

TEMPERATUROMVANDLARE

I det här avsnittet beskrivs följande grundfakta om temperaturomvandlare:

Vad är en temperaturomvandlare?

Varför används temperaturomvandlare?

Varför används isolerade omvandlare?

Var ska omvandlarna monteras?

Vad är en temperaturomvandlare?

En temperaturomvandlare är en enhet som på ingångssidan är ansluten till någon sorts temperaturgivare och på utgångssidan genererar en signal som förstärks och behandlas på olika sätt. Normalt är utsignalen direkt proportionell mot den uppmätta temperaturen inom ett bestämt mätområde. Många fler funktioner kan läggas till beroende på vilken typ av omvandlare som används.

Temperaturomvandlarnas egenskaper beskrivs ofta med olika termer som rör tekniken, monteringsmetoden, funktionerna osv.

Här följer en kortfattad sammanfattning av de termer som används.

Teknik

Analoga omvandlare

Dessa omvandlare är uppbyggda med analog kretsteknik. De erbjuder normalt grundfunktioner såsom temperaturlinjärisering och detektering av givarbrott. Ibland kan de ställas in för olika mätområden.

Digitala omvandlare

Denna omvandlartyp arbetar med en processor. De kallas ofta *intelligenta* omvandlare genom att de normalt erbjuder många extrafunktioner som inte är möjliga att åstadkomma med analoga omvandlare.

Det finns mer information om dessa funktioner i produktbeskrivningarna till IPAQ- och MESO-omvandlarna.

Monteringsmetod

Omvandlare för montering i huvud

Omvandlare för montering i huvud är avsedda att monteras i temperaturgivarnas anslutningshuvuden. Alla sådana omvandlare från Inor passar i DIN B-huvuden eller större. Särskild omsorg måste ägnas åt hållbarheten med tanke på de svåra förhållanden som ibland förekommer.

Omvandlare för DIN-skena

Omvandlare för DIN-skena är avsedda att snäppas fast på en DIN-skena.

Omvandlarna från Inor passar på en 35 mm skena enligt DIN EN 50022.

Ingångstyp

RTD-omvandlare

RTD-omvandlare används endast till RTD-givare (Pt100, Pt1000, Ni100 osv.). Normalt klarar de endast en RTD-typ. Inors RTD-omvandlare är avsedda för Pt100-ingång och har antingen fast område eller är justerbara. Alla har temperaturlinjär utgång.

Termoelementomvandlare

En termoelementomvandlare mäter en mV-signal från termoelementet och kompenserar för temperaturen i den kalla punkten. Denna kompensering utförs normalt genom mätning av anslutningens temperatur. Vissa omvandlare kan dock justeras för kompensering av en extern fast temperatur i den kalla punkten. Rena termoelementomvandlare är ofta inte temperaturlinjära till följd av termoelementens komplicerade olinjäritet.

Universella omvandlare

Universella omvandlare är normalt av intelligent (processorbaserad) typ. De kan programmeras för olika ingångstyper och områden och är mycket temperaturlinjära. Alla Inors omvandlare i IPAQ- och MESO-familjerna är universella med ingångstyper som RTD, termoelement, resistans, spänning och ström. Mer information finns i produktbeskrivningarna.

Utgångstyp

Analog utgång

Utgångssignalen är en ström, t.ex. 0-20 eller 4-20 mA, eller en spänning, t.ex. 0-10 V. Signalen är normalt proportionell mot det uppmätta värdet inom ett bestämt mätområde (temperaturlinjär).

Detta är fortfarande den helt dominerande tekniken i temperaturomvandlare.

Digital utgång

Det uppmätta värdet (temperaturen) presenteras som ett binärkodat meddelande. Så kallade fältbusomvandlare arbetar med denna teknik. Dagens fältbusomvandlare arbetar med olika stan-

darder för kommunikationen vilket skapar vissa problem när de ska integreras med andra instrument.

Exempel på tillgängliga standarder:

Profibus, Interbus, Foundation Fieldbus, Lon Works och CAN-bus.

Analog och digital utgång

HART-omvandlarna (se beskrivning under MESO-omvandlare) avger en analog utsignal med en överlagrad digital signal på samma ledningar. Vanligtvis används den analoga signalen för normala mätningar och den digitala endast för tillfälliga mätningar till följd av den låga kommunikationshastigheten. Den digitala signalen används främst för inställningsändamål och statusinformation.

Utgång och strömförsörjning

(Se även under 2-, 3- och 4-tråds-omvandlare)

2-trådsomvandlare:

Totalt två ledare används gemensamt för strömförsörjning och utsignal.

