

Allmän information om motståndsgivare

Temperaturmätning med motståndsgivare bygger på en metalls egenskap att inta ett givet motståndsvärde för varje given temperatur. För mätning inom spannet -200 °C...+850 °C, är ädelmetallen platina den vanligast förekommande metallen. Mätelement av platina tillverkas normalt för 100 Ω vid 0 °C, med beteckning Pt100. Varianter som Pt500 och Pt1000 förekommer också. Andra vanligt förekommande metaller är nickel och koppar. Mätelement av nickel som är producerade för 100 Ω vid 0 °C, har beteckningen Ni100.

Mätmotstånd av platina är antingen trådlindade eller, såsom allt oftare är fallet, i tunnfilmsutförande. Platina-mätmotstånden som används i Europa följer normen IEC 60751, som anger såväl motstånds-/temperaturförhållandet som toleransgränserna. Då den normala toleransnivån Klass B ofta ej är tillräcklig levereras mätmotstånd med snävare tolerans, Klass A, 1/3 DIN, 1/10 DIN eller INOR Premium Grade. En snäv tolerans är emellertid svår att uppnå inom mätelemtets hela mätspann -200 °C...+850 °C, varför den anges för en given temperaturpunkt eller mätspann. För mer information se avsnittet "Toleranser för mätmotstånd".

Motstånd / temperaturegenskaper för Pt100 och Ni100

Motstånds-/temperaturkurvan för Pt100, enligt den gällande temperaturskalan ITS-90, är definierad i en standardekvation enligt IEC 60751 (the Callendar- Van Dusen equation) För mer information se avsnittet "Grundvärden för mätmotstånd".

Pt100 inom området -200 °C till 0 °C
 $R_t = 100 \cdot [1 + 3.9083 \cdot 10^{-3}t - 5.775 \cdot 10^{-7}t^2 - 4.183 \cdot 10^{-12}(t - 100)t^3]$

Pt100 inom området 0 °C till +850 °C
 $R_t = 100 \cdot [1 + 3.9083 \cdot 10^{-3}t - 5.775 \cdot 10^{-7}t^2]$

Fyra toleransklasser förekommer enligt IEC 60751
 Klass AA: $\pm (0.1 \text{ °C} + 0.0017|t|)$ -50 °C...+250 °C
 Klass A: $\pm (0.15 \text{ °C} + 0.002|t|)$ -100 °C...+450 °C
 Klass B: $\pm (0.3 \text{ °C} + 0.005|t|)$ -196 °C...+600 °C
 Klass C: $\pm (0.6 \text{ °C} + 0.01|t|)$ -196 °C...+600 °C
 Där $|t|$ = absolutvärdet för aktuell temperatur

Motstånds-/temperaturkurvan för Ni100 definieras i ekvation C. Se avsnittet "Grundvärden för mätmotstånd" för mer information.
 Ni100 inom området -60 °C till +250 °C

Ekvation C :

$$R_t = 100 + 0.5485 t + 0.665 \cdot 10^{-3} t^2 + 2.805 \cdot 10^{-9} t^4 - 2 \cdot 10^{-15} t^6$$

Två toleransklasser förekommer

Inom området 0 °C till +250 °C: $\pm (0.4 \text{ °C} + 0.007|t|)$

Inom området -60 °C till 0 °C: $\pm (0.4 \text{ °C} + 0.028|t|)$

Där $|t|$ = absolutvärdet för aktuell temperatur

Mätosäkerhet och mätavvikelser

För att minimera mätfehlen, som ofrånkomligt uppstår vid varje temperaturmätning, är det viktigt att känna till de faktorer som påverkar mätningen:

1. Svarstid *
2. Instickslängd
3. Avvikelse från föreskrivet montage
4. Egenuppvärmning
5. Vibrationer och andra mekaniska belastningar *
6. Omgivningstemperaturen/Värmeavledning *
7. Avvikelser hos mätelemtet avseende grundvärdena
8. Kemiska reaktioner *
9. Joniserande strålning
10. Givarens inre isolationsmotstånd
11. Inducerade termospänningar
12. Elektriska och magnetiska störfält
13. Termisk belastning *
14. Friktion från medieflödet
15. Värmestrålning

* se beskrivningarna nedan för ytterligare information.

