

Temperatuurmeting met thermokoppels

Inhoudsopgave

1 Inleiding	1
2 Thermokoppelprincipe	1
3 Compensatiekabel.	2
4 Nauwkeurigheid	4
5 Kleurcode voor thermokoppels	4

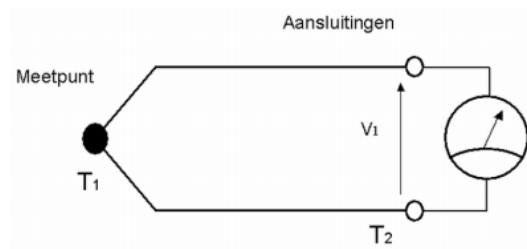
1 Inleiding

Waarschijnlijk is een temperatuurmeting een van de meest gebruikte metingen in de industrie. Het is een bekende meting en toch worden er nog regelmatig fouten gemaakt tegen enkele basisregels. Laten we eens nagaan hoe een thermokoppel werkt. Hoe moeten we een thermokoppel aansluiten enz..

Waarop moet er gelet worden om een goede meting te bekomen? M.a.w. wat zijn enkele van de meest voorkomende valstrikken.

2 Thermokoppelprincipe

Wat is een thermokoppel?.



Figuur 1: Thermokoppel

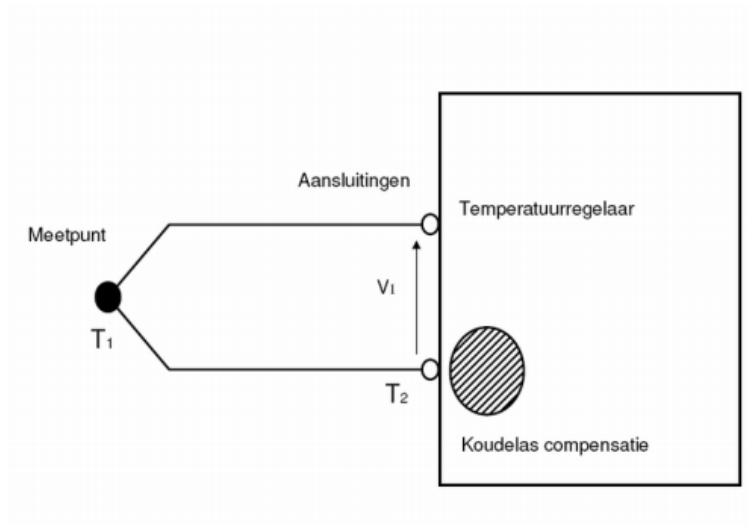
Een thermokoppel is een temperatuursensor die is samengesteld uit twee metalen draden met een verschillende samenstelling die aan één uiteinde samengelast zijn. Deze kant noemt men dikwijls de "warme" kant, het meetpunt. De andere zijde, die open is, noemt men de referentiezijde.

De spanning V_1 die men kan opmeten aan de referentiezijde T_2 is afhankelijk van het *temperatuurverschil* tussen het meetpunt T_1 en de referentiezijde T_2 . zie fig 1

Het aanduiding op het meettoestel is :

$$\text{meting} = T_1 - T_2.$$

Met deze meting kennen we enkel het temperatuurverschil tussen de twee meetpunten. Om de temperatuur van het meetpunt zelf te kennen is het nodig ook de temperatuur te kennen van de aansluitpunten.



Figuur 2: Koudelas compensatie

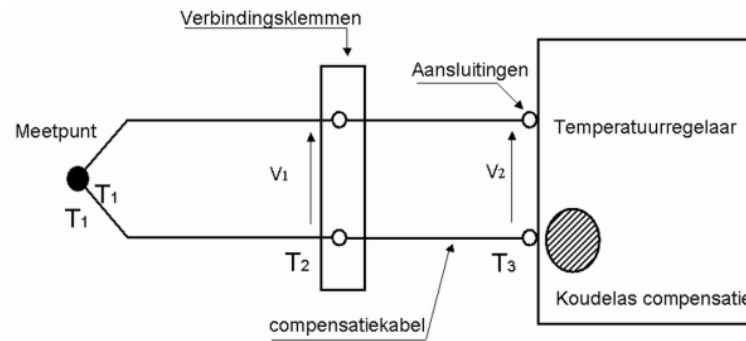
Daarom is er in een temperatuurmeter of regelaar een meting aangebracht die de temperatuur van de aansluitpunten meet. Dit noemt men de "koudelas compensatie". Men telt bij het temperatuurverschil van $T_1 - T_2$ de waarde van T_2 op en bekomt de juiste temperatuur van het meetpunt. Bij de opstelling van fig:2 is de aanduiding:

$$\text{meting} = T_1 - T_2 + T_2 = T_1.$$

De juiste temperatuur T_1 van het meetpunt wordt dus aangeduidt.

3 Compensatiekabel.

Indien de afstand tussen de meting en de regelaar groot is gebruikt men compensatiekabel om het thermokoppel te verlengen, zie fig:3. Compensatiekabel



Figuur 3: Compensatiekabel

is goedkoper dan thermokoppelkabel maar heeft hetzelfde effect, tenminste bij gebruik van de juiste compensatiekabel. *Vooraf geen koperdraad* gebruiken want dan bekomt men een foutieve meting.

Vergelijken we de meting bij gebruik van de juiste compensatiekabel en bij gebruik van koperdraad.

Gebruik van compensatiekabel.

