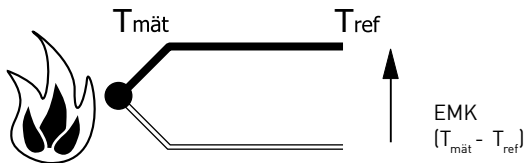


Termoelement

1. Termoelement

Ett vanligt sätt för att mäta temperatur industriellt är att använda två ledare av olika material som sammanfogas i den ena änden genom t.ex. svetsning eller lödning. Denna ände placeras där man vill mäta temperaturen. Termoelementet genererar en spänning (EMK) som beror av skillnaden i temperatur mellan $T_{\text{mät}}$, den sammanfogade änden, och T_{ref} , den öppna änden, där ett mätinstrument ansluts.



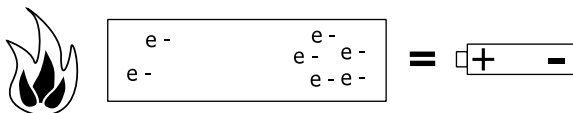
Det finns olika standardiserade kombinationer av material som definieras i internationella normer, den vanligaste normen är IEC 60584. Observera att standarderna ger förhållandet mellan temperaturskillnad i °C och utsignal i mV, och inte materialsammansättning i detalj. I standardernas tabeller förutsätts att $T_{\text{ref}} = 0\text{ °C}$.

IEC 60584 innehåller de 8 vanligaste typerna, varav typ J, K och S är de allra vanligaste. För nyinstallation blir typ N allt mer populär som alternativ till typ K. Typ S används för högre temperaturer. Maximal temperatur beror av tråddiameter, miljö, förväntad livslängd etc.

Termoelement enligt IEC 60584 täcker tillsammans området $-270\text{ °C} - 1820\text{ °C}$. Det finns typer för ännu högre temperaturer exempelvis sådana som W5Re-W26Re som finns tabellerad upp till 2315 °C .

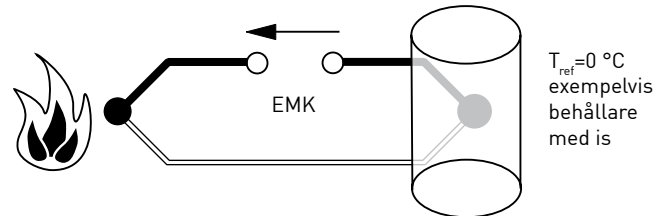
2. Verkningsätt

Termoelement bygger på att ledare (inte bara metaller) får lägre täthet av elektroner i sin varmare ände. Det ger en potentialskillnad mellan varm och kall ände. Den skillnaden mäts med ett lämpligt instrument och man får ett mått på temperaturskillnaden.



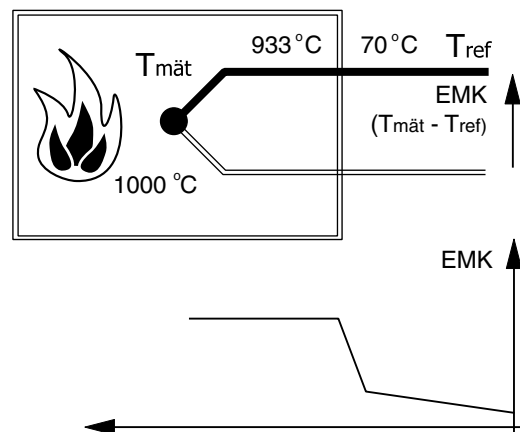
För att nå den varma änden krävs en tråd till. Med två likadana trådar fås samma potentialskillnader längs trådarna och ingen utsignal mellan deras kalla ändar. Därför görs termoelement av två olika material, som kombineras för att ge så hög utsignal som möjligt och lång livslängd. De sammanfogas i ena änden på lämpligt sätt, exempelvis genom svetsning eller lödning. I bilden nedan ses ett termoelement

som gjorts av två olika trådar som löts ihop i ändarna. Den ena tråden har kapats så att man kan koppla in ett mätinstrument för EMKn.



Eftersom termoelement mäter temperaturskillnad är det nödvändigt att känna till den kalla temperaturen för att kunna bestämma den varma. Detta görs i bilden ovan genom att det ena, det kalla, lödstället placeras i en känd temperatur, nämligen 0 °C . Den EMK som mäts är då ett direkt mått på temperaturen hos det varma lödstället. För en viss EMK kan nämligen motsvarande temperatur hittas i en EMK-tabell för termoelementet.

