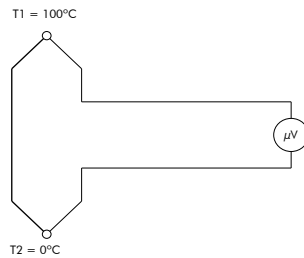
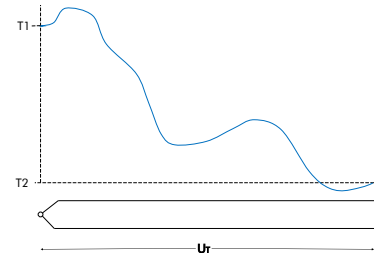
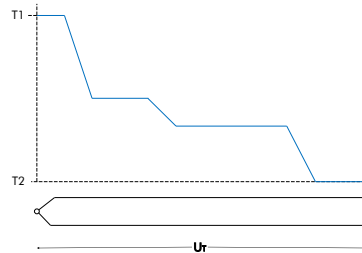
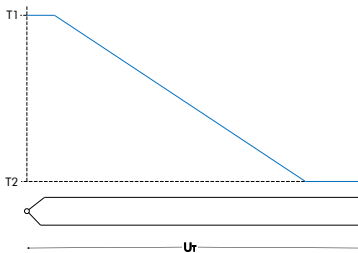


Thermoelement – Grundlagen

Befinden sich zwei unterschiedliche elektrische Leiter, einseitig verbunden in einem Temperaturgefälle, so entsteht im Innern der Leiter ein Elektronenfluss, verursacht durch eine dem Temperaturgefälle proportionale elektromotorische Kraft (EMK).



Grösse und Richtung dieser EMK sind abhängig von Grösse und Richtung des Temperaturgefälles sowie den Leitermaterialien. Misst man also die Spannung zwischen den beiden freien Enden des Leiters, so ergibt sich ein Spannungsunterschied, der von der Temperaturdifferenz und den thermoelektrischen Eigenschaften des Leiters abhängig ist. Dieses Phänomen wurde 1822 von T.J. Seebeck entdeckt und ist heute als Seebeck-Effekt bekannt.



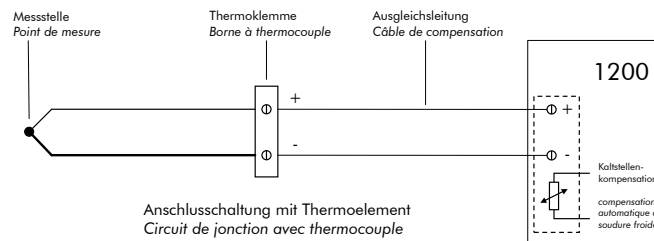
Die Spannung zwischen den beiden Leiterenden ergibt sich aus der Summe der erzeugten EMKs entlang des Leiters. Für die verschiedenen Temperaturprofile ergibt sich dieselbe Thermospannung U_T für die Temperaturdifferenz T_1-T_2 , solange alle Leiter die gleichen thermoelektrischen Eigenschaften über ihre gesamte Länge aufweisen. In der Praxis können Effekte auftreten, dass plötzlich an einer oder mehreren Stellen eine höhere oder tiefere EMK entsteht, was die Messung negativ beeinflusst. Die Ursachen können mechanischer, chemischer und anderer Einflussarten sein.

Thermocouple – principes fondamentaux

Lorsque deux conducteurs électriques différents sont reliés entre eux en présence d'un gradient de température, un flux d'électrons est généré à l'intérieur du conducteur, engendré par une force électromotrice (FEM) proportionnelle au gradient de température.

La magnitude et l'orientation de cette FEM dépendent de la magnitude et de l'orientation du gradient de température ainsi que du matériau conducteur. Si l'on mesure alors la tension entre les deux extrémités libres du conducteur, on obtient un potentiel électrique qui dépend de la différence de température et des propriétés thermoélectriques du conducteur. Décrit en 1822 par T. J. Seebeck, ce phénomène est aujourd'hui connu sous le nom d'effet Seebeck.

La tension entre les deux extrémités des fils résulte de la somme des FEM générées le long du conducteur. Pour différents profils de température, la même tension thermoélectrique U_T est obtenue pour la différence de température T_1-T_2 pour autant que tous les conducteurs aient les mêmes propriétés thermoélectriques sur toute leur longueur. Dans la pratique, il peut cependant arriver qu'une FEM plus forte ou plus faible soit générée à un ou plusieurs endroits et cela a des répercussions négatives sur la mesure. Les causes peuvent être d'origine mécanique, chimique ou autre.



