

MODULE THERMOCOUPLE AVEC INTERFACE NUMERIQUE I²C

Code : 502461-THMOD-I2C-300

Code : 502475-THMOD-I2C-800

Code : 502479-THMOD-I2C-1370

Cette notice fait partie du produit. Elle contient des informations importantes concernant son utilisation. Tenez-en compte, même si vous transmettez le produit à un tiers.

Conservez cette notice pour tout report ultérieur !

Note de l'éditeur

Cette notice est une publication de la société Conrad, 59800 Lille/France.
Tous droits réservés, y compris la traduction. Toute reproduction, quel que soit le type (p.ex. photocopies, microfilms ou saisie dans des traitements de texte électronique) est soumise à une autorisation préalable écrite de l'éditeur.
Reproduction, même partielle, interdite.

Cette notice est conforme à l'état du produit au moment de l'impression.

Données techniques et conditionnement soumis à modifications sans avis préalable.

© Copyright 2001 par Conrad. Imprimé en CEE.

XXX/08-11/EG

Caractéristiques

- Procédé industriel de mesure de la température
- Plage de mesure étendue, de -270°C à $+1360^{\circ}\text{C}$
- Interface numérique I²C
- Raccordement simple au micro-contrôleur
- Livré avec thermocouple, type K
- Calibré et prêt à l'emploi
- Dimensions compactes
- Rapport qualité/prix optimal
- Possibilité de variantes et de modèles OEM personnalisés

Domaine d'utilisation

- Micro-contrôleur
- Procédé de mesure
- C-Control Conrad
- Produits personnalisables

Propriétés

Les thermocouples sont répandus dans l'industrie et font partie des procédés standard de mesure de température à grande échelle. Grâce aux thermocouples NiCr-Ni, il est possible de mesurer des températures comprises entre -270 et $+1360^{\circ}\text{C}$. En utilisant des thermocouples en association avec un micro-contrôleur, le potentiel thermoélectrique relativement faible est suffisamment renforcé. Comme les thermocouples mesurent une température relative à une température de référence (jonction froide), vous aurez toujours besoin d'une mesure de température complémentaire absolue. Grâce à ce module thermocouple, il est plus facile de mesurer une température sur une plage de mesure plus vaste avec un micro-contrôleur. Le module mesure le potentiel thermoélectrique et estime la température au niveau de la jonction chaude, ou soudure chaude. Un convertisseur 14 bits A/D à haute résolution est déjà intégré avec ASIC et les deux valeurs sont représentées de façon numérique sur l'interface I²C. Le recours à un micro-contrôleur se limite en conséquence à sa simple application de calculatrice. Comme le module est calibré pour mesurer le potentiel thermoélectrique, aucun réglage n'est nécessaire avant son utilisation. Pour simplifier le développement du produit, un adaptateur USB I²C et un logiciel PC de traitement des données sont disponibles sur commande.

électronique ou par logiciel.

En général, l'électronique prend également en charge la mesure et la compensation du potentiel. Les modèles mécaniques de thermocouple sont très polyvalents. Les thermocouples isolants ont une place particulière. Les câbles thermiques sont renforcés d'un isolant compact en oxyde de magnésium et d'un revêtement en acier inoxydable ou en inconel (alliage de nickel). Le revêtement est hermétique et souple et possède d'excellentes propriétés mécaniques. Cette isolation compacte conditionne parfaitement les câbles de telle manière que les courts-circuits sont pratiquement impossibles.

En général, la température est calculée au moyen d'un procédé de mesure absolu, par exemple en utilisant un PT 1000. Ce qui permet de compenser la température des jonctions par voie de calcul. La connexion des thermocouples est effectuée dans la pratique par des câbles de compensation du même métal ou, pour des métaux inoxydables de grande valeur, par un alliage aux propriétés thermiques identiques.