3-trådsomvandlare:

Totalt tre ledare används för strömförsörjning och utsignal. En ledare är gemensam.

4-trådsomvandlare:

Totalt fyra ledare används, två för strömförsörjningen och två för utsignalen.

Isolation

Oisolerade omvandlare

Dessa omvandlare har ledande förbindningar mellan exempelvis ingångs- och utgångskretsarna. De ska hanteras med försiktighet.

Isolerade omvandlare

Isolerade omvandlare har inga ledande förbindningar mellan kretsar som är isolerade från varandra. Isolationen eliminerar risken för cirkulerande ström och gör det lättare att ansluta omvandlarna till styrsystem med jordade ingångar.

Mer information finns under "Varför används isolerade omvandlare?"

Varför används temperaturomvandlare?

Följande avsnitt anger några viktiga skäl till att temperaturomvandlare används vid temperaturmätningar.

För att omvandla den svaga utsignalen från givaren till en starkare signal.

Den förstärkta signalen är avsevärt mindre känslig för elektriska störningar. Detta är särskilt viktigt om givaren är placerad avskilt från det mottagande instrumentet. Långa kablar och låga signalnivåer ökar risken för kraftiga störningar i mätningen.

För att omvandla den olinjära utsignalen från givaren till en temperaturlinjär standard-signal.

Typiska standardsignaler är 0-20 eller 4-20 mA, 0-5 eller 1-5 V och 0-10 eller 2-10 V. Tack vare standardsignalerna, som är proportionella mot temperaturen, är det möjligt att använda standardinstrument för indikering, registrering o.s.v. och standardingångsmoduler i PLC- eller DCS-enheter. Detta förenklar uppbyggnaden av anläggningen avsevärt.

För att minska kostnaderna för kablar och övrig instrumentering.

Om fältmonterade omvandlare används kan kabelkostnaderna minskas. Det behövs bara två ledare om 2-trådsomvandlare används, jämfört med tre eller fyra för RTD-enheter.

Standardsignalkablar kan användas i stället för dyrare kompensering- eller förlängningskablar för termoelement. Normalt blir alla anslutna instrument billigare om standardinsignaler används, t.ex. 4-20 mA.

För att förbättra temperaturmätningens säkerhet.

Säkerheten kan förbättras genom att omvandlaren får övervaka givarledarna. *Skyddet mot givarbrott (Sensor Break Protection)* indikerar brutna givarledare och ställer om utgången till en användarbestämd nivå.

För att förbättra temperaturmätningens noggrannhet.

Noggrannheten kan förbättras genom att omvandlaren får kompensera för givarfel (*Sensor Error Correction*) eller fel i anslutna instrument (*System Error Correction*).

Mätfel som beror på försämrad isolation i givaren eller mellan givarledarna kan undvikas med funktionen *SmartSense*. Denna funktion är en standardfunktion i de flesta av Inors intelligenta omvandlare.

Se beskrivningen av SmartSense senare i den här sektionen.

För att förbättra temperaturmätningens funktion.

Praktiska funktioner kan läggas in tillsammans med mätningen, särskilt när de intelligenta omvandlarna IPAQ och MESO används.

Här följer några exempel:

Dämpningsfunktion som reducerar mätvärdets instabilitet.

Slingkalibreringsutgång. Omvandlaren genererar en exakt utsignal som används för att kalibrera eller kontrollera andra instrument i instrumentslingan.

Realtidspresentation på skärmen av uppmätta värden (i °C eller °F) och utsignalen. Presentationen kan vara med siffror, med staplar eller med linjer.

Varför används isolerade omvandlare?

Fig. 1

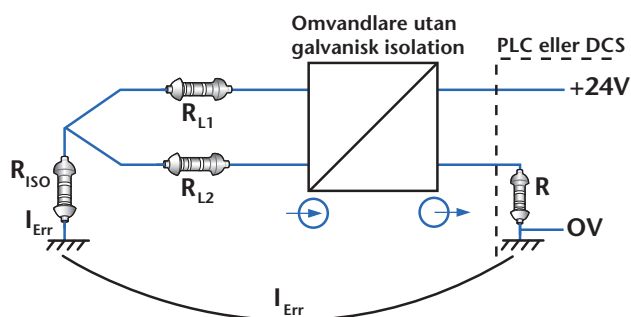
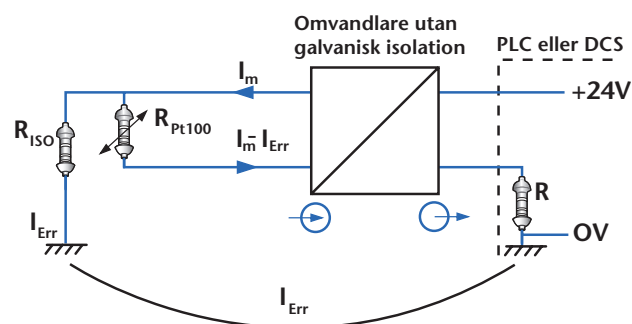