An dieser Stelle sollte erwähnt werden, dass die thermoelektrischen Kräfte im Bereich des Temperaturgradienten erzeugt werden und nicht nur, wie oftmals fälschlicherweise angenommen, an der Verbindungsstelle der beiden Leiter. Dies ist wichtig für die praktische Anwendung von Thermopaaren, da sich hieraus die Forderung nach Leitern mit physikalisch und chemisch

Il faut mentionner ici que les forces thermoélectriques sont générées dans la zone du gradient de température et pas seulement à la jonction entre les deux conducteurs comme il est souvent considéré à tort. Ceci est important pour l'application pratique des thermocouples car il en résulte l'exigence de conducteurs ayant des propriétés physiques et chimiques homogènes sur toute leur longueur. Les points de raccordement

homogenen Eigenschaften über deren gesamten Länge ergibt. Ebenso müssen sich die Anschlussstellen, an denen das Thermopaar mit Anschlussleitungen oder einem Anzeigegerät verbunden wird, auf gleicher Temperatur befinden. Wenn diese Bedingung nicht erfüllt wird, führt das an den Verbindungsstellen zu ungewollten Thermospannungen und damit zu einer Verfälschung des Messergebnisses. Nebenbei ergibt sich hieraus, dass man eine beliebige Anzahl von Leitermaterialien in einen solchen Thermischen Messkreis einfügen kann, ohne eine Änderung des Ausgangssignals zu bewirken, solange die jeweiligen Verbindungspunkte der gleichen Temperatur ausgesetzt sind und die Leitermaterialien identisch sind. Somit ist es möglich mit Thermo- und Ausgleichsleitungen, den Messkreis vom Thermopaar bis zum Messgerät zu verlängern, ohne das Messergebnis zu verfälschen.

Zusammenfassend kann man sich die folgenden vier Punkte zum Funktionsprinzip von Thermopaaren merken:

- Die Kombination von zwei unterschiedlichen Metallen in einem Temperaturgradienten produziert ein elektrisches Ausgangssignal in Form einer Thermospannung.
- Thermopaare produzieren nur im Bereich des Temperaturgefälles ein Ausgangssignal.
- Genauigkeit und Stabilität kann nur dann garantiert werden, wenn beide Thermodrähte homogene thermoelektrische Eigenschaften über ihre gesamte Länge besitzen.
- Thermopaare sind Temperatursensoren, die eine Temperaturdifferenz messen. Mit ihnen lassen sich direkt keine absoluten Temperaturen bestimmen. Es wird immer ein definierter Bezugspunkt z.B. 0 °C beigezogen

Ausgleichsleitungen

Ausgleichsleitungen liefern bis +200 °C die gleiche Thermospannung wie die zugehörigen Thermoelemente. Die Thermospannungen der Thermoelemente sind in den sogenannten Grundwertreihen festgelegt.

Thermostecker (Thermoklemmen)

Thermostecker liefern bis ca. +200 °C die gleiche Thermospannung wie die zugehörigen Thermoelemente. Die Thermospannungen der Thermoelemente sind in den sogenannten Grundwertreihen festgelegt.

Messstelle

Die Messstelle ist jene Verbindung, die der Messtemperatur ausgesetzt wird.

Vergleichsstelle (Kompensationsstelle)

Die Vergleichsstelle ist die Verbindungsstelle des Thermopaars, die bei einer bekannten (Vergleichsstellen-) Temperatur liegt und mit der die Messtemperatur verglichen wird.

reliant le thermocouple avec les fils de connexion ou l'indicateur doivent également être à la même température. Si ces conditions ne sont pas remplies, cela génère des tensions thermoélectriques indésirables au niveau des points de raccordement et provoque donc une altération du résultat de la mesure. De plus, il en résulte qu'il est possible d'introduire un nombre illimité de matériaux conducteurs dans un tel circuit de mesure thermique sans engendrer de changements dans le signal de sortie tant que les points de raccordement sont soumis à la même température et que les matériaux conducteurs sont identiques. Ainsi, il est possible de prolonger le circuit de mesure du thermocouple jusqu'à l'appareil de mesure à l'aide de câbles de thermocouple et de compensation sans fausser le résultat.

