliga i olika industriella processer. Ofta upptäckts inte felen utan processen körs på fel temperaturer, vilket kan leda till kvali- tetsproblem eller höga energikostnader.

– Om man misstänker störningar så kan



Styrsystemet registrerade för hög temperatur i den nya generatoren. Det hindrade kärnkraft- verket Oskarshamn 2 från att köra på full effekt. Orsaken var att temperaturgivarna stördes av generatorns magnetfält.

det kontrolleras med ett bra handinstrument, som vi gjorde i Oskarshamn, säger Per Bäck- ström på Pentronic.

Om mätvärdet kraftigt avviker från det som registreras av styrsystemet, behöver lösningen inte vara svårare än byte till trans- mittrar med tillräcklig dämpning för aktuella störningar. 


Störningar bortglömda

Mätsystem av idag har inte lika bra stör- ningsundertryckning som förr. Jämför artikeln om mättelet ovan. Möjlig orsak är att man koncentrerat sig på den digitala delen i PLC och enklare datainsamlingsystem som ju i många fall fungerar tillfredsställande.

Men i störande miljö fungerar signalkab- lagen som antenner och mätförstärkaren kan inte utan vidare särskilja små DC-spänningar från termoelement som är överlagrade på en många gånger större AC-signal.

Det primära är att minska antennenverkan, vilket kan vara så enkelt som att använda tvinnad termoelementledning. Pentronic har sett många installationer i kritisk miljö med parallelllagda ledare. Till en viss nivå klarar anpassningselektroniken av att dämpa störningen, men i nästa installation kanske ledningarna är längre och då räcker inte dämpningen.

Dålig isolation uppstår i termoelement, trots isolerad mätpunkt, vid högre tempe- ratur (> 600 °C). Om ett mätsystem mäter på en process som strömförsörjs från olika elcentraler, får man lätt in potentialskillnader mellan mätkanalerna som ger mätfel. Här är botemedlet isolationsförstärkare i mät- kedjan, antingen separata eller inbyggda i mätsystemet.

Pentronic planerar att skriva mera om störningshantering nästa år. 

Handhavande avgör prestanda över tiden

Handhavandet har störst betydelse för mätutrustningens prestanda över tiden.

Det visar 13 års årlig kalibrering av instrument och givare till landets miljö- och hälsoskyddskontor vid Pentronics ackredi- terade kalibreringslaboratorium.

– Hanterar man utrustningen väl, så brukar den inte ändra sig mer än någon eller ev några tiondelar mellan kalibreringarna, säger Lars Grönlund.

1993 presenterade Pentronic något som vid den tiden var en världsnöhet, ett komplett mätpaket för livsmedelskontroll inklusive rutiner för årlig kalibrering under ackreditering. Utrustningen köptes av kom- munernas miljö- och hälsoskyddskontor för myndighetskontroller.


Håller fortfarande måttet

Idag finns mer än 100 utrustningar hos en tredjedel av landets kommuner. Ett 50-tal av dem lämnas in för årlig kalibrering, resten återkommer med glesare intervall. Det är unikt att en så här stor population av likartad utrustning har kontrollerats regelbundet under en så här lång period.

Tilltufsad mäter sämre

Åldern har mindre betydelse för mätpres- tanda. Ute i många kommuner används fortfarande den första utrustningen som inhandlades för över 10 år sedan och de år-

liga kalibreringarna visar att instrument och givare håller sig stabila. Vissa åldringsfenomen går inte att undvika, tex småfel som är svåra att upptäcka, men som brukar avslöjas i samband med genomgången innan kalibreringen. Många gånger är då reparation inte ekonomiskt försvarbar. De flesta väljer i stället att investera i en ny termometer.

Det avgörande för mätprestanda är istället handhavande vid mätning och skötsel av utrustningen. Tilltufsad utrust- ning visar sig vid kalibrering ha drivit flera gånger mer än välskött. 



Miljökontorens väl skötta termometrar håller prestanda mycket bra efter mer än 10 års drift. Det framgår vid den ackrediterade kalibreringen, som här förbereds med det ursprungliga vita instrumentet i förgrunden.