Fig. 2



Mätningar med termoelement

Figur 1 visar en typisk situation när termoelement är anslutna till en PLC eller DCS över en isolerad omvandlare.

Isolationen till jord (R_{ISO}) är ibland ganska låg, t.ex. vid höga temperaturer och höga strömmar eller små mått på termoelementen.

En önskad jordström på I_{Err} med varierande storlek beroende på den aktuella situationen uppkommer då. Jordströmmen flyter genom termoelementen och orsakar spänningsfall över resistanserna R_{L1} och R_{L2} i termoelementledarna. Dessa spänningsfall samverkar med den EMF som alstras av termoelementen och orsakar betydande mätfel.

Det är ibland svårt att förutse och beräkna dessa fel, men det är inte ovanligt att de uppgår till 5-10% av mätområdet.

Om omvandlaren är galvaniskt isolerad mellan ingången och utgången blir jordslingan avbruten så att jordströmmen stoppas. Inga fel uppkommer då till följd av låg isolation mellan termoelementen och jord.

Mätningar med RTD-element

Figur 2 visar en RTD-givare ansluten till en PLC eller DCS över en isolerad omvandlare.

Isolationen till jord (R_{ISO}) är normalt mycket hög i ett "friskt" RTD-element, vanligtvis 50 till 500 M Ω . Under vissa omständigheter händer det dock att den interna isolationen i ett RTD-element reduceras kraftigt. Det kan beror på slitage eller skador som gör att fukt tränger in i elementet. Beroende på värdet på R_{ISO} kommer en viss del (I_{Err}) av mätströmmen I_m att passera genom jord och inte genom RTD-givaren. Detta orsakar ett mätfel.

Om omvandlaren är galvaniskt isolerad mellan ingången och utgången blir jordslingan avbruten så att jordströmmen stoppas. Inga fel uppkommer då till följd av låg isolation mellan RTD-elementet och jord.

Slutsats

När du vill vara säker på att få bra mätresultat ska du använda isolerade omvandlare!

Var ska omvandlarna monteras?

I en fabrik där det normalt är stora avstånd mellan mätpunkterna och det mottagande instrumentet är det viktigt att tänka på vissa aspekter när det gäller omvandlarnas placering.

Temperaturomvandlare kan i princip monteras på tre olika platser:

- **Montering i huvudet - inne i temperaturgivarens anslutningshuvud.**
- **Fältmontering - nära temperaturgivarna.**
- **Central montering - i närheten av kontrollrummet.**

Montering i huvudet

Omvandlaren monteras direkt inne i anslutningshuvudet och ersätter normalt anslutningsplinten. Alla Inor-omvandlare för montering i huvudet passar i ett DIN B-huvud eller större. De är avsedda och testade för de svåra förhållanden som sådana omvandlare ofta utsätts för.

Detta monterings sätt ger normalt de största fördelarna. Det är dock nödvändigt att tänka på hur miljön (främst temperaturen) påverkar mätningens noggrannhet.

Fördelar

- **Bästa säkerhet i signalöverföringen.** Den förstärkta signalen, t.ex. 4-20 mA, är mycket okänslig för elektriska störningar som induceras längs transmissionskabeln.
- **Kostnadsbesparingar för transmissionskablarna.** Endast två ledare behövs om en 2-trådsomvandlare används.
- **Kostnadsbesparingar för installationen.** Omvandlaren kräver inga extra anslutningspunkter.
- **Kostnads- och platsbesparingar.** Inga extra skåp eller lådor behövs.
- **Fältinstrument, t.ex. indikatorer, kan installeras enkelt, även i ett senare skede, utan att mätkretsarna behöver göras om.** Om någon av Inor-omvandlarna IPAQ-HPLUS eller IPAQ-HXPLUS används kan till exempel en digital display från Inor anslutas eller så kan loopmatade indikatorer installeras i 4-20 mA-slingan.