Då det som synes är en hel rad faktorer, som kan förvränga ett korrekt temperaturvärde är det av vikt att inför varje enskild mätning noggrant undersöka vilka förutsättningar, som gäller. KROHNE INORs specialister har lång erfarenhet och kan ge praktisk rådgivning för såväl enkla som komplicerade mätningar.

Fel på grund av mekanisk belastning

Tryck, vibrationer och böjning är de vanligaste mekaniska belastningarna temperaturgivare utsätts för. Mätmotstånd, utsatta för tryck eller böjning, ändrar motståndsvärdet mer eller mindre beroende på konstruktionen. Förändringen blir större ju fastare förbindningen mellan motståndsmetallen och dess stomme är. En temperaturgivare måste därför

konstrueras så att belastningar ej överförs till mätmotståndet. Kraftiga vibrationer kan leda till avbrott på interna ledare. I skaksäkra motståndsgivare måste därför de interna ledarna ges minsta möjliga rörelsefrihet. I temperaturgivare utsatta för tryck eller böjbelastningar skall däremot tillledningarna ges största möjliga rörelsefrihet för att därigenom förhindra överföring av belastningen.

Fel på grund av kemiska reaktioner

Korrosionsbeständigheten i en motståndsgivares skyddsarmatur är den avgörande faktorn vid kemisk påverkan. Det är därför ytterst viktigt att armaturen tillverkas i ett material, som passar dels processkärlet, dels processmediet och dels den högsta förekommande medietemperaturen. Givartillverkaren måste säkerställa att mätinsatsen är tätad för att förhindra att fukt tränger igenom. Vid hög temperatur kan dessutom stark syrebrist vid mätmotståndet medföra reaktionsförlopp i mätmotståndets keramiska stomme, vilket leder till att metaller diffunderar in i mättråden. Till följd av detta, kan de elektriska egenskaperna förändras.

Påverkan av termisk belastning

Pt100 element har praktiskt taget ingen oxidationsbenägenhet. Däremot kan de elektriska värdena driva beroende på bl.a. mätmotståndets konstruktion samt hur nära temperaturgränsen man befinner sig. Förändringarna orsakas oftast av föroreningar i metallen och i de omgivande isolationsmaterialen. Termisk belastning kan dessutom minska isolationsmotståndet, vilket märkbart kan påverka mätresultatet.

Termiska svarstider

Svarstiden är den tid givaren behöver för ge en ändrad utsignal sedan den utsatts för ett temperatursprång. I denna handbok anges $t_{0.5}$ samt $t_{0.9}$, dvs den tid det tar för att givaren skall ange 50% resp. 90% av språngets slutliga värde.

I en temperaturgivare har de ingående delarna olika svarstider. Dessa är beroende av värmeledningskoefficienter, luftspalter, ingående isolationsmaterial mm. Då det är mycket svårt att ställa upp matematiska formler för att beräkna svarstider, i synnerhet då det förekommer ett flertal teorier, är det bäst att

genomföra praktiska mätningar. Vanligtvis genomförs mätningarna i luft och vatten. I denna handbok är svarstiden angiven för de flesta givare utifrån var den används.

För mätning av svarstiden i luft skall begynnelse-temperaturen ligga mellan 15 °C och 30 °C. Temperatursprånget skall vara maximalt 20 °C. Dessutom skall givarens insticksdjup uppgå till minst längden av det temperaturkänsliga mätmotståndet + 15x givarens diameter. Det är viktigt att luft fritt kan cirkulera runt givaren. Enligt normerna skall luftens hastighet vara 1 m/s.

För mätning av svarstiden i vatten skall begynnelse-temperaturen ligga mellan 15 °C och 25 °C.

Temperatursprånget skall vara maximalt 10 °C. Givarens insticksdjup skall minst uppgå till längden av det temperaturkänsliga mätmotståndet + 5x givarens diameter. Enligt normerna skall vattnets hastighet därvid vara 0,4m/s.

För att korrekt kunna genomföra mätningar på svarstider erfordras speciella mätutrustningar där temperaturstabilitet och medie hastighet kan garanteras. KROHNE INOR har sådan utrustning och utför mätningar på uppdrag.

Fel på grund av värmeavledning

Temperaturmätning med beröringsgivare förutsätter att givaren kommer i direkt kontakt med mediet, antingen genom att givaren doppas in i mediet, som då helt omsluter den temperaturkänsliga delen, eller genom att givaren lägges an mot mediets yta. I båda fallen störs den befintliga värmeströmningen eftersom givaren transporterar värme från mediet till omgivningen.