Kolla rostbiffens svarstid

FRÅGA: Julen närmar sig och då brukar vi äta rostbiff för att få lite omväxling på den vanliga julmaten. Min matlagningsinsats brukar för det mesta bestå i att ställa in rätt ugnstemperatur och bestämma hur länge rostbiffen skall vara inne i ugnen. I kokboken står det att man skall ha en högre ugnstemperatur (200 °C) för en rostbiff, som skall vara röd i centrum, än för en nöststek (175 °C), som skall vara brun rakt igenom. Vad menar egentligen kokboks författaren?

Johan R

SVAR: Den höga temperaturen i ugnen gör att man får ett större värmeflöde till köttbiten genom konvektion och strålning än vid den lägre temperaturen. Detta betyder också att man får en större temperaturvariation inom köttbiten. Köttet blir då brunt närmast ytan, men det är rött i centrum. När rostbiffen efter en lämplig tillagningstid tas ut ur ugnen finns det därför en temperaturvariation i köttbiten, som fortfarande är röd i centrum.

Undersvalningsförloppet avges värme från området närmast köttytan dels till den omgivande luften via strålning och konvektion, dels till underlaget via värmeledning. Inledningsvis transporteras också värme genom ledning mot köttbitens centrum och centrumtemperaturen ökar. När avsvälningen har pågått en tid har temperaturen utjämnats och värmetransporten sker därefter från köttbitens centrum ut mot ytan och därefter till omgivningen. Värmeavgivningen pågår så länge rostbiffens temperatur överstiger omgivningstemperaturen. Genom att avpassa tiden i ugnen med hänsyn till ugnstemperatur och köttbitens storlek kan man få den rätta rostbiffstrukturen.

Samma typ av värmeöverföringsförlopp som finns i rostbiffen finns också i exempelvis kapslade termoelement, som används för att mäta temperaturen i en gas. När gasens

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


**FRÅGA?
SVAR!**



temperatur ökar transporteras värme från gasen till termoelementets yta och vidare till mätpunkten i centrum av termoelementet. Man kommer därför att mäta temperaturstegringen med en viss eftersläpning. När omgivningens temperatur sjunker, kommer man på samma sätt att mäta en försenad temperatursänkning. Detta innebär att omgivningstemperaturen och den uppmätta temperaturen ligger ur fas.

Fasförskjutning - ett problem

Om mätvärdet skall användas för exempelvis processreglering kan fasförskjutningen i vissa fall innebära ett problem. Fasförskjutningens storlek beror dels av termoelementets konstruktion, dels av den aktuella gasströmningen och därmed värmeöverföringen till termoelementet. Allmänt gäller att hög gashastighet ger hög värmetransport till och från termoelementet och därmed mindre fasförskjutning. Förutom den konstruktiva utformningen av termoelementet påverkas eftersläpningen av de i termoelementet ingående materialens termiska egenskaper. Generellt gäller att ju mindre ytterdiameter det kapslade termoelementet har, desto mindre fasförskjutning får man.

På samma sätt som i "rostbiffsfallet" kan den uppmätta temperaturen öka trots att omgivningstemperaturen minskar. I de flesta fall är dock förloppet så snabbt att man inte märker någon temperaturstegring innan temperaturen börjar falla. Det finns dock anledning att kontrollera vilken fasförskjutning som man kan förvänta sig i det enskilda fallet. 

Har du synpunkter eller frågor kontakta professor Dan Loyd, LITH, på E-post: danlo@ikp.liu.se

Ny på labbet

Håkan Erlandsson är nyanställd på Pentronics ackrediterade kalibreringslaboratorium. Han är civilingenjör med inriktningen teknisk fysik och vikarierar för Jennifer Ernström som är mammaledig. 



PRODUKT-NYTT

Årets produktnyheter är samlade på www.pentronic.se

Manual i displayen

Displayen på PR5715 visar handledande text på 8 språk, vilket gör konfigurering från fronten extremt enkel. Konfigurering kan även göras via PC vilket underlättar för både maskinbyggare och slutkund.

Ett stort antal ingångar för temperatur och övriga signaltyper samt möjligheten att lägga in egna linjäriseringar gör att indikatorn passar många behov. Även analog utsignal finns.

Fyra larmreläer med växlande kontakter gör att färre komponenter behövs vid systemuppbyggnad. Larmfunktionerna kan dessutom testas oberoende av insignalen.