Nackdelar

- **Omgivningstemperaturen kan ligga utanför tillåtna gränser för omvandlarna.**
- **Omgivningstemperaturens inverkan på mätningens noggrannhet måste beaktas.** Om temperaturen förväntas avvika kraftigt från normal rumstemperatur och om bästa möjliga noggrannhet krävs, rekommenderar vi att Inors avancerade omvandlare IPAQ-HPLUS eller IPAQ-HXPLUS används eftersom de är extremt temperaturstabila.

- **Extrema vibrationer kan medföra att omvandlarna inte fungerar riktigt.**
- **Temperaturgivarens placering kan orsaka underhållsproblem.**

Fältmontering

Omvandlarna monteras antingen alldeles intill temperaturgivarna eller i närheten av givarna. Ofta monteras mer än en omvandlare i samma fältbox.

Denna metod är dyrare än montering i huvudet, men annars ett bra alternativ med i huvudsak samma fördelar som montering i huvudet men utan de nackdelar som anges ovan.

Fördelar

- **Hög säkerhet för signalöverföringen.** Huvuddelen av signalöverföringen utförs med en förstärkt signal.
- **Inga extrema temperaturer eller vibrationer förekommer.** Detta underlättar noggranna och säkra mätningar.
- **Kostnadsbesparingar för transmissionskablarna (se ovan).**
- **Bredare urval av tillgängliga omvandlare.** Omvandlare för DIN-skene kan också användas.
- **Fältinstrument kan ofta installeras enkelt (se ovan).**
- **Underhåll kan normalt utföras utan problem.**

Nackdelar

- **Högre installationskostnader jämfört med montering i huvudet.**
- **Sändarlådor eller skåp kostar pengar och tar plats.**

Central montering

I detta fall placeras omvandlarna i närheten av kontrollrummet eller i en annan central del av fabriken. De monteras ofta i skåp och/eller slutna rum. Omgivningsvillkoren är normalt mycket bra och stabila.

Denna metod erbjuder de mest bekväma förhållandena för underhåll och bästa möjliga miljö för omvandlarna. Det finns dock nackdelar som bör beaktas.

Fördelar

- **Bekväma förhållanden för installation, driftsättning och underhåll.**
- **Minimal risk för påverkan från miljön (t.ex. temperaturpåverkan).**

Nackdelar

- **Minskad säkerhet för signalöverföringen.** Givarsignalen med låg nivå är ganska känslig för elektriska störningar som induceras längs transmissionskabeln.
- **Relativt höga kostnader för kabeldragning.** Mätningar med termoelement krä-

ver kompensering- eller förlängningskablar hela vägen till omvandlarna. RTD-mätningar med hög noggrannhet bör göras med 4-trådskoppling för att inte ledarresistansen ska påverka (se sektionen Sändarkopplingar).

- **Skåp eller stativ kostar pengar och tar plats.**
- **Ganska komplicerat och dyrt att ansluta fältinstrument, t.ex. indikatorer.**

2-, 3- och 4-trådsomvandlare

I det här avsnittet beskrivs tre olika kopplingar med avseende på anslutningar för utgångar och strömförsörjning:

- **2-trådsomvandlare:**
Totalt två ledare används gemensamt för strömförsörjning och utsignal.
- **3-trådsomvandlare:**
Totalt tre ledare används för strömförsörjning och utsignal. En ledare är gemensam.
- **4-trådsomvandlare:**
Totalt fyra ledare används, två för strömförsörjningen och två för utsignalen.

Fig. 3 2-trådsomvandlare

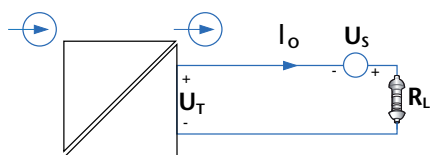


Fig. 4 3-trådsomvandlare

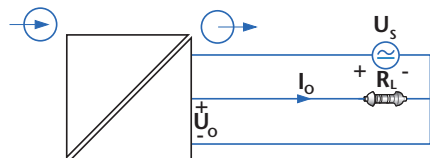
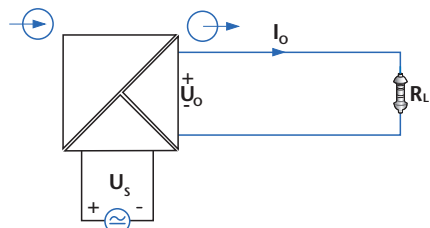


Fig. 5 4-trådsomvandlare



2-trådsomvandlare

Detta är den vanligaste typen av omvandlaren i dag, särskilt för fältmonterade omvandlare och omvandlare på farliga platser.

