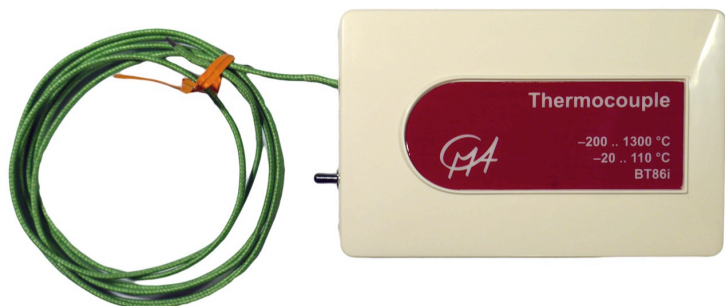


# THERMOKOPPELSENSOR BT86i

## GEBRUIKERSHANDLEIDING



CENTRUM VOOR MICROCOMPUTER APPLICATIES

<https://www.cma-science.nl>

### Beschrijving

De CMA Thermokoppelsensor BT86i meet temperaturen in twee bereiken:

- 200 ... 1300 °C (grote bereik), en

-20 ... 110 °C (smal bereik).

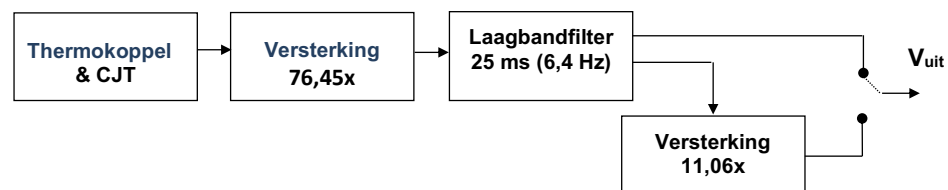
Deze bereiken worden geselecteerd met behulp van de schakelaar die op de zijkant van de sensorbehuizing naast de thermokoppeldraad is geplaatst.



De sensor maakt gebruik van een thermokoppel van het type K. Het thermokoppel bestaat uit Chromega™ (Nikkel - Chroom) en Alomega™ (Nikkel - Aluminium) draden die aan één kant aan elkaar gelast zijn om een (hete) meetlas te vormen. De andere uiteinden van de draden vormen de zogenaamde koude las. De temperatuur bij het meetpunt van een thermokoppel wordt bepaald door het meten van de spanning die verschijnt bij het koude las van het thermokoppel. Aangezien de door het thermokoppel geproduceerde spanning een functie is van het temperatuurverschil tussen deze twee knooppunten, moet de absolute koude las temperatuur bekend zijn om nauwkeurige temperatuurmetingen te kunnen uitvoeren.

De koude las temperatuur wordt gemeten door een ingebouwde temperatuursensor. Het signaal van deze sensor wordt opgeteld bij het thermokoppelspannings signaal. Een dergelijke automatische koude-las temperatuur compensatie ('Cold Junction Temperature' CJT) is een methode die wordt gebruikt om nauwkeurige temperatuurmetingen door het thermokoppel te verkrijgen, zelfs wanneer de temperatuur bij de sensor behuizing varieert.

De thermische spanning varieert tussen -5,9 mV bij -200 °C en +52,4 mV bij 1300 °C. Dit signaal wordt 76,45x versterkt en gefilterd met een laagdoorlaatfilter (6 Hz). Voor het kleine temperatuurbereik (-20 ... 110 °C) wordt het signaal weer 11,06x versterkt.



Figuur 1. Het Blokschema van de thermokoppelsensor.

De Thermokoppelsensor kan direct worden aangesloten op analoge BT-ingangen van CMA-interfaces. De sensorkabel BT - IEEE1394 die nodig is om de sensor aan te sluiten op een interface wordt niet meegeleverd met de sensor en moet apart worden aangeschaft (bestelcode BTsc\_1).

### Sensor herkenning

De Thermokoppelsensor 0135i heeft een geheugenchip (EEPROM) met informatie over de sensor: naam, gemeten grootte, eenheid en ijking. Deze informatie wordt via een simpel protocol (I<sup>2</sup>C) uitgelezen door de CMA interfaces en de sensor wordt bij aansluiten op deze interfaces automatisch herkend.

Merk op dat voor het thermokoppel elk van de meetbereiken zijn eigen EEPROM-informatie heeft. Het geselecteerde sensorbereik, aangegeven door een schakelaar, bepaalt welke informatie wordt gebruikt. Voor een correcte bereikdetectie selecteert u eerst het gewenste bereik van de sensor en sluit u de sensor vervolgens aan op uw interface.

Als uw thermokoppelsensor niet automatisch wordt gedetecteerd door een interface moet u uw sensor handmatig instellen door deze te selecteren uit de Coach sensor bibliotheek.

