

Grundläggande temperaturmätning 5

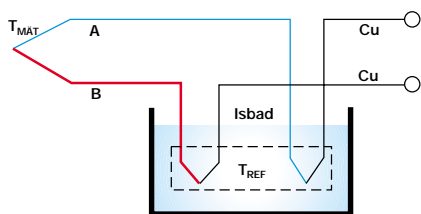
Referensstället - den glömda mätningen

Moderna instrument är bekväma. Man bara ansluter termoelementet och läser av i °C. Referensställets temperatur kompenseras automatiskt bort. Hur går det till och vilka felkällor lurar i sammanhanget?

Signalen från ett termoelement beror av temperaturskillnaden mellan mätpunkt och referenspunkt multiplicerad med den s k seebeckkoefficienten, som utgör känsligheten och mäts i $\mu V/^{\circ}C$. Efter multiplikationen med temperaturskillnaden erhåller man enheten μV , som mäts t ex med en digitalvoltmeter.

Referensstället betecknar den punkt där termoelementtråd, anslutningskabel eller kompensationsledning övergår till kopparledare, vanligtvis vid signalingången på en temperaturindikator eller en signalomvandlare. Referensstället, som för kallas kalla lödstället, befinner sig normalt i rumstemperatur, dvs 20 - 25 °C. Detta innebär att indikatorns voltmeter känner för låg temperatur, rumstemperaturen "fattas". Dessutom kan rumstemperaturen variera vilket gör det ännu svårare att bestämma referensställets temperatur.

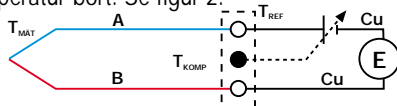
Det enklaste sättet att låsa referensstemperaturen till ett konstant värde är att placera referensstället i ett isbad. Det är vanligt i laboratorier och isbad kan åstadkommas i termosbehållare eller i ugnar som reglerar t ex silikonolja till 0°C. Se figur 1.



Figur 1. Med referensstället i konstant 0°C (isbad) blir termen $T_{REF} = 0$ och signalen beror av T_{MAT} .

För mobilt bruk är isbad opraktiskt. Istället använder man sig av elektronisk kompensering. En särskild givare inuti indikatorn mäter upp aktuell temperatur hos referens-

stället och lägger värdet till den temperaturskillnad som termoelementkretsen levererar. Därmed balanseras referensställets temperatur bort. Se figur 2.



Figur 2. Referensställets temperatur mäts upp med en separat givare, som styr en spänning som kompenseras bort T_{REF} i varje ögonblick. I praktiken finns inget batteri utan man använder t ex ett motståndsnät för spänningsdelning eller instrumentets mikroprocessor för aritmetisk beräkning.

$$E = S_{AB} (T_{MAT} - T_{REF}) \text{ är utgångsekvationen}$$

$$E = S_{AB} (T_{MAT} - T_{REF} + T_{KOMP}) \text{ enligt figur 2.}$$

Om $T_{KOMP} = T_{REF}$ i varje ögonblick gäller

$$E = S_{AB} T_{MAT}$$

och utsignalen beror bara av mätpunktens temperatur.

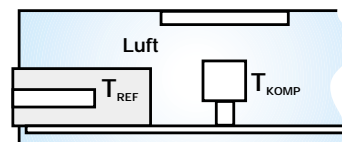
Mätfel

Den givare som mäter upp referensställets temperatur är ofta av enkelt slag, en diod eller en transistor eller annan komponent. Karaktäristiskt är också att de sprider i prestanda och därför är det svårt att trimma kompenseringen över instrumentets hela område av omgivningstemperatur, t ex 0 - 50°C. Normalt optimerar man kompenseringen kring rumstemperatur. Vid mätning i annan temperatur kan ett mätfel fås. I datablad anges osäkerheten, temperaturkoefficienten, som $\pm x \text{ }^{\circ}C/^{\circ}C$ ändring av omgivningstemperaturen. Ibland kan man också se angivelsen $\pm 1 : x$, dvs en grads avvikelse om omgivningstemperaturen ändras x grader.

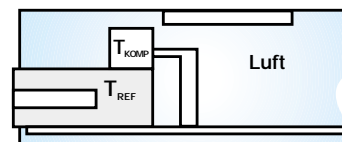
Enkla handinstrument brukar ha kompensering i området 0,1-0,05 °C/°C. Påkostade laboratorieinstrument finns med osäkerhet så låg som 0,005°C/°C. Mäter man i kylrumsmiljö kring 5°C måste man räkna med ett extra måtosäkerhetsbidrag på $(23 - 5) \times$ temperaturkoefficienten. För ett enkelt handinstrument kan detta innebära $\pm 0,1 \times 18 = \pm 1,8^{\circ}C$ osäkerhet utöver andra osäkerheter. Motsvarande siffra för laboratorieinstrumentet blir $\pm 0,09^{\circ}C$.

Dynamiska mätfel

De statiska mätfelet förutsätter att instrumenteringen har uppnått termisk jämvikt. Innan detta inträffar tillkommer s k dynamiska fel. Som exempel kan nämnas ett handinstrument med givare som förvaras i en kall bil över natten och som tas in i rumstemperatur för mätning. Först värms höljet upp. Sedan följer det inre av instrumentet komponent för komponent. Om referensstället och kompenseringsgivaren sitter placerade termiskt åtskilda värms de olika fort vilket innebär ett extra mätfel som uppgår till deras aktuella temperaturskillnad. Se figur 3a.



Figur 3a. Exempel på olämplig placering av T_{KOMP} -givaren. Värmeöverföringen från referensstället går huvudsakligen genom luft, som leder värme dåligt.



Figur 3b. Här har värmeöverföringen förbättrats avsevärt genom att T_{KOMP} -givaren monterats direkt på ingångskontakten.

Erfarenhet från labbet

För några år sedan skulle Pentronics ackrediterade laboratorium provkalibrera en ny temperaturindikator enligt exemplet i figur 3a. Indikatorn hade en nollningsfunktion åtkomlig från baksidan. Så fort laboratoriepersonalen berörde indikatorn vandrade displayen iväg åskilliga tiondelar. Det blev omöjligt att få rätsida på nollställningen varför laboratoriet öppnade indikatorn och fann den olämpliga placeringen av T_{KOMP} -givaren. Genom luftens tröghet uppstår temperaturskillnader mycket lätt.

Frågor och synpunkter är välkomna till hans.wenegard@pentronic.se