Vattentäta givare för korrosiva lösningar

Pentronic lagerför Pt100 temperaturgivare för långtidsmätningar i vätskor och korrosiva lösningar. Temperaturområdet är -50 till +105 °C. Sensorhylsa och kabel har sammanvulkats till en vattentät enhet. Hylsan är Ø 5 x 20 mm. Anslutningskabeln innehåller 4 mångtrådiga ledare med arean 0,30 mm² och ytterdiameter är ca 3,5 mm. Tretrådskoppling kan erhållas genom att lämna en godtycklig ledare oansluten. Fyrtråds givare med Pt100-sensor kan levereras enligt IEC 60751 klass A.

Givaren finns också i en robustare variant för enklare infästning med hylsan Ø 6 x 50 mm exponerad i rostfritt stål. Endast kabeln är då vulkad och givaren kan utsättas för de vätskor som stålet står emot.



Vattentäta Pt100 i två utföranden, underst helvulkad kabel och mätropp, överst rostfri hylsa vattentätt ansluten till vulkad kabel.



Kluriga Pt100-kopplingar luriga

Vid kompletteringar av givare till befintliga mätsystem brukar brist på kanaler snart uppenbara sig. Det finns kluriga kopplingar som tillåter flera givare på samma mätkanal. Kablagen kan bli imponerande men kopplingen saknar den noggrannhet som äkta installationer kan ge.

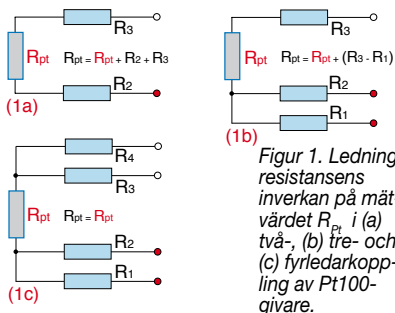
Ofta är det inte brist på mätkanaler som leder till klurkoppling utan avsikten att få ett medelvärde över en area eller volym som grova rör eller en stor klimatkammare.

Mäta temperatur med Pt100-resistanstermometer innebär i allmänhet att en konstant ström måste ledas genom motståndet för att en spänning ska kunna mätas vid instrumentets strömterminaler. Den största felkällan blir då resistanserna i kablagen, där 1 ohm motsvarar ca 15 meter 1 x 0,25 mm² koppartråd.

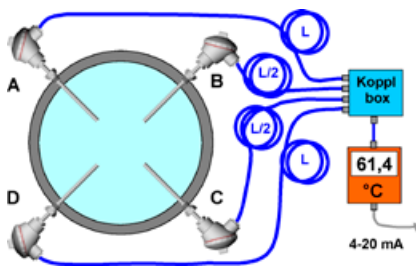
Standardkopplingar

Känsligheten för Pt100 är ca 0,4 ohm/grad C (inverterat ca 2,5 °C/ohm). Vi ser i figur 1a att i en tvåledarkopplad krets ökar avläst värde med 2 x 2,5 grader per 15 meter kabel eller ca 0,3 grader per meter med den använda arean. Avvikelsen kan kalibreras bort, men ännu återstår omgivningstemperaturens inverkan på resistansen i själva kabeln. Temperaturkoefficienten är ungefär densamma som för platina vilket betyder 0,004 ohm/grad för en "1-ohmare". 10 graders temperaturförändring innebär då att kabelresistansen ändras med 0,08 ohm för hela 15-meterskretsen vilket motsvarar 0,2 °C på Pt100-indikatorn.

I tredarmmätningen (1b) finns balansvillkoret att strömkretsens ledningsresistanser måste vara identiskt lika. Skillnaden är normalt liten,



Figur 1. Ledningsresistansens inverkan på mätvärdet R_{pt} i (a) två-, (b) tre- och (c) fyrläddarkoppling av Pt100-givare.



Figur 2. Fyra Pt100 kopplas till samma mätkanal. Arrangemanget fungerar som en enda Pt100 plus ledningsresistanser på grund av att kopplingarna mellan givarna måste utföras i instrumentboxen. Kablarna är 4-ledare, där längderna framgår i figuren.

kanske upp till 10 % av ledningsresistansen beroende av exempelvis ledningens kvalitetsnivå, manuella skarvpunkter och skarvkablage. I vårt 15-metersfall kan det handla om några tiondedelsgrader. Temperaturen kring kablagen har mycket obetydlig inverkan eftersom det bara är skillnadsmotståndet som påverkas.