Selon la norme DIN IEC 584-1 (DIN EN 60 584-1), les thermocouples suivants sont normalisés :

Symbole	Description	Gamme de mesure en °C	Tension thermoé. en µV
E	NiCr-CuNi	-200...+1000	-8825...+76373
J	Fe-CuNi	-210...+1200	-8095...+69553
K	NiCr-Ni	-200...+1372	-5891...+54886
N	NiCrSi-NiSi	-200...+1300	-3990...+47513
T	Cu-CuNi	-200...+400	-5603...+20872

Éléments thermoélectriques en métal non-inoxydable

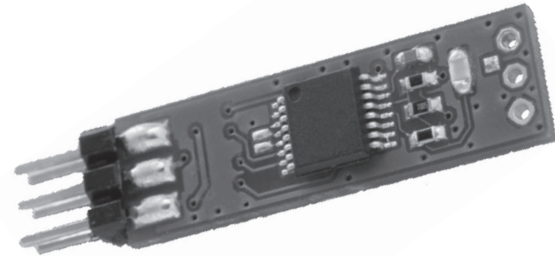
Symbole	Description	Gamme de mesure en °C	Tension thermoé. en µV
S	Pt10%Rh-Pt	-50...+1768	-235...+18694
R	Pt13%Rh-Pt	-50...+1768	-226...+21103
B	Pt30%Rh-Pt6%Rh	+250...+1820	-291...+13820

Éléments thermoélectriques en métal inoxydable

Tous les éléments thermocouple ne sont pas compatibles entre-eux en raison de la différence de leur alliage.

Les éléments thermocouple délivrent des potentiels différents. L'élément le plus utilisé est le type K, qui comporte un alliage en NiCr-Ni. La plage de température de ce type K peut aller jusqu'à 1200°C. Les thermocouples ne sont formés finalement que d'une paire de câbles soudés et croisés qui peuvent être fixés par exemple sur des câbles fins. Grâce à leur masse thermique relativement faible, leur temps de réponse est très rapide.

Tolérance: Selon l'IEC 581, 3 classes de tolérance sont à distinguer pour des thermocouples de 0,25 à 3 mm. En fonction de chaque matériau utilisé et de la température, les thermocouples subissent un vieillissement certain par la propagation de matières étrangères. Le parcours du potentiel électromagnétique sur la température n'est pas linéaire et doit être corrigé par assistance



Données techniques

Module thermocouple THMOD-1°C

Principe de mesure	mesure de potentiel thermoélectrique (effet Seebeck)
Traitement du signal	numérique au format ASIC
Plage de mesure	type 300: -270 ... +300 °C type 800: -270 ... +800 °C type 1370: -270 ... +1370 °C
Résolution:	T1 -300: 0,1 K (type J) env. T2 -800: 0,2 K (type J) env. T3 -1370: 0,5 K (type J) env.
Différence de potentiel	-32 ... +97 °C, classe B
Temps de réponse du module	< 30 msec.
Dimensions du module	9 x 46,0 x 5,0 mm
Tension d'alimentation	6 ... 24V
Consommation	< 3 mA
Modèle	Module SMD
Connexion	barrette à broches 6 pôles, RM 2,54 mm
INTERFACE I2C	100 / 400 kHz, adresse 0x78

Sous réserve de modifications ultérieures des données techniques en raison d'avancées technologiques !

Plus d'infos sur internet sur :
www.hygrozens.com

Conseils d'utilisation

Pour tester votre matériel, la livraison comprend un thermocouple de type K conçu pour supporter jusqu'à 250°C. Pour des températures plus élevées, il vous faudra par ex. remplacer l'isolation ou placer un nouveau thermocouple isolant.

La tension d'alimentation de 6 à 24 V est stabilisée dans le module à 5 V. La tension interne de 5 V sert de niveau de référence pour la communication numérique I²C. Il existe d'autres modèles spécifiques d'une tension d'alimentation de 3,3 V ou de 5 V.