Speciellt vid mätning av yttemperatur är felet p.g.a. värmeavledning framträdande. Ytans utstrålning, och därmed också temperaturprofilen, ändras omkring mätstället. Mätnoggrannheten förbättras avsevärt om givaren har:

- liten massa och volym
- god värmekontakt
- liten värmeledningsförmåga till omgivningen

Mätvärdesomvandlare

Mätvärdesomvandlare används för omvandling av en motståndsgivares resistansvärde till en processanpassad mätsignal. För anslutning av givaren till omvandlaren tillämpas tre olika anslutningsmetoder: 2-, 3- och 4-ledaranslutning. I samtliga anslutningsformer sänder omvandlaren en konstant ström genom mätmotståndet, som man sedan mäter spänningsfallet över. Det är viktigt att mätströmmen hålls liten för att minimera egenuppvärmningen. En bra omvandlare avger en mätström som ligger under 1 mA. Omvandlare tillverkas i 2- resp. 4-trådsutförande (ej att förväxla med 2- resp. 4-ledaranslutning). I 4-tråds-utförande matas omvandlaren genom två separata ledare (därav beteckningen separatmatad) skilda från utgångens två ledare.

I 2-trådsutförande matas omvandlaren via utgångens båda ledare vilka därigenom uppfyller dubbla funktioner. Därav följer automatiskt att en 2-trådsomvandlares utsignal pga. egenförbrukningen ej kan gå ned till 0, utan har ett lägsta värde av 4 mA. Standardspannet (processnorm) blir därför 4-20 mA. Utsignalen från en 4-trådsomvandlare kan däremot fås att anta godtyckliga processsignalvärden.

Givarbrott

De stora påfrestningarna temperaturgivare utsätts för medför ofta risk för elektriskt avbrott inuti givaren. Avbrottet kan drabba tilledningarna eller också kan mätmotståndet skadas. Samtliga dessa fel går under namnet givarbrott. Den vanligaste orsaken till givarbrott är vibrationer i eller omkring den kritiska frekvensen. En modern omvandlare ger signal vid givarbrott. Detta sker genom att utsignalen går till ett förbestämt värde, vanligast strax ovanför 20 mA. Konsekvent givarbrottskydd innebär att omvandlaren signalerar, dvs utsignalen går till ett förutbestämt värde, oavsett i vilken ledare avbrottet har ägt rum (viktigt att veta vid 3- eller 4-ledaranslutning). Hos KROHNE INOR's programmerbara omvandlare bestämmer användaren själv utsignalens värde vid givarbrott.

OBS! När givarens isolationsmotstånd sjunker under en viss nivå kan det inträffa att omvandlaren uppfattar det låga isolationsmotståndet som ett mätvärde i stället för det motstånd som mätmotståndet intar. Påföljden blir att omvandlaren luras att tro att mätkedjan är intakt även sedan ett givarbrott ägt rum.

De flesta KROHNE INOR-omvandlare har en funktion, SmartSense, som kontinuerligt övervakar temperaturgivarens isolationsresistans och ger signal när denna är för låg.

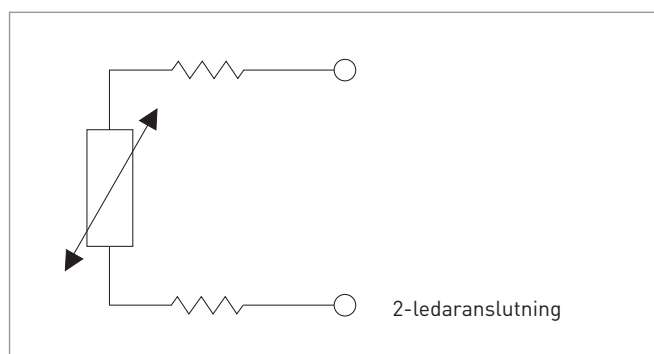
Linjärisering

Med temperaturlinjärisering menas att en omvandlare alltid lämnar samma förändring av utsignalen för en viss förändring av in-temperaturen oberoende av var inom mätspannet denna förändring sker. Förhållandet temperatur/utsignal blir därför en rät linje. För motståndslinjära omvandlare är däremot överföringen olinjär ur temperaturhänseende som medför olika stora förändringar av utsignalen inom mätspannets olika delar. Hos digitala omvandlare kan man lätt ställa om mellan motstånds- och temperaturlinjäritet.

