

## KABELS VOOR PYROMETERS

### THERMOKOPPELKABELS

#### Thermo-elektrisch effect (Seebeck)

Het temperatuurverschil tussen de twee lussen van verschillende metalen of metaallegeringen die samen één circuit vormen, doet een thermo-elektrische spanning (of thermospanning) ontstaan.

#### Thermokoppel (of thermo-element) volgens IEC 60584-1

Een thermokoppel bestaat uit twee geleiders uit verschillende materialen die aan één uiteinde aan elkaar gelast zijn, zodat ze een geheel vormen dat gebruikt kan worden om de temperatuur te meten via het thermo-elektrisch effect..

#### Principe van het thermo-elektrisch effect

Er ontstaat een thermospanning in een circuit dat is samengesteld uit twee verschillende metalen A en B, als er een temperatuurverschil is tussen de twee lussen. De waarde van deze thermospanning is rechtstreeks evenredig met de aard van de gebruikte metalen en de temperatuur. Dat is het thermo-elektrisch effect, een combinatie van het Peltier- en het Thomson-effect, dat in 1821 werd ontdekt door SEEBECK.

Omdat ze gemakkelijk in gebruik zijn en de te meten grootte weinig beïnvloeden, worden thermokoppels vaak gebruikt om de temperatuur te meten. Een zorgvuldige keuze van de verschillende metalen maakt het mogelijk een brede waaier van temperaturen te meten.

Thermokoppels kunnen verschillende vormen aannemen :

- a) blanke draden
- b) thermokoppelsensoren
- c) spoelen met een of meer paren geïsoleerde geleiders

De materialen waaruit de thermokoppels gemaakt zijn, moeten zo homogeen mogelijk zijn om de best mogelijke precisie te verzekeren. Er kunnen edele metalen of metaallegeringen met een constante samenstelling gebruikt worden. Thermokoppels maken het mogelijk de temperatuur te meten in extreme omstandigheden (temperaturen tot +2.800 °C). Bijgevolg moeten de isolerende mantels ook gemaakt zijn uit materialen die geschikt zijn voor gebruik in deze omstandigheden. Al deze vereisten maken thermokoppelkabels duur.

Om de kosten te beperken, kan men voor bepaalde toepassingen waarbij de afstand tussen het meetapparaat en het thermokoppel groot is, werken met verleng- of compensatiekabels.

De norm IEC 60584-3 bepaalt dat verleng- en compensatiekabels dienen om de niet-actieve uiteinden van de draden van een thermokoppel elektrisch te verbinden met de koude las, als de draden van dat koppel niet reiken tot aan de koude las.

### VERLENGKABELS

Verlengkabels zijn gemaakt uit draden met dezelfde samenstelling als de draden van het thermokoppel die ze verlengen. Ze worden aangeduid met de letter "X" achter de code van de thermokoppel, bijvoorbeeld "KX".

Ze hebben dezelfde tolerantie voor de thermospanning als de thermokoppel voor een beperkt temperatuurbereik. Het is dus mogelijk een temperatuur binnen dat bereik rechtstreeks op basis van de verlengkabels te bepalen.

Bijgevolg moet de mantel van de verlengkabel ook gemaakt zijn uit materialen die bestand zijn tegen deze temperaturen. Een verlengkabel is over het algemeen goedkoper dan een thermokoppel, maar biedt wel dezelfde precisie.

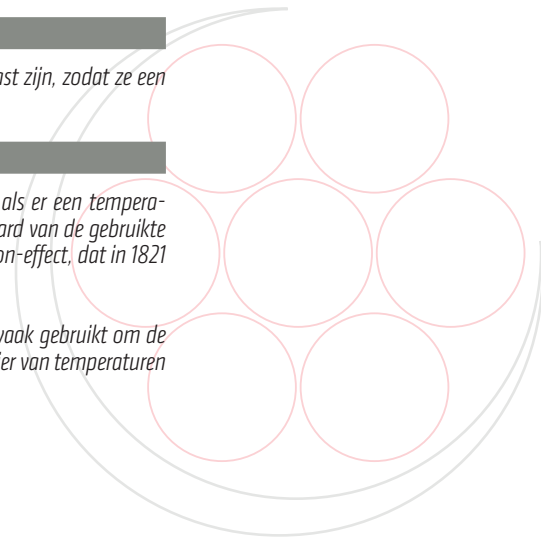
### COMPENSATIEKABELS

Compensatiekabels bevatten draden met een andere samenstelling dan de draden van het overeenkomstige thermokoppel. Ze worden aangeduid met de letter "C" achter de code van het thermokoppel, bijvoorbeeld "SC".