Lorsque vous connectez le capteur sur de grandes distances, le bus I²C employé en dehors de l'appareil ne doit pas être aussi utilisé en interne, cela afin d'éviter le couplage de perturbations au niveau de la communication interne de l'appareil. Les directives EMV recommandent l'utilisation de câbles blindés.

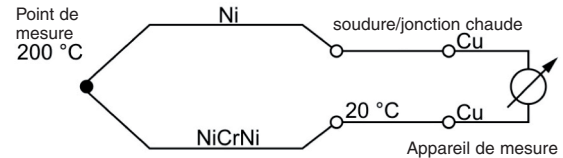
En interrompant brièvement la tension d'alimentation, vous pouvez déclencher un RESET du capteur de pression. Si la tension d'alimentation est enclenchée de manière commutable, alors les résistances Pullup du bus I²C doivent être connectées à la tension commutée.

Fonctions des broches

Broche	caractérisation	fonction
1 (blanc)	VDD	tension alim. 6 ... 24 V
2	GND	masse
3	SDA	données de série I ² C
4	SCL	tact de série I ² C
5	---	indéfini
6	---	indéfini

L'effet thermoélectrique

La thermométrie par thermocouple se base sur l'effet Seebeck : Au niveau de la jonction de deux métaux différents se crée un potentiel de contact qui dépend de la température. Un thermocouple ou couple thermoélectrique est composé de deux câbles de métaux ou alliages différents soudés bout-à-bout. Si cette jonction s'échauffe, alors on peut mesurer un potentiel aux extrémités de ces câbles.



Dans la pratique, il n'est pas possible de n'avoir qu'un seul couple thermoélectrique dans un circuit électrique. Il doit y avoir au moins un autre élément auquel les extrémités sont reliées entre-elles ou à un autre alliage de métaux, par exemple une bobine de cuivre. Le calcul final de l'appareil comprend la somme de tous les potentiels thermoélectriques. L'extrémité du cuivre est reliée à un endroit dont la température est connue, ce qui permet de calculer la température en fonction de la température du point de jonction et du potentiel thermoélectrique.

En laboratoire, la température de la jonction froide peut être stabilisée par de l'eau glacée. Ainsi, le potentiel thermoélectrique mesuré correspond au potentiel Seebeck du thermocouple utilisé.

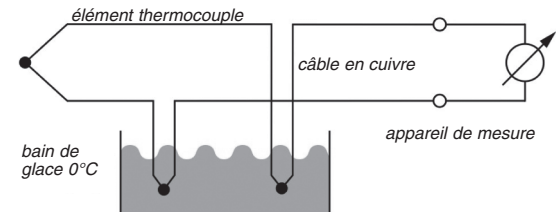
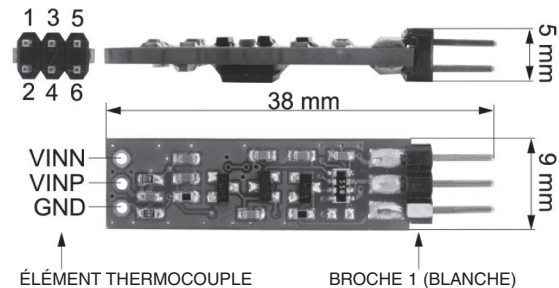


Tableau 1: Valeur corrigée

digit	Temp.	mV	-300	-800	-1360
512	-30	-1,156	-1156	-578	-385
3072	-20	-0,778	-778	-389	-259
5632	-10	-0,392	-392	-196	-131
8192	0	0	0	0	0
10752	10	0,397	397	199	132
13312	20	0,798	798	399	266
15872	30	1,203	1203	602	401
18432	40	1,612	1612	806	537
20992	50	2,023	2023	1012	674
23552	60	2,436	2436	1218	812
26112	70	2,851	2851	1426	950
28672	80	3,267	3267	1634	1089
31232	90	3,682	3682	1841	1227