Figur 3 visar principalschemat.

Strömförsörjningen U_s och utsignalen I_o använder samma ledarepar.

Strömförsörjningen är en likspänning som tillåts variera i enlighet med omvandlarens specifikationer, t.ex. 6,5 till 36 VDC för IPAQ-H.

Utsignalen är standardiserad till 4-20 mA, men mellanvärden och omvända värden förekommer också.

Maxlasten R_L är beroende av matningsspänningen och minimispänningen över omvandlaren U_T och specificeras separat

för alla 2-trådsomvandlare i ett belastningsdiagram. För beräkning av maxlasten kan följande formel användas:

$$R_{L\max} = \frac{U_s - U_T}{I_{\max}}$$

Fördelar med 2-trådsomvandlare:

- Lägre kabel- och installationskostnader med endast två ledare.
- Mindre mått, värmeförluster och kostnader genom att ingen nättransformator behövs.
- Direktanslutning till PLC eller DCS med hjälp av aktiva ingångar (med systemets interna matning av omvandlaren).
- Medger stora variationer för matningsspänningen.
- Enkel och kostnadseffektiv säker installation på farliga platser.
- Väletablerad teknik gör att 2-trådsomvandlarna passar ihop med andra instrument.

Nackdelar med 2-trådsomvandlare:

- Utsignalen begränsas till 4-20 mA (eller mellanliggande värden).
- Till följd av den låga effekt som tillförs 2-trådsomvandlaren (kan vara så låg som 25 mW) kan effektkrävande funktioner (larmreläer osv.) inte införas.
- Eftersom strömförsörjningen är galvaniskt förbunden med utgången måste särskild försiktighet iaktas vid användning av kraftenheter som är jordade och/eller gemensamma för flera omvandlare.

3-trådsomvandlare

Denna omvandlartyp används sällan för industriella applikationer, sannolikt för att det är ett mellanting mellan 2- och 4-trådsteknik och inte erbjuder fullständiga fördelar för någon av dem. För närvarande tillverkar inte Inor några 3-trådsomvandlare.

Figur 4 visar principalschemat.

3-trådsomvandlaren har en strömförsörjningskrets och en utgångskrets. Eftersom dessa kretsar har en punkt gemensamt räcker det att använda tre ledare mellan omvandlaren och strömförsörjningen och lasten.

Matningsspänningen U_s är vanligtvis 12-36 VDC, men andra spänningar, t.ex. 24 VAC, förekommer också.

Utsignalen I_o eller U_o kan vara en likström eller en likspänning, t.ex. 0/4-20 mA, 0/1-5 V eller 0/2-10 V.

Min- och maxlasten R_L är beroende av matningsspänningen och utgångstypen.

Fördelar med 3-trådsomvandlare:

- Lägre kabelkostnader jämfört med 4-trådsomvandlare.
- Kan drivas med växel- eller likspänning.
- Många olika utsignaler.

Nackdelar med 3-trådsomvandlare:

- Eftersom strömförsörjningen är galvaniskt förbunden med utgången måste särskild försiktighet iaktas vid användning av kraftenheter som är jordade och/eller gemensamma för flera omvandlare.
- 3-trådsomvandlare är normalt inte avsedda för säkra installationer.

4-trådsomvandlare

4-trådsomvandlare används då det är önskvärt att utgången och strömförsörjningen är isolerade från varandra eller när sändarfunktionerna (t.ex. reläer, tänddisplay osv.) kräver mer effekt än den som är tillgänglig med 2-trådsomvandlare.

Figur 5 visar principalschemat.

I 4-trådsomvandlare är strömförsörjningen U_s och utsignalen I_o eller U_o åtskilda och normalt isolerade från varandra.

Matningsspänningen kan variera från 12 VDC till 230 VAC.

Utsignalen I_o eller U_o kan vara en likström eller en likspänning, t.ex. 0/4-20 mA, 0/1-5 V eller 0/2-10 V. Min- och maxlasten R_L är beroende av matningsspänningen och utgångstypen.

Fördelar med 4-trådsomvandlare:

- Kan matas med lik- eller växelspanning (upp till 230 V).
- Eftersom strömförsörjningen är galvaniskt isolerad från utgången är det inget problem att använda kraftenheter som är jordade och/eller gemensamma för flera omvandlare.
- Kan hantera mer effektkrävande funktioner som reläer, displayer, givardrivningar osv.

