

Referensstället – den andra mätpunkten

Termoelement mäter temperaturskillnad mellan två mätpunkter – den i mätobjektet och den i referensstället. Kvaliteten hos den andra påverkar också mätresultatet. Därför finns anledning att studera de olika metoderna för kompensering av referensställets temperatur.

Figur 1 visar den vanliga bilden av termoelementet A/B kopplat till en voltmeter. T1 är mätpunkten och T2 referensstället. Få tänker då på att övergången till voltmeters (V) koppartrådar (Cu/Cu) utgör en andra mätpunkt! Att referensstället verkligen är en mätpunkt framgår av figur 2, där voltmeteren flyttats till termoelementbenet B som brutits upp och förenats med mätkretsen vid Tv. Samtidigt har ben A och B i referensstället hopfogats till en mätpunkt, T2. Om temperaturen i Tv:s båda skarvpunkter är lika blir

$$V = S_{AB} (T1 - T2) \quad (1)$$

S_{AB} är känsligheten – seebeckkoefficienten – för termoelementet A/B och mäts i $\mu V/^\circ C$. Vi känner igen uttrycket som det normala för termoelementkretsar ¹.

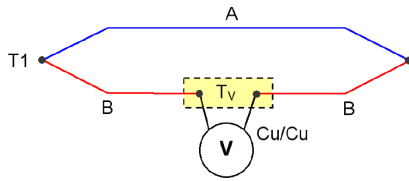
Att T2 i figur 2 fungerar som mätpunkt, även när den är förenad med kopparkablage som i figur 1, visar att man inte behöver förena A/B i en enda lödpunkt för att mäta t ex yttemperatur ². För korrekt mätning fordras att de gula zonerna Tv respektive T2 håller lika temperatur i sina båda punkter.

Vanligt misstag

Vid enkla uppkopplingar enligt figur 1 med termoelementet anslutet direkt till en digitalvoltmeter, DVM, kan det hända att resultatet efter översättning i termoelementets "temperatur-till-utsignaltabell" blir en temperatur som är 20 grader lägre än väntat. Den vanligaste orsaken är att man glömt att kompensera för

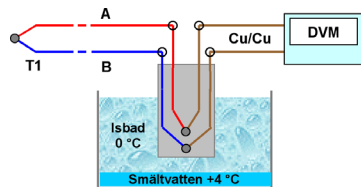


Figur 1. Den vanliga mätkretsen visar utsignalen $V = S_{AB} (T1 - T2)$ på voltmeter. Med kompensering för referensställets temperatur T2 elimineras inverkan av T2.



Figur 2. Med denna koppling för att mäta differens-temperatur visar voltmeter $V = S_{AB} (T1 - T2)$, alltså lika V i figur 1. Man kan välja att låsa t ex T2 till en fix temperatur varvid voltmetersignalen kan användas för att beräkna T1. Alternativt kan T1 - T2 mäta relativ temperaturskillnad. Observera att alla instrument inte klarar öppna mätpunkter. Den elektriska överledningen mellan mätpunkterna kan störa t o m i vattenbad.

T2-referensstället – som håller rumstemperatur där övergången från termoelementets ledare till voltmeters koppartrådar äger rum. Kompenseringen kan utföras genom att man adderar den uppmätta temperaturen vid T2 till tabellens värde på T1. Misstaget kan även förekomma då man använder modern instrumentering med många ingångsmöjligheter. Ingångarna kan av misstag ställas in på lågt spänningsområde eller man väljer termoelementgång men missar att programmera kompenseringen. Två principer finns för kompensering av referensställets temperatur. Den ena är att låsa referensstället till en fix temperatur, det andra att mäta upp temperaturen hos referensstället och addera rätt värde kontinuerligt. Figur 3 visar en variant av kopplingen i figur 1 som gjorts vattensäker i referensstället genom att använda speciella prober där mätpunkter gjorts enligt principen A/Cu resp B/Cu. Bad med isflingor anses hålla $\pm 0,01^\circ C$ så länge man undviker att mäta i botten eller vid sidorna. För portabla instrument eller processutrustningar är



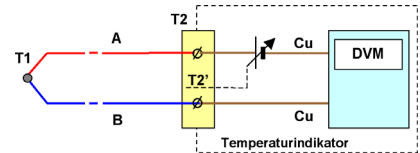
Figur 3. Genom att skydda referensstället mot fukt och kortslutning i speciella prober kan man låsa dess temperatur till exempelvis $0^\circ C$ i ett isbad. Andra bad- eller ugnstemperaturer som t ex $60^\circ C$ kan också användas men då tillkommer extra mjukvarukorrigerings på 60 grader. Ibland används bad med t ex silikonolja eller spritblandat vatten som regleras till $0^\circ C$.

isbadsmetoden obekvämt. Där är det bättre att kontinuerligt mäta referensställets temperatur och addera motsvarande värde till insignalen. Se figur 4. Voltmetersignalen (V) beräknas på följande sätt:

$$V = S_{AB} (T1 - T2 + T2') \quad (2)$$

där T2' är den uppmätta referensställestemperaturen T2. Förutsatt att $T2 = T2'$ återstår mätpunkten T1 som den redovisade temperaturen.

$$T1 = V / S_{AB} \quad (3)$$



Figur 4. Elektronisk kompensering av referensställets temperatur T2 vars uppmätta temperatur är T2'. Principiellt styr T2' en spänningsgenerator som adderar instrumentterminalens temperatur till insignalen. Så länge $T2 = T2'$ kompenseras termen T2 bort. Se ekvation (2) och (3). Idag sker additionen mjukvarumässigt.

Kvalitetsskillnader i kompensering

Kvaliteten på kompenseringen brukar uttryckas som driften i mätresultat per grads ändring i omgivningstemperaturen, från $23^\circ C$ som är normalt vid kalibrering, t ex $0,05^\circ C/^\circ C$. Finare instrument har påkostade referensställesgivare och t ex $0,005^\circ C/^\circ C$ är ett fullt möjligt prestanda. Den årliga driften på grund av komponentkvalitet och liknande kan normalt försummas. Pt100 resistanstermometrar har endast "mätpunkt", mätelelementet. Därmed är temperaturredningen begränsad till använda komponenters kvalitet och mätprinciper. Vanliga Pt100-mätbryggor kan driva $0,0005^\circ C/år$ d v s 10 gånger bättre än motsvarande påkostade termoelementinstrument. Trots dessa instrumentdata, glöm inte att givarens konstruktion, montering och drifttid i processen ger de överskuggande mätfehlen och osäkerheterna.

Fotnoter:

- 1) Se StoPextra 2007-5, sid 4, ekvation (1)
- 2) Se StoPextra 2006-1, sid 4, figur 2.

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