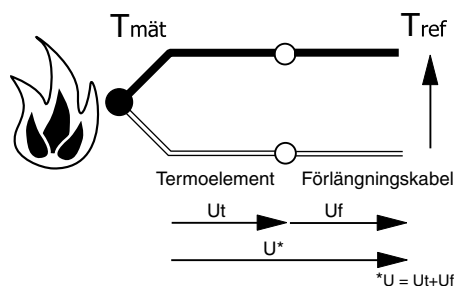
En annan metod som används i elektroniska instrument är att mäta temperaturen på kontakten där termoelementet är anslutet till instrumentet, den kalla ändens temperatur, T_{ref} . Detta ger möjlighet för kompensation för kalla lödstället vilket krävs när anslutningen har en temperatur skild från 0 °C . I instrumentet görs ett tillägg för de mV som saknas (EMK för T_{ref} enligt tabell). Man kan då avstå från den högra delen av termoelementet i förra bilden och får den enkla uppbyggnad som antyds i bilden nedan.



Eftersom termoelementet ger utsignal beroende på temperaturskillnad så byggs utsignalen upp av alla de delar av tråden som utsätts för en temperaturskillnad. Det betyder att ett termoelement som ska mäta temperaturen i en ugn får största delen av signalen från passagen genom ugnsväggen. Det är ju där som den största skillnaden i temperatur finns, ($933-70$).

ända fram till anslutningskontakten på mätinstrumentet, då man annars går miste om den signal som genereras på grund av skillnaden mellan temperatur i givarens anslutningsplint och kontakten på mätinstrumentet, (70-Tref).

Detta görs av praktiska och kostnadmässiga skäl oftast genom att använda förlängnings- eller kompensationskabel. Eftersom kabeln tillverkas av material som ska ha samma egenskaper som termoelementet kommer ju temperaturskillnader längs kabeln också att ge en signal som läggs till den som termoelementet genererar.



3. Val av termoelement

Metaller som används till termoelementet ska vara stabila och inte förändras efterhand. Dessa material ska kunna framställas med god reproducerbarhet och tåla hög temperatur. Därför väljer man gärna platina, guld eller speciella legeringar.

Typ K är sedan lång tid mycket populär. Den är relativt billig, ger hög utsignal och tål hög temperatur (cirka 1200 °C). Tyvärr dras typen med några nackdelar. Den ger upphov till olika utsignal på väg upp i temperatur och på väg ned (hysteres) och kan drabbas av grönröta (låg syrehalt runt trådarna ger upphov till kromoxid). Typ N har bättre egenskaper i dessa avseenden och ersätter allt oftare typ K vid nyinstallation. De täcker ungefär samma temperaturområden, finns att få i samma dimensioner, har likartade samband mellan temperatur och utsignal. De flesta moderna mätinstrument är enkla att ändra från typ K till typ N. Typ N är något dyrare än typ K. I många fall är det bytet av förlängningskabel som ger den största kostnaden för ändringen av en befintlig anläggning.

4. Termoelementgivare

Eftersom termoelement måste vara i termisk kontakt med mediet vars temperatur man vill mäta ställs det många olika krav på dess utformning.

- Termoelementet ska hålla så länge som möjligt.
- Det får inte påverka processen eller dess temperatur.
- Mätningen ska göras med tillräckligt hög noggrannhet för att vara meningsfull.
- Givaren ska vara lätt att montera och underhålla.
- Givarens pris ska vara överkomligt.

Alla dessa krav kan inte uppfyllas samtidigt och det är därför mätteknikerns uppgift att välja en bra kompromiss.

Ett naket termoelement bestående av två trådar reagerar snabbt men utsätts för omgivningens påverkan. Sådana termoelement används oftast i laboratoriemiljö.

För industriellt bruk skyddar man trådarna med skyddsrör av material som leder temperaturen från processen till termoelementet men håller skadlig påverkan utanför. Vanligaste materialen är metall och keramik men andra material används då tillämpningen så kräver. Det kan finnas flera skikt utanpå varandra. Ofta har man en utbytbar mätinsats, diameter 6 mm, som innersta del och ett skyddsrör som yttersta del tillverkade av exempelvis syrafast stål. Skyddsröret dimensioneras för de påfrestningar som givaren utsätts för, t.ex. temperatur, tryck och korrosion. För sådana givare som ska utsättas för tryck gäller tryckkärlsdirektivet, PED, som reglerar konstruktion, tillverkning och kontroll.

En speciell variant är manteltermoelement som består av termoelementtrådar som ligger i ett hölje, ett tunnväggigt rör, av värmetålig metall. Trådarna är separerade från varandra och från höljet med hjälp av ett fint keramiskt isolerande pulver, oftast magnesiumoxid. Genom tillverkningsprocessen blir pulvret mycket hårt packat och höljet kan därför böjas utan att trådarna kommer i kontakt med varandra eller höljet.