Nackdelar med 4-trådsomvandlare:

- Högre kabel- och installationskostnader vid fältmontering (jämfört med 2-trådsomvandlare).
- Större mått, värmeförluster och kostnader till följd av inbyggda nättransformatorer (jämfört med 2-trådsomvandlare).
- Måste normalt monteras utanför farliga platser.

2-, 3- och 4-ledarkoppling för RTD-givare

I det här avsnittet beskrivs tre kopplingstyper för RTD-element:

- **2-ledarkoppling:**
Två ledare kopplar ihop givaren och omvandlaren.
- **3-ledarkoppling:**
Tre ledare kopplar ihop givaren och omvandlaren.
- **4-ledarkoppling:**
Fyra ledare kopplar ihop givaren och omvandlaren.

Fig. 6 2-ledarkoppling

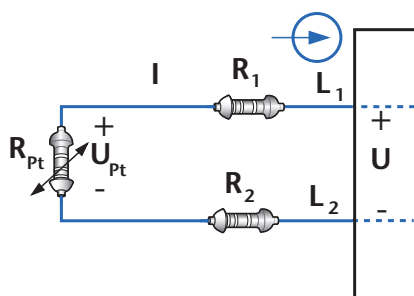
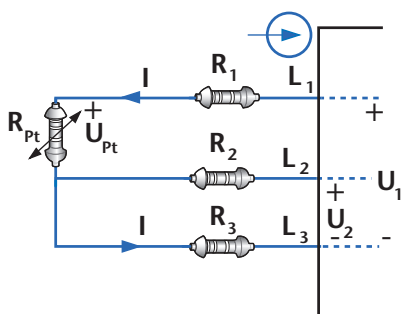


Fig. 7 3-ledarkoppling



I följande avsnitt förklaras för- och nackdelar med olika kopplingstyper. Det som bör beaktas och konsekvenser av felaktiga kopplingar behandlas också.

Exemplen nedan avser RTD-element (t.ex. Pt100-givare), men i princip gäller de för alla resistansgivare.

Gruppindelningen grundas på omvandlaren konstruktion eller konfiguration och inte på det antal ledare som används mellan givaren och omvandlaren.

2-ledarkoppling

Denna koppling används sällan i industriella mätningar till följd av de noggrannhetsproblem som kan uppstå.

Figur 6 visar ingångskopplingen.

Omvandlaren sänder ut den konstanta mätströmmen I , som alstrar spänningen U som mäts av omvandlaren.

Spänningen blir $U=I*(R_{Pt}+R_1+R_2)$. Rätt värde är dock spänningen över enbart resistansen R_{Pt} , dvs. $U_{Pt}=I*R_{Pt}$. Det innebär att ledarresistanserna R_1 och R_2 orsakar ett mätfel.

En tumregel säger att felet till följd av ledarresistanserna (R_1+R_2) är ungefär $2,6^\circ\text{C}$ ($4,7^\circ\text{F}$) per ohm för en Pt100-givare och en tiondel av detta för en Pt1000-givare.

Om ledarresistansen är känd kan omvandlaren ställas in manuellt så att den kompenserar för denna ledarresistans.

Eftersom detta är en fast kompenserings kommer förändringar av ledarresistansen till följd av temperaturvariationer inte att beaktas.

Fördelar med 2-ledarkoppling:

- Lägre kabelkostnader (beror på avståndet).

Nackdelar med 2-ledarkoppling:

- Betydande mätfel kan uppkomma utan kompenserings för ledarresistans.
- Tidskrävande kompenserings för ledarresistans.
- Fel till följd av varierande kabeltemperatur kan aldrig elimineras.

3-ledarkoppling

3-ledarkopplingen är i dag den dominerande tekniken för anslutning av RTD-givare, särskilt i industriella applikationer. Skälet är kombinationen av automatisk kompenserings för ledarresistans och rimliga kabelkostnader.

Figur 7 visar ingångskopplingen.

I princip arbetar de flesta omvandlare för 3-ledarkoppling på samma sätt. Den konstanta mätströmmen I sänds genom ledaren L_1 , givareelementet och ledaren L_2 så att spänningen U_1 genereras ($U_1=I*(R_{Pt}+R_1+R_2)$).

För att inte R_1 och R_2 ska påverka ansluts den extra ledaren L_3 till ena sidan av givareelementet. Ingen ström flyter genom denna ledare till följd av den mycket höga ingångsimpedansen, vilket ger spänningen $U_2=I*R_2$.