En résumé, on peut retenir les quatre points suivants en ce qui concerne le principe de fonctionnement des thermocouples:

- *La combinaison de deux métaux différents dans un gradient de température produit un signal de sortie sous la forme d'une tension thermoélectrique.*
- *Les thermocouples ne produisent un signal de sortie que dans la zone du gradient de température.*
- *La précision et la stabilité ne peuvent être garanties que si les fils thermiques présentent des propriétés thermoélectriques homogènes sur toute leur longueur.*
- *Les thermocouples sont des sondes qui mesurent une différence de température. Avec eux, il n'est pas possible de déterminer directement une température absolue. On se sert toujours d'un point de référence clairement défini, p. ex. 0 °C.*

Câbles de compensation

Des câbles de compensation ont la même tension thermique jusqu'à +200 °C que les thermocouples couplés. Les tensions thermiques des thermocouples sont fixes aux valeurs nominales.

Bornes à thermocouple

Des bornes ont la même tension thermique jusqu'à +200 °C que les thermocouples raccordés. Les tensions thermiques des thermocouples sont fixes aux valeurs nominales.

Point de mesure

Le point de mesure est la soudure qui est exposée à la température à mesurer.

Compensation de soudure froide

Le point de compensation est la connexion du thermocouple, qui se trouve à une température connue (ex. température ambiante) comparée à la température mesurée.

Farbkennzeichnung gemäss DIN EN 60584

Die aktuelle Norm der Kennfarben für Thermopaare und Ausgleichsleitungen ist die DIN EN 60584

Negativer Leiter (-)

Die Isolation des negativen Leiters ist bei allen Thermopaartypen mit der weissen Farbe gekennzeichnet.

Thermo-, Ausgleichsleitungen und Thermostecker

Code des couleurs selon DIN EN 60584

La norme actuelle des couleurs pour les thermocouples et câbles de compensations est DIN EN 60584-3

Conducteur négatif (-)

L'isolation du conducteur négatif est toujours blanche.

Câbles thermique, câbles de compensation et connecteurs pour thermocouples

Thermoelement Typ <i>Type de thermocouple</i>		Leiter und Kontakte <i>Conducteur et contacts</i>		Farbe des positiven Leiters, des Mantels und der Thermostecker <i>Couleur du conducteur positif de la gaine et du connecteur</i>
		Positiv (kleiner Stift) <i>Positive (petite pointe)</i>	Negativ (grosser Stift) <i>Négatif (grande pointe)</i>	
Kupfer-Konstantan <i>Cuivre-Constantan</i>	T	Kupfer <i>Cuivre</i>	Konstantan <i>Constantan</i>	braun brun
Nickelchrom-Konstantan <i>Nichrome-Constantan</i>	E	Nickelchrom <i>Nichrome</i>	Konstantan <i>Constantan</i>	violett violet
Eisen-Konstantan <i>Fer-Constantan</i>	J	Eisen <i>Fer</i>	Konstantan <i>Constantan</i>	schwarz noir
Nickelchrom-Nickel <i>Nichrome-Nickel</i>	K	Nickelchrom <i>Nichrome</i>	Nickel <i>Nickel</i>	grün vert
Nicosil-Nisil	N	Nicosil	Nisil	pink rosé
Rh-Pt Pt13%	R	Kupfer <i>Cuivre</i>	Alloy 11	orange orange
Rh-Pt Pt10%	S	Kupfer <i>Cuivre</i>	Alloy 11	orange orange
Kupfer-Kupfer (CU) <i>Cuivre-Cuivre (CU)</i>	B	Kupfer <i>Cuivre</i>	Kupfer <i>Cuivre</i>	grau gris

Aussenmantel

Der Aussenmantel ist entsprechend obiger Tabelle gefärbt oder gekennzeichnet. Ausnahme bilden die eigensicheren Kreise in explosionsgefährdeter Umgebung. Diese Leitung darf blau gekennzeichnet sein.

Gaine externe

La gaine externe a la couleur selon la liste ci-dessus ou a haute une marque correspondante. Les exceptions sont des systèmes exposés dans des endroits où il y a danger d'explosions. Ce câble peut être marqué en bleu.