Er kunnen verschillende legeringen gebruikt worden voor hetzelfde type thermokoppel. Dat wordt aangegeven door bijkomende letters achter de code te plaatsen, bijvoorbeeld "KCA" en "KCB".

Compensatiekabels kunnen gebruikt worden voor hetzelfde temperatuurbereik als verlengkabels. Doordat de compensatiekabels bestaan uit andere metalen dan de thermokoppels zelf, kunnen ze leiden tot een grotere fout in de meting van de thermospanning in de opstelling waarin ze gebruikt worden.

Door hun constructie zijn compensatiekabels meestal minder duur dan verlengkabels. Bijgevolg worden ze ook vaker gebruikt.

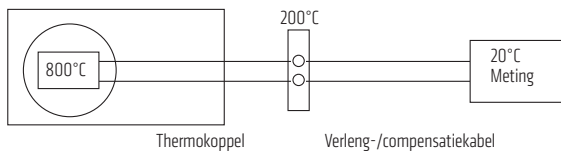


## KABELS VOOR PYROMETERS

## PRAKTISCH VOORBEELD

Meting en regeling van de temperatuur in een oven

Laten we ervan uitgaan dat de temperatuur in de oven 800 °C bedraagt en dat het meet- en regelapparaat zich meer dan 100 meter van de oven bevindt. De temperatuur wordt gemeten met een thermokoppel. Op een paar meter van de oven is de temperatuur al relatief laag (<+200°C).



Vanaf dat punt kan men, om de kosten te beperken, een verlengkabel of een compensatiekabel gebruiken om de thermokoppel te verbinden met het meetapparaat. Als er een compensatiekabel gebruikt wordt, is het meetresultaat onnauwkeuriger dan wanneer er een verlengkabel gebruikt wordt.

## NORMEN

Nagenoeg alle grote geïndustrialiseerde landen hebben hun eigen normen voor thermokoppelkabels. Om tot een uniformisering en standaardisering te komen, hebben deze landen zich echter verenigd in de International Electrotechnical Commission (IEC) en gemeenschappelijke normen voor thermokoppelkabels opgesteld.

Het gaat hier om de normen IEC 60584 deel 1, 2 en 3.

**IEC 60584-1** : Regelt de verschillende draadcombinaties voor thermokoppels.















**IEC 60584-2** : Regelt de tolerantie voor de waarden van de thermospanning die worden verkregen afhankelijk van de temperatuur voor alle types thermokoppels.

**IEC 60584-3** : Regelt de toleranties en het identificatiesysteem voor de verleng- en compensatiekabels.

De verschillende thermokoppel-, verleng- en compensatiekabels zijn verkrijgbaar op verzoek.

Er zijn verschillende types van isolatie mogelijk, zodat een bedrijfstemperatuur van -190 °C tot +1.400 °C mogelijk is. Bovendien zijn er verschillende beveiligingen mogelijk : elektromagnetisch door een kopervlecht of ALU/PET folie; mechanisch door een vlecht uit gegalvaniseerd of roestvrij staal of door een glasvezelvlecht.

Opmerking : Er zijn ook verbindingkabels voor thermoresistente sensoren uit platina verkrijgbaar.

Thermokoppel			verleng - compensatie						
symbool	metaal type		dienst temperatuur	symbool		metaal type		kleuren code	
	+	-		verleng klasse 1	verleng klasse 2 of compensatie	+	-	IEC (EU)	ANSI (USA)
T	Koper	Koper-Nikkel T	-200°C → +350°C	TX1	TX2 TC	Koper	Koper-Nikkel T		
J	Ijzer	Koper-Nikkel J	-40°C → +750°C	JX1	JX2 JC	Ijzer	Koper-Nikkel J		
E	Nikkel-Chroom	Koper-Nikkel E	-150°C → +800°C	EX1	EX2 EC	Nikkel-Chroom	Koper-Nikkel E		
K	Nikkel-Chroom	Nikkel-legering	-150°C → +1.100°C	KX1	KX2	Nikkel-Chroom	Nikkel-Aluminium		
					KC	Ijzer	Koper-Nikkel KCA		
N	Nikkel-Chroom Silicium	Nikkel-silicium	-150°C → +1.100°C		NX2 NC	Koper	Koper-Nikkel KCB		
R	Platina 13% Rhodium	Platina 6% Rhodium	0°C → +1.600°C	NX1	RCA RCB	Nikkel-Chroom Silicium	Nikkel-silicium		
S	Platina 13% Rhodium	Platina 6% Rhodium	0°C → +1.550°C		SCA SCB	Koper	Koper-Nikkel R		
B	Platina 30% Rhodium	Platina 6% Rhodium	-600°C → +1.700°C		BC	Koper-legering	Koper-Nikkel S	