Om vi antar att ledarresistanserna är identiska, dvs. $R_1=R_2=R_L$, och låter omvandlaren beräkna spänningen U som $U=U_1-2*U_2$ blir resultatet:

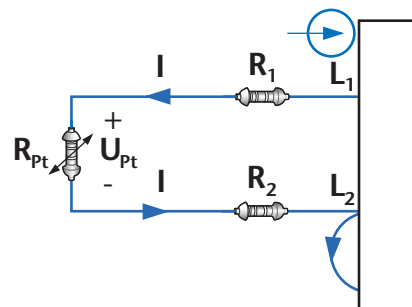
$$U=I*R_{Pt}+2*I*R_L-2*I*R_L \text{ eller:}$$

$$U=I*R_{Pt}=U_{Pt}$$

Tabell 1

	Resistansskillnad, R_{diff}	
	0,1 ohm	1,0 ohm
Pt 100	0,26°C/0,47°F	2,6°C/4,7°F
Pt 1000	0,03°C/0,05°F	0,26°C/0,47°F

Fig. 8 "Oren" koppling



Härmed får vi ett uttryck som varierar direkt med givarresistansen och utan att påverkas av ledarresistanserna.

Obs:

Det är mycket viktigt att ledarna L_1 och L_2 har samma resistans. För att ledarna inte ska förväxlas bör alla tre vara så lika som möjligt. Av praktiska skäl har alla omvandlare en övre gräns för ledarresistanser på vanligtvis 15-25 ohm per ledare (se Specifikationer).

Tabell 1 visar exempel på fel i en 3-ledarkoppling för Pt100 och Pt1000 vilka orsakas av en resistansskillnad på R_{diff} mellan L_1 och L_2 .

Exempel på "orena" kopplingar

Av olika skäl kan användaren ansluta givare med endast två ledare eller med fyra ledare till omvandlare för 3-ledarkoppling.

Två givarledare tillsammans med omvandlare för 3-ledarkoppling

En typisk koppling kan vara enligt figur 8.

Det är viktigt att notera att även om alla tre anslutningarna på omvandlaren används så fungerar inte den automatiska kompenserings för ledarresistans.

Felet till följd av ledarresistans blir det samma som enligt ovan för 2-ledarkoppling, dvs. ungefär $2,6^\circ\text{C}$ ($4,7^\circ\text{F}$) per ohm total ledarresistans (R_1+R_2). Manuell (fast) kompenserings kan normalt åstadkommas.

Fig. 9 "Ören" koppling

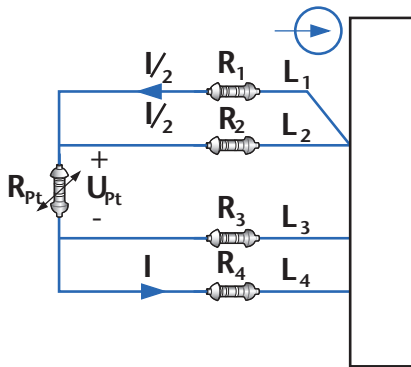


Fig. 10 4-ledarkoppling

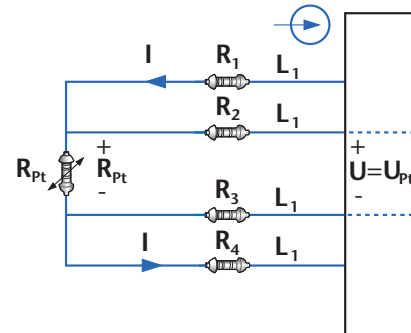


Fig. 11 "Ören" koppling

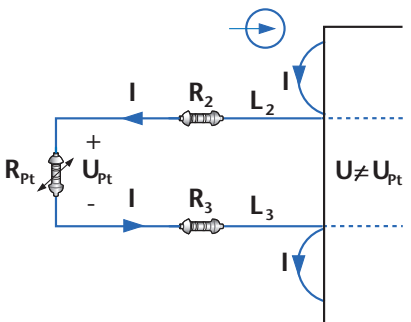
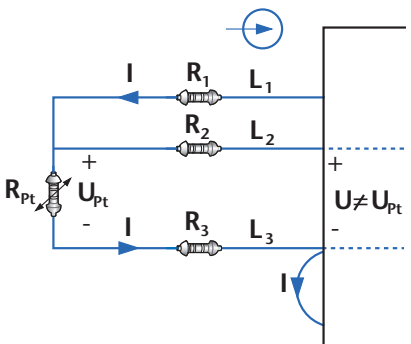


Fig. 12 "Ören" koppling



Fyra givarledare tillsammans med omvandlare för 3-ledarkoppling

Ibland är de fyra givarledarna kopplade enligt figur 9.