Bij het gebruik van de juiste compensatiekabel hebben we hetzelfde resultaat alsof het thermokoppel verlengt is tot aan de aansluitklemmen van de regelaar. De spanning V_2 gemeten aan de aansluitklemmen van de regelaar is evenredig met de temperatuurverschillen : $T_1 - T_2 + T_2 - T_3$.

De aangeduide temperatuur na koudelascompensatie is dus :

$$T_1 - T_2 + T_2 - T_3 + T_3 = T_1.$$

m.a.w. de juiste temperatuur wordt aangeduid.

Opgelet: de verbindingsklemmen dienen beide dezelfde temperatuur te hebben anders krijgt men een meetfout. Men dient ervoor te zorgen dat er geen of weinig temperatuurswisselingen optreden aan de verbindingsklemmen en zeker geen snelle schommelingen. Bij het gebruik van aangepaste verbindingsklemmen of connectors kan deze fout vermeden worden.

Gebruik van koperdraad.

De electro-thermische spanning die wordt opgewekt door koperdraad kunnen we verwaarlozen t.o.v. de spanning opgewekt door het thermokoppel. Daardoor is $V_2 = V_1$. De meetspanning aan de aansluitklemmen van de regelaar is dus V_1 of evenredig met het temperatuurverschil tussen het meetpunt en de verbindingsklemmen : $T_1 - T_2$.

De aangeduide temperatuur is dus : $T_1 - T_2 + T_3$.

Aangezien de temperaturen T_2 en T_3 zelden of nooit gelijk zijn heeft men een foutieve meting. Deze fouten kunnen zeer belangrijk zijn.

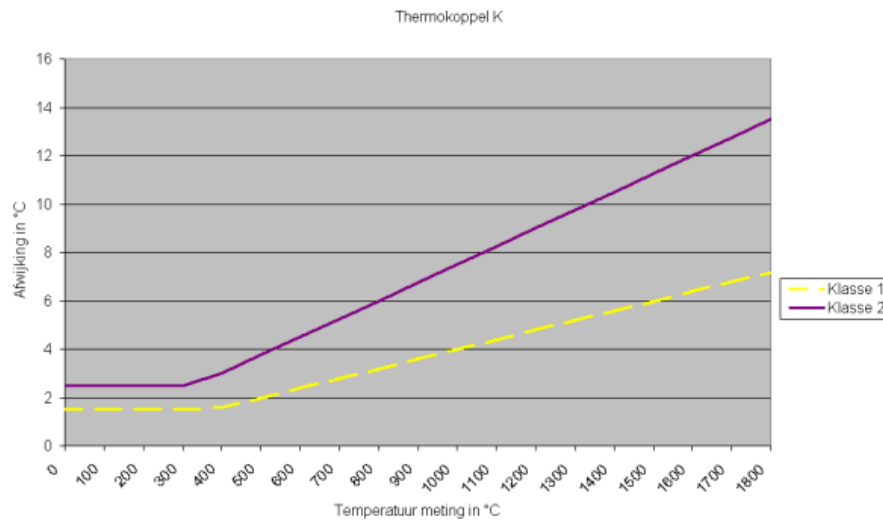
Tabel 1: toegestane afwijkingen volgens EN 60 584

Type	Klasse	bereik en toegestane afwijking
K (NiCr)	klasse 1	-40 tot +1000 °C $\pm 0.004t$ °C of ± 1.5 °C
	klasse 2	-40 tot +1200 °C $\pm 0.0075t$ °C of ± 2.5 °C
J (Fe-Con)	klasse 1	-40 tot +750 °C $\pm 0.004t$ °C of ± 1.5 °C
	klasse 2	-40 tot +750 °C $\pm 0.0075t$ °C of ± 2.5 °C
T (Cu-Con)	klasse 1	0 tot +350 °C $\pm 0.004t$ °C of ± 0.5 °C
	klasse 2	-40 tot +350 °C $\pm 0.0075t$ °C of ± 1.0 °C

4 Nauwkeurigheid

Bij een meting moeten we ook de te verwachten nauwkeurigheid van het resultaat te kennen. De Europese norm EN 60584 geeft aan welke afwijkingen toegelaten zijn. Tabel 1 geeft de waarden voor enkele thermokoppels.

De opgegeven grenzen betekenen niet dat het thermokoppel niet werkt buiten deze grenzen maar wel dat de afwijkingen volgens EN 60584 gedefinieerd zijn binnen de opgegeven grenzen.



Figuur 4: Afwijking volgens EN 60584

5 Kleurcode voor thermokoppels

Land		Internationaal	USA	Duitsland	UK	Frankrijk	Japan
Standaard		IEC 584	ANSI	DIN 43714	BS1843	NF C42-324	JIS C1610
type							
K	mantel	groen	bruin	groen	rood	geel	blauw
	Positief	groen	geel	rood	bruin	geel	rood
	Negatief	wit	rood	bruin	blauw	purper	wit
J	mantel	zwart	bruin	type L blauw	zwart	zwart	geel
	Positief	zwart	wit	rood	geel	geel	rood
	Negatief	wit	rood	blauw	blauw	zwart	wit
T	mantel	bruin	bruin	type U bruin	blauw	blauw	bruin
	Positief	bruin	blauw	rood	wit	geel	rood
	Negatief	wit	rood	bruin	blauw	blauw	wit

Figuur 5: Kleurcode voor thermokoppels