2-ledaranslutning

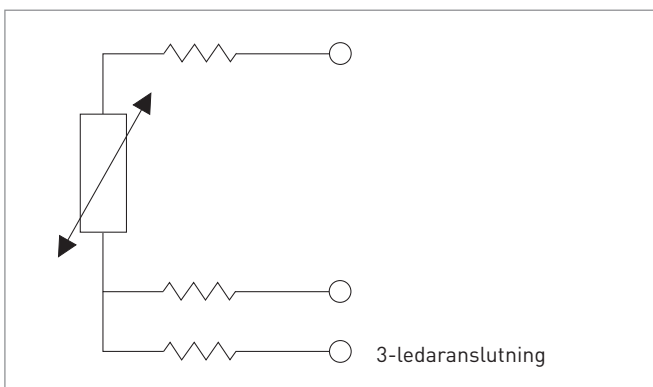
I en 2-ledaranslutning ligger motståndet från anslutningsledningarna i serie med mätmotståndet. Förändringar i tilledningarnas motstånd kommer därför att direkt påverka mätresultatet. P.g.a. de uppenbara nackdelarna används denna form sällan och bör användas med försiktighet.

Mätfel p.g.a. ledningarnas motstånd är i regel cirka 2,6 °C per ohm för en Pt100-givare och 10 gånger mindre för Pt1000. Om ledningsmotståndet är känt, kan signalomvandlaren justeras manuellt för att kompensera ledningsmotståndet. Eftersom detta är en fast justering, kommer förändringar i ledningsmotståndet på grund av temperaturvariationer inte att kompenseras.



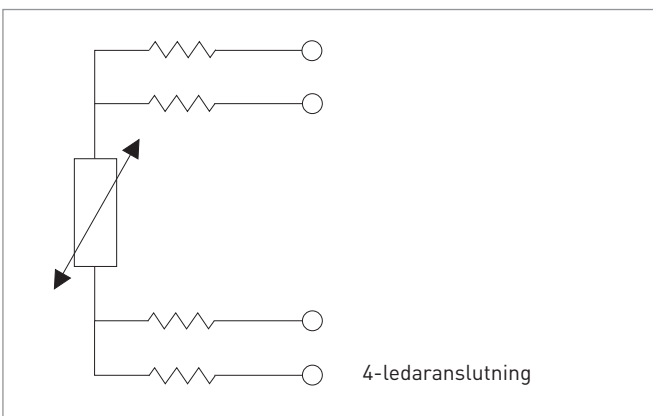
3-ledaranslutning

Detta är den vanligast förekommande formen för anslutning. 3-ledaranslutning förutsätter att resistansen i de tre ledarna är lika. Normalt eliminerar den i stort sett inverkan av förändringar i tillledningarna så länge dessa förändringar är lika i de tre ledarna (hos KROHNE INOR's IPAQ-signalomvandlare är inverkan helt eliminerad). För omvandlare inbyggda i givarens anslutningshuvud är 3-ledaranslutning den mest använda metoden.



4-ledaranslutning

4-ledaranslutning används vid noggranna mätningar. Mätströmmen leds genom två ledningar och spänningsfallet mäts över de två återstående. Härigenom elimineras alla motståndsförändringar i tillledningarna, även när dessa skiljer sig från varandra. De flesta moderna signalomvandlare stödjer denna rekommenderade anslutning.



Typer av signalomvandlare

För temperaturmätning finns signalomvandlare för såväl montage inuti en givares kopplingshuvud som externt på vägg, skena eller i skåp. KROHNE INOR erbjuder ett omfattande program signalomvandlare i alla utföranden. För mer information besök inor.se eller läs mer i vår katalog om signalomvandlare.

Huvudmonterade signalomvandlare

Huvudmonterade signalomvandlare är alltid i 2-trådsutförande. Då de utsätts för stora miljöpåfrestningar måste de kunna motstå hög omgivningstemperatur, kraftiga temperaturvariationer, vibrationer, kemiska angrepp samt nedsmutsning. Moderna signalomvandlare skall dessutom vara EMC-störökänsliga dvs. vara störökänsliga i alla tänkbara avseenden samt ej heller störa sin omgivning. Eftersom de oftast sitter otillgängligt placerade är stabiliteten över tid en viktig faktor när man väljer en huvudmonterad signalomvandlare.