### Calibration

Het CMA Thermokoppel BT86i wordt gekalibreerd geleverd. De uitgang van de sensor is ongeveer lineair ten opzichte van de temperatuur. Dit betekent dat de gevoeligheid van het thermokoppel vrijwel constant is. Deze varieert licht met de temperatuur, bijv. bij 0 °C is de gevoeligheid 39,5 µV/ °C, bij 100 °C 41,4 µV/ °C en bij 1000 °C is deze 38,9 µV/ °C.

De meegeleverde kalibratiefuncties zijn:

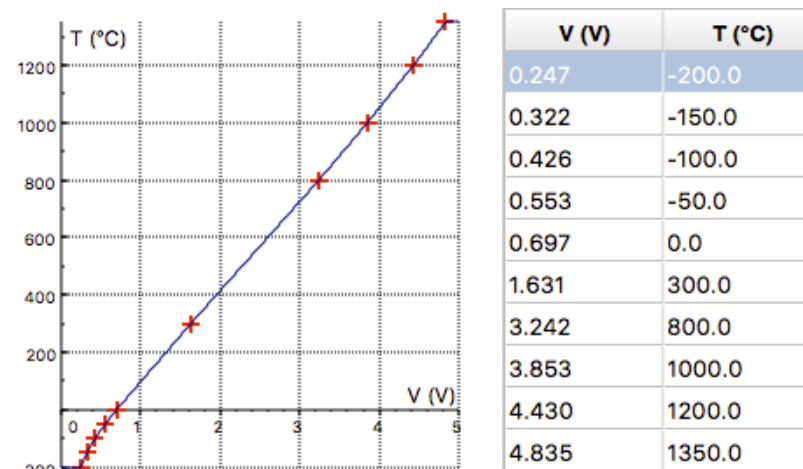
- Meetbereik -200 .. 1300 °C:  $T (^{\circ}C) = 316.9 * V_{uit} (V) - 221.0$
- Meetbereik -20 .. 110 °C:  $T (^{\circ}C) = 29.093 * V_{out} (V) - 26.33$

Het CMA Coach-programma maakt het mogelijk om te kiezen tussen de kalibratie geleverd door het sensorgeheugen (EEPROM) of de kalibratie opgeslagen in de Coach Sensor Bibliotheek.

Voor het kleine temperatuurbereik (-20 ... 110 °C) zijn de kalibratie in EEPROM en de kalibratie in de Coach Sensor Library identiek. De kalibratie is een lineaire functie, die de werkelijke kalibratiecurve benadert met een fout van minder dan 1°C.

Voor het grote temperatuurbereik (-200 ... 1300 °C) is de kalibratie in EEPROM een lineaire functie, die de werkelijke kalibratiecurve benadert met een fout van minder dan 7 °C in het bereik -60 ... 1100 °C. Buiten dit temperatuurbereik vertoont de fout een sterke stijging. De kalibratie in de Coach Sensor Library geeft een zeer goede benadering over het gehele temperatuurbereik -200 ... 1300 °C. De fout is altijd minder dan 3 °C.

Onder zijn de kalibratiegrafiek en de kalibratietabel van de in de Coach Sensor Bibliotheek gebruikte punt-naar-punt kalibratie (grafiek en tabel) gegeven.



### Praktische informatie

De thermokoppeldraad is geïsoleerd met een glasmantel. De draad is ongeveer een meter lang. De Chromegadraad™ is in groene isolatie (positief) en de Alomega™ draad is in witte isolatie (negatief). Het thermokoppel geeft een positief potentiaalverschil wanneer de warme las temperatuur hoger is dan de koude las temperatuur, die meestal de kamertemperatuur is.

Het thermokoppel heeft een typisch bereik van -200 °C tot 1250 °C.

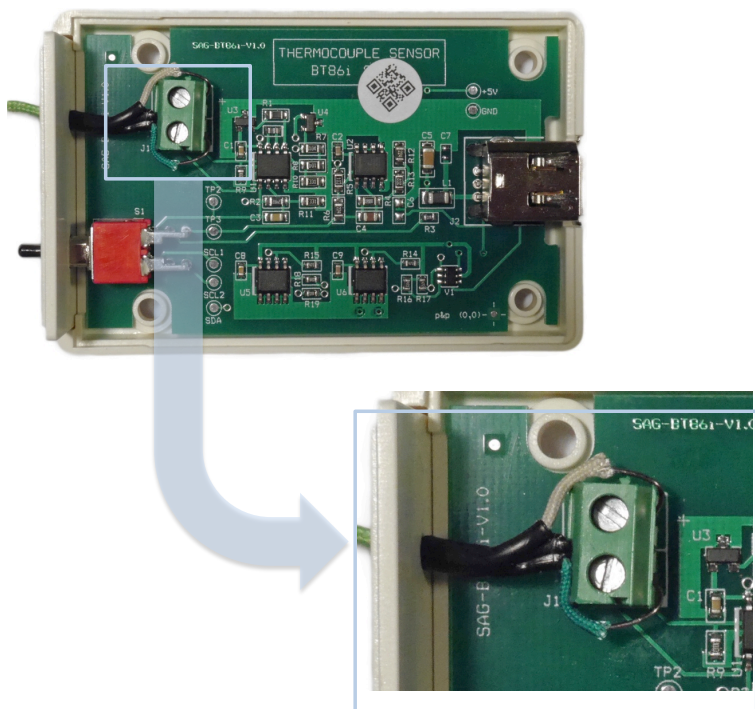
Voor lange metingen is de maximale temperatuur beperkt tot 870 °C. Bij werkzaamheden boven 480 °C wordt de isolatie beschadigd, maar dit heeft normaal gesproken geen nadelige invloed op de werking van het thermokoppel.