Eftersom de tre ledarresistanserna, sett från omvandlaren, inte är lika, fungerar inte den automatiska kompenseringen för ledarresistans på rätt sätt. Mätfelet blir beroende av skillnaden i ledarresistans enligt beskrivningen ovan.

Lösning: Använd endast tre av givarledarna.

Slutsats

Med två ledare till givaren kommer 3-ledarkopplingen varken att förbättra eller försämrå noggrannheten jämfört med en 2-ledarkoppling.

Med fyra ledare till givaren kommer 3-ledarkopplingen inte att kompensera för ledarresistans på rätt sätt.

Fördelar med 3-ledarkoppling:

- Automatisk kompensering för resistansen i ledarna som ansluter givaren till omvandlaren.
- Lägre kabelkostnader jämfört med 4-ledarkoppling.

Nackdelar med 3-ledarkoppling:

- En skillnad mellan resistanserna hos de tre givarledarna kan orsaka betydande mätfel.
- Dåliga anslutningar, dvs. korroderade eller lösa kontakter, kan orsaka mätfel till följd av extra och olika resistanser.

4-ledarkoppling

4-ledarkoppling för RTD-givare används när högsta noggrannhet krävs, t.ex. i forskningslaboratorier, och för kritiska industriella mätningar. Med 4-ledarkoppling elimineras ledarresistansernas inverkan helt. Även resistanser som beror på dåliga anslutningar motverkas.

Figur 10 visar ingångskopplingen.

Den konstanta mätströmmen I sänds genom ledaren L_1 , givarelementet och ledaren L_4 så att spänningen U_{Pt} alstras över givarelementet och den blir $U_{Pt} = I \cdot R_{Pt}$. Denna spänning mäts genom anslutning av två ledare, L_2 och L_3 , från givaren till en ingång med hög impedans på omvandlaren. Praktiskt taget ingen ström flyter genom L_2 och L_3 så det blir ett försumbart spänningsfall över dessa ledare, vilket gör att omvandlaren mäter följande spänning direkt:

$$U = I \cdot R_{Pt} = U_{Pt}$$

Givarresistansen avkänns således utan inverkan av ledarresistanserna.

Av praktiska skäl har alla omvandlare en övre gräns för ledarresistansen på vanligtvis 15-25 ohm per ledare (se Specifikationer).

Exempel på "örena" kopplingar

Av olika skäl kan användaren ansluta givare med endast två ledare eller med tre ledare till omvandlare för 4-ledarkoppling.

Två givarledare tillsammans med omvandlare för 4-ledarkoppling

En typisk koppling kan vara enligt figur 11.

Observera att även om att alla fyra anslutningarna på omvandlaren används kommer ledarresistanserna R_2 och R_3 att orsaka ett mätfel. Spänningen sett från omvandlaren blir

$$U = I \cdot (R_{Pt} + R_2 + R_3) \neq U_{Pt}$$

Felet till följd av ledarresistansen blir detsamma som beskrivs ovan för 2-ledarkoppling, dvs. ungefär 2,6°C (4,7°F) per ohm total ledarresistans ($R_2 + R_3$). Manuell (fast) kompensering kan normalt åstadkommas.

Tre givarledare tillsammans med omvandlare för 4-ledarkoppling

En typisk koppling kan vara enligt figur 12.

Även om alla fyra anslutningarna på omvandlaren används kommer ledarresistansen R_3 i det här exemplet att orsaka ett mätfel. Spänningen sett från omvandlaren blir

$$U = I \cdot (R_{Pt} + R_3) \neq U_{Pt}$$

Felet till följd av ledarresistansen blir ungefär 1,3°C (2,3 °F) per ohm i varje ledare (R_1 , R_2 eller R_3). Manuell (fast) kompensering kan normalt åstadkommas.

Slutsats

Med två ledare till givaren kommer 4-ledarkopplingen varken att förbättra eller försämrå noggrannheten jämfört med en 2-ledarkoppling.

Med tre ledare till givaren kommer 4-ledarkopplingen att försämrå noggrannheten jämfört med en 3-ledarkoppling.

Fördelar med 4-ledarkoppling:

- Hög noggrannhet genom att resistanserna i ledarna mellan givaren och omvandlaren inte har någon inverkan.
- Dåliga anslutningar, dvs. korroderade eller lösa kontakter, har ingen inverkan på noggrannheten i de flesta fall.

Nackdelar med 4-ledarkoppling:

- Ökade kabelkostnader jämfört med 2- och 3-ledarkoppling.