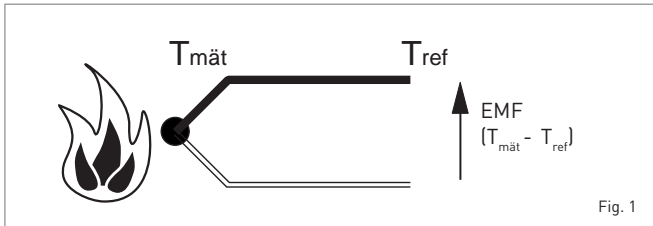


1. Termoelement

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.

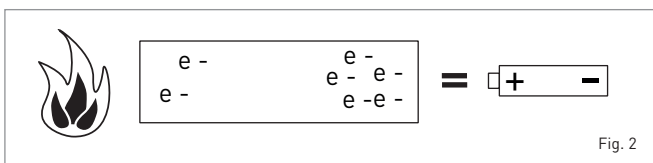


Det finns olika standardiserade kombinationer av material som definieras i internationella normer, den vanligaste normen är IEC 60584. Observera att standarderna ger förhållandet mellan temperaturskillnad i °C och utsignal i mV, och inte materialsammansättning i detalj. I standardernas tabeller förutsätts 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 W5%Re-W26%Re som finns tabellerad upp till 2315 °C .

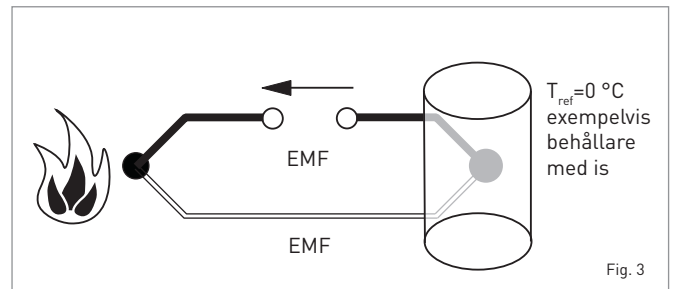
2. Verkningsätt

Termoelement bygger på att ledare får lägre täthet av elektroner i sin varmare ände, se Fig. 2. Det ger en potentialskillnad mellan varm och kall ände.



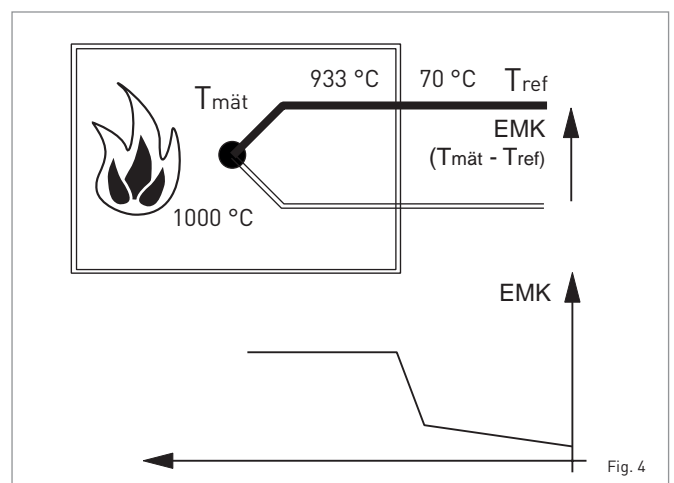
Skillnaden mäts med ett lämpligt instrument och ger ett mått på temperaturskillnaden. För att nå den varma änden krävs en tråd till. Med två likadana trådar fås samma potentialskillnader längs trådarna och ingen utsignal mellan deras kalla ändar. Därför görs termoelement av två olika material, som kombineras för att ge så hög utsignal som möjligt och lång livslängd.

De två materialen sammanfogas i ena änden på lämpligt sätt, exempelvis genom svetsning eller lödning. I bilden nedan (Fig. 3) 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 (Fig. 3) 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 skilld 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 bilden Fig.3 och får den enkla uppbyggnad som antyds i bilden nedan, Fig 4.