Fyrläddarkopplingen (1c) är utan tvekan bäst och säkrast, eftersom den är nära nog helt oberoende av ledningarnas resistanser. Det rör sig normalt om mindre än hundradels grader så länge instrumentets specifikation följs avseende ledningsresistansernas maxvärden.

Exempel luftkanal

Vi ska nu se på ett fall där medeltemperaturen på flödet i en stor luftkanal ska mätas. Den kluriga kopplingen involverar fyra Pt100-givare som sammankopplas till en mätsystemkanal. Till varje givare kan bara en kabel anslutas av praktiska skäl. Se figur 2. Metoden förutsätter att alla ledare ska ha lika area samt att kablängderna till kopplingsboxen ska vara L till givare A och D respektive L/2 till B och C. Därav härvorna för längdjustering. Ledningsresistanserna blir alltså R respektive R/2.

Principschema för kopplingen framgår av figur 3. Att det finns upp till tre ledningslängder mellan givarna beror på att man måste ha symmetri i givarbryggan mellan de gula punkterna. Man utnyttjar de lediga ledarna i kablarna för att sätta ihop symmetriska resistanser. Strömkretsarna I1 - I2 har på varje sida 3L, dvs tre ledningslängder liksom voltmeterkretsens tilledere V1 och V2. De senare kan försummas

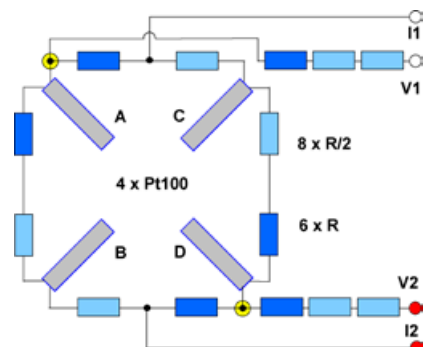
då digitalvoltmeters inimpedans är minst 10 Mohm.

Felkällorna utgörs av dels noggrannheten i tillkapningen av kablängderna (figur 2), dels resistanspåverkan av olika omgivningstemperatur bland kablarna. Längdfelen kan möjligen kalibreras bort med alla givarna i samma temperatur och med mätkablagen monterade. Mellan de gula punkterna känner mätinstrumentet endast en Pt100 med 0,5R seriemotstånd (figur 3). Med $L=15$ m och $0,25$ mm² area fås $R=1$ ohm, vilket innebär ca 1,3 °C offsetfel. T ex fördubblad ledararea halverar felet.

Enbart medelvärdet

Att mäta fyra temperaturer i samma kanal innebär att varje givare bidrar med 25% av summasignalen. Konsekvensen blir att om t ex en av givarna ändras +1 grad ser mätkretsen det som +0,25 °C. Om dessutom en annan givare ändras -1 grad syns det inte alls i summasignalen. Man vet inte heller vilka givare som reagerar eller åt vilket håll.

Klurkoppling är måhända godtagbar där man säkert kan förutsäga jämn temperatur över mätvolymen. Absolut säkrast är det att använda individuella fyrtrådskopplade Pt100 och räkna ut medelvärdet av de fyra kanalerna i mätsystemet.



Figur 3. Principschema över inkopplingen av motstånd R (mörkblå) resp R/2 (ljusblå) motsvarande ledningslängden L och L/2. A och D måste passas in motstående i signalschemat då de har de längsta kablarna. Endast mellan de gula punkterna sker fyrtrådsmätning som om motsvarande tvåpol vore en enda Pt100.

Synpunkter och frågor är välkomna till: hans.wenegard@pentronic.se

Kursen Spårbar temperaturmätning 1

Kryssa i anmälan till önskad kurs.

- 14-15 mars 2007
- 18-19 april 2007

Kursen Spårbar temperaturmätning 2

- 29-31 maj 2007

Jag vill ha mer information om:

- Omvandlare PR 5715
- Vattentäta givare
- Termoelementtråd och kontakter
- Kalibreringstjänster
- Temperaturmätning

Jag vill ha:

- Gratis prenumeration av StoPextra
- Kontakta mig om företagsförlagd kurs
 - Halv- eller heldag teori
 - ST1 komplett, två dagar
 - Annan lösning



Namn

Företag

Adress

Postnr Ort

Telefon Fax

E-post



590 93 Gunnebo
Fax. 0490-237 66, Tel. 0490-25 85 00
E-mail: info@pentronic.se

www.pentronic.se/svar

StoPextra 6-2006