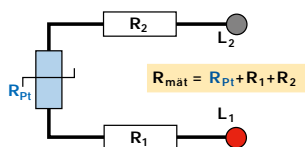


Reglera temperaturen med tre ledare - mät den med fyra

Utbudet av processreglerande instrumentering för fyrtråds Pt 100 är begränsat. Vid reglering räcker det ofta med traditionell tretrådsteknik. För kunskap om den absoluta temperaturnivån är fyrtrådstekniken dock oslagbar. I kritiska fall kan det vara en god idé att kombinera metoderna.

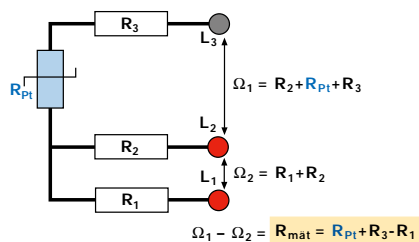
Processindustrin mäter sedan decennier temperatur med Pt 100-motståndsgivare. Tillhörande instrumentering som indikatorer, regulatorer, mätvärdesomvandlare och loggrar är oftast utformade för inkoppling av tre ledare från givaren, så kallad tretrådsteknik. Tretrådstekniken är klart överlägsen den enkla tvåtrådsinkopplingen, som kan liknas vid resistansmätning med ohmmeter. Se figur 1.



Figur 1. Tvåtrådskopplingen mäter total resistans i givarkretsen. Det finns inget sätt att avgöra vad som är resistans i mätelemt respektive ledning. Kalibrering hjälper om den görs med aktuellt kablage i aktuell ledningstemperatur. Alternativt kan man använda korta och grova ledare. För Pt 100-givare innebär 1 ohm extra ca $\approx 2,6^\circ\text{C}$ medan Pt 1000 påverkas 10 gånger mindre, $\approx 0,26^\circ\text{C}$. $R_{\text{mät}}$ är det värde som instrumenteringen omvandlar till temperatur.

Wheatstonebryggan och andra resistansmätande kretsar för tre ledare kan balansera ut de strömförande trådarnas resistanser mot varandra varvid mätfelet minskar till skillnaden mellan trådarnas resistanser. Felet kan därmed tyckas bli harmlöst, men man ska veta att signalkabell tillverkarna främst strävar efter att resistansen per kilometer ska underskrida ett visst maxvärde. Resistansjämnheten i och mellan ledarna är normalt oviktig. För noggrann mätning av resistans är den däremot mycket viktig, vilket visas i figur 2.

Antag att det är 25 meter mellan givare och mätinstrument i figur 2. En kabel 3 x



Figur 2. Alla mätmetoder för tretråds Pt 100 går ut på att kontinuerligt eller sekvensiellt mäta skillnadsresistansen mellan Ω_1 och Ω_2 . Därmed får man rätt värde endast om $R_3 = R_1$. Då ledning L_1 och L_2 båda är röda enligt IEC, måste man i praktiken ta med även R_2 i balansvillkoret.

0,25 mm² har då typiskt resistansen 0,07 ohm per meter och ledare. Antag vidare att varje ledare består av sju kardeler och att en kardel saknas i en ledare (L_1 eller L_3) på grund av spolbyte eller liknande under tillverkningen. 1/7 mindre area motsvarar 14% högre resistans, vilket innebär att ledarna i bryggarmarna inte balanserar ut varandra. Skillnadsresistansen ökar från noll till 0,25 ohm. I temperatur innebär förändringen $\pm 0,6^\circ\text{C}$ mätfel. Halverar man kabellängden halveras felet, liksom ökning av kabelarean till 0,75 mm² minskar felet tre gånger. Temperaturberoendet elimineras i praktiken helt med tretrådstekniken så länge de kritiska ledarna löper intill varandra.

Mot bakgrund av denna felrisk ankomstkontrollerar Pentronic all kabel avsedd för tretrådskopplade Pt 100-givare. Toleransen är satt till 5 % resistansjämnhet.

Processmiljön påverkar

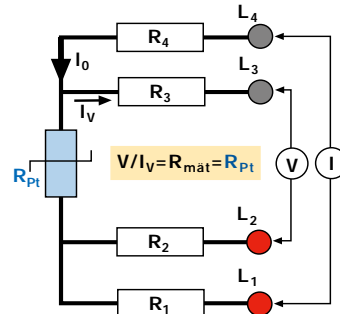
I processer där mätosäkerheten måste hållas inom $\pm 0,5^\circ\text{C}$ kan skillnadsresistanser i kablagen bli besvärande. Som jämförelse gäller enligt IEC 751 klass A att Pt 100 mätelemt ska hålla toleransen $\pm 0,15^\circ\text{C}$ vid noll grader. Med kalibrering kan man reducera obalansfelet avsevärt. Men då måste man kalibrera i installationen med samma kablage som i driftläge. Kom också ihåg att kablagen även omfattar kontaktresi-

stanser i skarvpunkter och eventuella omkopplare. Oxider i dessa på grund av ogynnsam processmiljö och bristande kontroll kan öka resistansskillnaderna och därmed mätfelet betydligt över tiden. Använd därför oskarvad kabel från givare till instrumentering i kritiska fall!

Så länge obalansen i resistans är konstant kan reglerkretsar hålla jämn temperatur. Bör- och ärvärdena är lika på displayerna, medan det verkliga ärvärdet kan avvika enligt exemplet ovan. Reglerutrustning med tretrådsteknik är därmed oftast tillräckligt bra. Däremot kräver riktigt tillförlitliga absoluta mätvärden fyrtrådsteknik.

Kravlöst med fyra trådar

Figur 3 visar att fyrtrådskopplade Pt 100-givare möjliggör separata kretsar för strömslinga och spänningsmätning. Resistansen bestäms då genom Ohms lag, vilket brukar kallas volt-ampere-metoden. Något balanskrav mellan ledarresistanserna finns inte. Instrumenteringens strömgenerator upprätthåller en konstant ström, normalt inom intervall 0,1 - 1 mA. En digitalvoltmeter med hög ingångsresistans, oftast större än 10 Mohm, mäter spänningen. Dess mätström blir då mycket liten och förlusterna över R_2 och R_3 motsvarar normalt klart mindre än någon hundradels grads mätfel. I praktiken är det strömgenerators kapacitet som sätter gränsen för märkbara mätfel. Ofta räcker kapaciteten till några tiotal ohms summaresistans i R_1 och R_4 .



Figur 3. Fyrtrådsteknik är ett måste vid kalibrering och noggranna mätningar. Strömslingan upprätthåller sin konstanta ström till några tiotal ohms ledningsresistans (R_1+R_4). Se instrumentspecifikationen. Summaresistansen (R_2+R_3) påverkar normalt voltmetern långt senare.