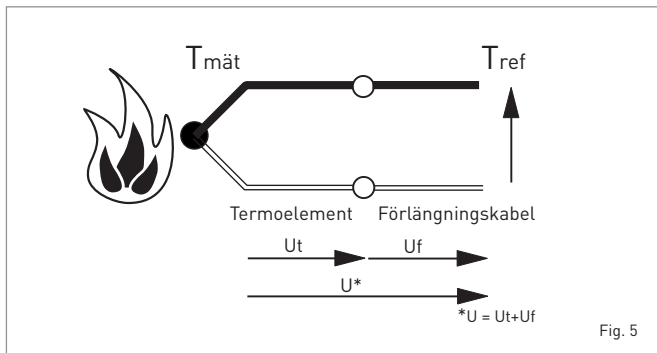
Eftersom termoelementet ger utsignal beroende på temperaturskillnad så byggs utsignalen upp av alla de delar av tråden som utsätts för en temperaturskillnad. Det betyder att ett termoelement som ska mäta

temperaturen i en ugn får största delen av signalen från passagen genom ugnsväggen. Det är där som den största skillnaden i temperatur finns, (t.ex. 933 °C till 70 °C). Det är också viktigt att termoelementet får fortsätta ända fram till anslutningskontakten på mätinstrumentet, då man annars går miste om den signal som genereras på grund av skillnaden mellan temperatur i givarens anslutnings-plint och kontakten på mätinstrumentet, (70-Tref). Detta görs av praktiska och kostnadsmissiga skäl oftast genom att använda anslutnings- eller kompensationskabel. Eftersom kabeln tillverkas av material som ska ha samma egenskaper som termoelementet kommer temperaturskillnader längs kabeln också att ge en signal som läggs till den som termoelementet genererar.

Kompensationskablar kan endast användas i omgivningstemperaturer upp till 200 °C. Över det sjunker noggrannheten dramatiskt. För högre omgivningstemperaturer är det enda alternativet att använda en tkabel av termoelementtråd och temperaturbeständig isolering.

3. Val av termoelement

Metaller som används till termoelementet ska vara stabila och inte förändras över tid. Dessa material ska kunna framställas med god reproducerbarhet och tåla höga



temperaturer. Därför väljer man gärna platina, guld eller speciella legeringar. Typ K (NiCr-Ni) är sedan lång tid mycket populär då den är relativt billig, ger hög utsignal och tål höga temperaturer (cirka 1200 °C). Tyvärr finns det också några nackdelar med Typ K. I händelse av snabba temperaturväxlingar kan det uppstå en förändring i utsignalen på grund av hysteres. Vid höga temperaturer och låg syrehalt i den omgivande atmosfären, oxiderar krom i termoelementet, men inte nickelet. Detta minskar den termoelektriska spänningen. Så kallade "grönrota" bildas som senare förstör termoelementet. Typ N har bättre egenskaper i dessa avseenden och ersätter allt oftare typ K vid nyinstallation. De täcker ungefär samma temperaturområden, finns tillgängliga i samma dimensioner, samt 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 kompensationskabel som ger den största kostnaden vid ändringen av en befintlig anläggning.

För mer information om olika typer av termoelement i vårt sortiment se avsnittet "Temperatortabeller för termoelement".

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 skall vara hållbart under en längre period.
- Det får inte påverka processen eller dess temperatur.
- Mätningen ska uppfylla alla krav på noggrannhet.
- Givaren ska vara lätt att montera och underhålla.

Alla dessa krav är svåra att uppfylla samtidigt och det är därför mätteknikerns uppgift att välja en bra kompromiss.

Vid industriellt bruk skyddar man trådarna med skyddsror av material som leder temperaturen från processen till termoelementet samtidigt som de håller skadlig påverkan från omgivningen utanför. Vanligaste materialen är metall och keramik men även andra material används då tillämpningen kräver det. Skyddet består nästan alltid av flera skikt utanpå varandra. Ofta har man en utbytbar mätinsats, diameter 6 mm, som innersta del och ett skyddsror som yttersta del tillverkade av exempelvis syrafast stål. Skyddsroret 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 värmestålig 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. Eftersom termoelement används vid höga temperaturer spelar materialval en mycket stor roll då det gäller mätosäkerhet och förväntad livslängd. Kombinationer av material för mantel, trådar, isolation samt yttre diameter väljs för att optimera önskade parametrar.