

Lita på toleranser eller kalibrera?

Vad innebär toleranser för temperaturgivare som termoelement och Pt100 resistanstermometrar? Blir mätfelet mindre om man använder tråd och mätelemt ut samma tillverkningssats? Vad tillför kalibrering? Här ger vi svaren.

IEC och andra organisationer har standardiserat termoelement och Pt100-givare. I standarderna specificeras toleranser och tabeller för utsignal som funktion av temperatur, samt anslutningsledning med bland annat färgkoder. Anledningen är dels att man önskar utbytbart mellan givare av samma typ och dels att minska antalet olika varianter på en alltmer internationell marknad.

Utbytbart med andra givare av samma slag kräver att man skapar ett intervall ΔT inom vilket utsignalen tillåts variera, för att givaren ska få kallas t ex termoelement typ K. ΔT benämns tolerans och visas i figur 1. Toleransen uppdelas oftast i olika klasser som för termoelementen K och N kallas klass 1 och 2. Observera också att toleransklassernas temperaturintervall kan skilja sig åt inom samma termoelementtyp och mellan standardiseringsorgan.

Pt100-givare har toleranser på motsvarande sätt. Klassbeteckningarna är dock flera AA, A, B och C enligt IEC60751:2008. [Ref. 1] Se figur 2 som visar klass A och B. Flera standarder finns, bland annat en amerikansk och en japansk. IEC-standarder följs också i de andra världsdelen. Pt1000 har toleransgränser lika Pt100 i grader räknat men resistansen per grad är 10 gånger större.

Toleranser osäkra

Om man enbart förlitar sig på toleransangivelser får man räkna med relativt stor avvikelse vid utbyten av givare. I oturliga fall kan man vid en given temperatur ersätta en givare nära gränsen för övertolerans med en nära undertolerans. En uppfattning om avvikelsernas storlek ges av toleranserna i figur 1 och 2. Det är inte säkert att utsignalen ger proportionell avvikelse i hela temperaturintervallet. Avvikelsekurvan för en givarindivid kan mycket väl "slingra" mellan toleransgränserna, speciellt för oädla termoelement som E, J, K, N och T i högre temperaturer. Trådlinjade Pt100-givare är individuellt mycket förutsägbara.

Samma batch

Toleransens inverkan vid utbyten kan ibland reduceras med ett knep. Beställ flera termoelement ur samma tillverkningssats (batch) av termoelementtråd eller metallmantlad kabel. Längs sådana material är avvikelserna tämligen homogena. I låg temperatur upp till ett par hundra grader kan skillnaden räknas i en eller ett par tiondels grader och drifttiden har normalt liten inverkan i snäll miljö. I de högre temperaturerna blir skillnaden 10 – 20 gånger större och kan snabbt öka ännu mer efter en tids drift.

För Pt100/Pt1000-givare gäller att platina är en stabil metall. Utbyten med motsatta extrema avvikelser är möjliga begränsa med att beställa mätelemt ur snävare toleransklass om sådan finns. Annars är individuell kalibrering att föredra, se nedan.

Drifttid förändrar


Risken är stor att termoelement förändras även med drifttiden, de är färskvare. Det gäller särskilt i hög temperatur och speciellt i kombination med frekventa cyklingar mellan hög och låg temperatur. Förändringarna inträder relativt långsamt och kan därför vara svåra att upptäcka utan särskilda mätningar.

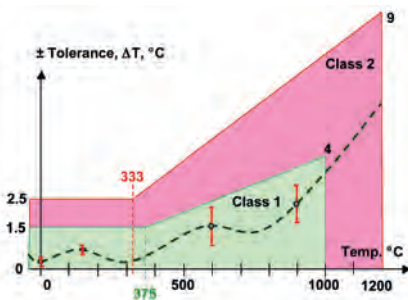
Pt100-givare som sammanbyggs under olika förhållanden, eller som utsätts för tungmetaller eller annan elak miljö, och används eller cyklas i hög temperatur riskerar också driftstidsförändringar. Avvikelsen i mätvärden är även här svåra att upptäcka utan mätningar. I låg temperatur och snälla miljöer är driften mycket begränsad.

Kalibrering ger visshet

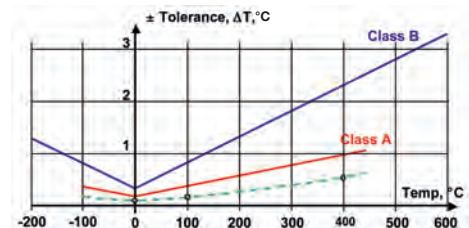
Den klart lägsta mätosäkerheten får man genom individuell kalibrering. Grundregeln är att man ska kalibrera nära den temperatur som mätningen gäller. Ska man mäta i ett temperaturintervall bör man kalibrera dess ändpunkter och gärna aktuella punkter inom intervallet. Stora intervall behöver flera kalibreringspunkter än små. Extrapolering utanför kalibrerade intervall rekommenderas inte.

Figurerna 1 och 2 visar några kalibreringspunkter med ungefärliga mätosäkerheter för själva givaren vid olika temperaturer.

Speciellt Pt100-givare lönar sig att kalibrera över hela sitt temperaturområde. Under ackreditering kan man ur ett fåtal mätpunkter kartlägga givaren mellan ytterpunkterna i tabellform. 



Figur 1
Positiva toleransen ΔT för termoelement typ K och N enligt IEC60584. Kalibrering i låg temperatur, t ex 0 och 150 °C ger besked om aktuellt termoelements (streckad kurva) egenskaper. Osäkerhetsintervallet (röd markör) är ± 0.1 till ± 0.2 °C. I hög temperatur, här 600 och 900 °C, minskar osäkerheten till ca ± 0.7 °C genom kalibrering, åtminstone inledningsvis.



Figur 2
Positiva toleransen för trådlinjade Pt100-givare enligt IEC60751:2008 klass A och B. För en kalibrerad givarindivid (streckad kurva) reduceras mätosäkerheten till storleksordningen $\pm 0,02$ °C som här är så små att de ingår i de grå kalibreringspunkterna.

Se www.pentronic.se > Kundtidningen > Arkiv [Ref 1] se StoPextra 2004-4 sid 4

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