

Vad betyder anslutningsledningens längd?

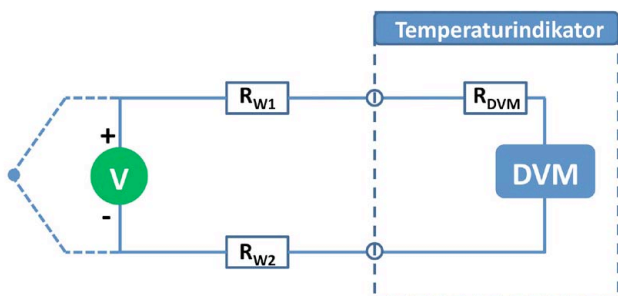
En vanlig fråga till Pentronic är hur längden och därmed resistansen i anslutningsledningen till termoelement inverkar på mätresultatet. Men det finns flera felkällor kopplade till ledningslängden. Här reder vi ut några.

Frågeställningen kan härröra från äldre tiders temperaturmätning där termoelementets elektromotoriska kraft (emk) måste driva en mekanisk visare. På visarindikatorn fanns angivet ett resistansvärde som termoelementet med anslutningsledning skulle uppfylla för att temperaturskalan bakom visaren skulle stämma. Även första generationens batteriindikatorer kunde visa märkbara fel på tiondels grader om för lång och tunn ledning användes.

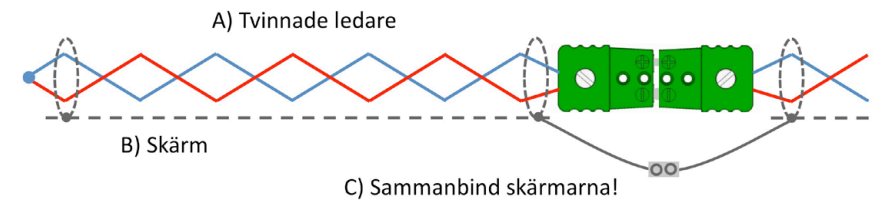
Obetydlig mätström

Moderna indikatorer innehåller en digital voltmeter (DVM) som har mycket stor ingångsresistans, såg 10 Mohm. Ett termoelement som t ex typ K har större resistans än en parledning av koppar i motsvarande diameter och längd. Exempelvis har typ K för tråddiameter 0,5 mm och 1 meter längd resistansen 4,9 ohm per dubbelmeter (dbm), dvs inklusive båda ledarna. Motsvarande koppartråd är på 0,17 ohm/dbm.

För att bedöma mätfelet kan man räkna ut hur stor andel av termospänningen som faller bort över termoelementets anslutningsledning. Se figur 1. I praktiken betyder 100 m ledning att mätresultatet minskar med ca 0,049 % på grund av spänningsdelningen. Det innebär att absoluta felet orsakad av spänningsdelningen också ökar approximativt med temperaturnivån. Vid 500 °C motsvarar det ca 0,25 °C för låg visning. Termoelements känslighet är olinjär men kan antas vara ca 40 µV/°C för typ K. Höjd ingångsresistans på temperaturindikatorns digital voltmeter liksom ökad ledningsdiameter



Figur 1. V = Termoelementets genererade spänning. $R_{W1} + R_{W2}$ = ledningsresistans per meter ledningslängd för typ K är 4,9 ohm vid tråddiameter 0,5 mm. $R_{DVM} \geq 10$ Mohm. 100 m sådan ledning minskar DVMs andel av V med 0,049 %. Vid 500 °C motsvarar det ca 0,25 °C.



sänker förlusterna. Ökad ledningslängd däremot förstorar naturligtvis mätfelet.

Redan vid 250 - 550 °C finns andra fenomen som t ex SRO [Ref 1] med betydligt större inverkan på mätresultatet. Felet 0,25 °C är inte stort i jämförelse med SRO-hysteresen som kan få mätvärdet att variera med upp till 4 - 5 grader.

Antennverkan

En större felkälla kan vara att anslutningsledningen fångar upp elektriska störningar genom antennverkan. Vanligt är t ex utstrålad lågfrekvent sinusstörning från kraftkablar (upp till ca 400 Hz). Om anslutningsledningen har sina ledare tvinnade delar i princip varje ögla störningens inverkan till hälften. Normalt har moderna transmitter och ingångssteg i efterföljande elektronik försetts med störundertryckning av seriell och parallell typ, (Serial resp. Common mode). Med tillräckligt stark dämpning, stort decibeltal, kan oftast störningen fås ned tillräckligt. Ett alternativ kan vara att placera transmittern så nära termoelementet som möjligt och därmed minska förmågan att suga upp störningar. Se figur 2.

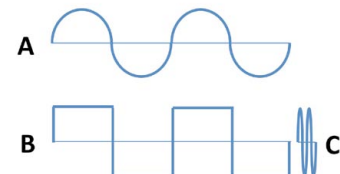
Känsligheten 40 µV/°C ger en liten termospänning som när den är överlagrad på en sinusformad störning kan betyda mätfel från delar av grader till att indikatorn går i ändläge. Se figur 4.

Skärmning vid högfrekvens

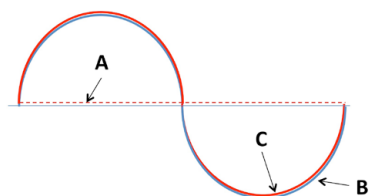
För högre störfrekvenser (större än ca 400 Hz) som alstras av transienta signaler, "spikar", mobiltelefoner, kommunikationsradio eller digital trafik i pulståg, måste skärmning tillgripas. Skärmning av både störande och störd ledning kan krävas. På skärmad

Figur 2. Termoelement som består av (A) tvinnad och (B) skärmad anslutningsledning. Tvinning dämpar störande frekvenser upp till ca 400 Hz. Skärmning dämpar t ex inflyttandet av fyrkantsvåg som har högt frekvensinnehåll. (Se vidare figur 3). (C) visar ett enkelt sätt att knyta ihop alla skärmarna till en sammanhängande längd för att jordas i en gemensam punkt.

kabel bör skärmen föras igenom även i skarvanordningar. Jordning bör normalt ske i en central punkt för att undvika jordströmmar som kan ändra potentialen i jordpunkterna och därmed oavsiktligt modulera mätsignalen. Det finns termoelementkontakter med tre stift, där ett är avsett för att föra igenom skärmledare. I vissa högfrekventa fall kan även den korta exponerade kontaktutsträckningen suga upp störningar och då kan man även behöva skärma av kontakterna mot omaidivningen. ☒



Figur 3. A) Sinusvåg. B) Fyrkantvåg innehåller höga sinusfrekvenser för att kunna bilda branta flanker. C) Flankerna i B blir brantare ju mer högfrekventa sinusvågor som ingår.



Figur 4. A) Liten lågfrekvent likströmskomponent från termoelementet (streckad) som man vill mäta. B) Störande sinusformad AC-komponent (blå). C) Resultande signal till indikatorn (röd).

Referenser se www.pentronic.se > Nyheter > Kundtidningen > D:ö Arkiv [Ref 1] Se StoPextra 2010-1, sida 4

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