Het thermokoppel kan beschadigd raken als het wordt gebruikt in aanwezigheid van zwavel of onder reducerende omstandigheden.

### Snelle temperatuursveranderingen meten

Het tempo waarmee het thermokoppel de omgevingstemperatuur aanneemt is moeilijk exact aan te geven, omdat deze afhangt van een groot aantal factoren. Indien het thermokoppel kan afkoelen in stilstaande lucht, zal het thermokoppel in ca. 16s afkoelen tot het verschil met de kamertemperatuur is teruggelopen tot 37%, maar in snel bewegende lucht zal dit afkoelproces in ca. 1s plaatsvinden. In vloeistof worden temperatuursverandering vrijwel instantaan gevolgd.

De thermokoppeldraad is uitwisselbaar. De schroefklemmen worden in de sensor doos geplaatst (zie onderstaande foto). De kalibratie van het thermokoppel is onafhankelijk van de lengte en dikte van het thermokoppel, zolang het maar een thermokoppel Chromega™/Alomega™ (type K) is.



Schroefcontacten voor de bevestiging van de thermokoppeldraden.

### Suggesties voor experimenten

De thermokoppelsensor kan worden gebruikt voor temperatuurexperimenten. Voorbeelden van toepassingen voor het grote temperatuurbereik (-200 .. 1300°C) zijn:

- Temperatuurmeting van de vlam van een bunsenbrander of kaars;
- Experimentele smeltpuntbepaling van koper, bismuth, of andere vaste stoffen.
- Voorbeelden van toepassingen voor het kleine temperatuurbereik (-20 .. 110°C) zijn:
  - Meting van vriespunten en kookpunten.
  - Bepaling van de soortelijke warmte van materialen.
  - Meting van de ademhaling.

## Technical Specifications

<i>Sensor type</i>	Analoog, genereert een uitgangsspanning tussen 0 en 4,9 V.
<i>Meetbereik</i> <i>klein</i> <i>groot</i>	-20 .. 110 °C -200 .. 1300 °C
Resolutie bij 12-bits A/D omzetter groot: Resolutie bij 12-bits A/D omzetter klein	0,39 °C 0,035 °C
<i>Ijksfunctie</i> <i>Klein bereik</i> <i>Groot bereik in EEPROM</i> <i>Groot bereik in de Coach Sensor Bibliotheek</i>	$T (^{\circ}\text{C}) = 29.093 * V_{\text{uitt}} (\text{V}) - 26.33$ $T (^{\circ}\text{C}) = 316.9 * V_{\text{uitt}} (\text{V}) - 221$ Punt-naar-punt kalibratie, zie pagina 4
Typische nauwkeurigheid	$\pm 5^{\circ}\text{C}$
<i>Snelheid</i>	<i>In lucht:</i> 16s voor 63% verandering t.o.v. de omgevingstemperatuur <i>In vloeistof:</i> 0,1s voor 63% verandering t.o.v. de omgevingstemperatuur
<i>Beperkingen</i>	Kan bij gebruik in aanwezigheid van zwavel of onder reducerende omstandigheden beschadigd raken.
Isolatie van de thermokoppeldraad	Glasmantel
<i>Chromega™/Alomega™ Draad</i>	Lengte = 95 cm Diameter = 0,51 mm
<i>Filter</i>	Laagdoorlaat, bij 6.4 Hz ( $\tau = 25$ ms)
<i>Power</i>	5 mA @ 5V DC
<i>Aansluiting</i>	IEEE1394 connector voor BT-IEEE1394 sensor kabel. Sensorkabel niet meegeleverd met de sensor.

### Garantie:

De Thermokoppel sensor BT86i is gegarandeerd vrij van materiaal- en constructiefouten gedurende 24 maanden na datum van aankoop mits deze onder normale laboratoriumomstandigheden wordt gebruikt. Deze garantie geldt niet als de sensor in een (lab)ongeluk beschadigd raakt of foutief is gebruikt.

*N.b.: Dit product is alleen voor onderwijskundige doeleinden geschikt. Het is niet geschikt voor industriële, medische, of commerciële doeleinden of onderzoek op hoog niveau.*

Rev. 4/11/2019