Tableau 2: graduation du potentiel thermoélectrique

Temp.	mV	-300	-800	-1360
-200	-5,891	6609	3305	2203
-100	-3,554	8946	4473	2982
-50	-1,889	10611	5306	3537
0	0	12500	6250	4167
50	2,023	14523	7262	4841
100	4,096	16596	8298	5532
200	8,138	20638	10319	6879
300	12,209	24709	12355	8236
400	16,397	28897	14449	9632
500	20,644	-	16572	11048
600	24,905	-	18703	12468
700	29,129	-	20815	13876
800	33,275	-	22888	15258
900	37,327	-	24913	16609
1000	41,276	-	26888	17925
1100	45,119	-	28810	19206
1200	48,838	-	30669	20446
1300	52,410	-	32455	21637
1370	54,819	-	-	22440



Interface I²C

La communication correspond au protocole I²C.

L'adresse standard du module est 0x78, et il est toujours à cette adresse. Vous pouvez, si vous le souhaitez, configurer une autre adresse, sous laquelle le capteur de pression sera identifiable.

4 bytes peuvent être lus à partir de l'adresse 0x78, en appliquant la répartition suivante :

Données

0x78	Byte_0	Potentiel thermoélectrique MSB
	Byte_1	Potentiel thermoélectrique LSB
	Byte_2	Température de la jonction chaude MSB
	Byte_3	Température de la jonction chaude LSB

Graduation des valeurs mesurées

15 bits (bits 0 – 14) sont dédiés au potentiel thermoélectrique et à la différence de potentiel de température. De ces 15 bits de potentiel thermoélectrique, 14 sont alloués à la résolution, les premiers bits (0,1) peuvent être ignorés. Pour la différence de potentiel de température, 12 bits sont alloués à la résolution, les premiers bits (0-2) pouvant être ignorés.

Le bit à la valeur la plus grande (15) est toujours 0 en fonctionnement normal et passe en 1 en cas d'erreur interne.

Ci-dessous la graduation des valeurs mesurées :

Potentiel thermoélectrique - type 300

Valeur numérique sur interface I2C	0x 0000 ... 7FFF dec. 0 ... 32767
Valeur physique	-12,500 ... 20,268 mV
Plage de mesure	32,768 mV
Résolution	2 μ V

Potentiel thermoélectrique - type 800

Valeur numérique sur interface I2C	0x 0000 ... 7FFF dec. 0 ... 32768
Valeur physique	-12,500 ... 53,036 mV
Plage de mesure	65,536 mV
Résolution	4 μ V

Potentiel thermoélectrique – type 1360

Valeur numérique sur interface I2C	0x 0000 ... 7FFF dec. 0 ... 32767
Valeur physique	-12,500 ... 85,804 mV
Plage de mesure	98,304 mV
Résolution	6 μ V

Potentiel thermoélectrique – tous les modèles

Donnée numérique Sur interface I2C	0x 0000 ... 7FFF dec. 0 ... 32767
Valeur physique	-32 ... 95,996 °C
Plage de mesure	T (°C)=V / 256 – 32

L'estimation de la température

Les modules sont universels et sont en principe conçus pour tous les thermocouples. Le thermocouple joint à la livraison est un type K avec une fixation NiCr-Ni. Les exemples suivants concernent le module T1 et le thermocouple joints à la livraison. Le raccordement de l'élément thermoélectrique doit respecter les polarités au risque d'obtenir une mesure erronée.

La gamme de mesure électromagnétique respectivement utilisable par chaque

version du module est choisie pour que la plage de mesure de la température soit mesurable avec les thermocouples Fe-CuNi (type J) et les thermocouples NiCr-Ni (type K).

Comme les thermocouples NiCr-Ni possèdent un potentiel à effet Seebeck plus faible que les Fe-CuNi (type J), la gamme de mesure avec le thermocouple NiCr-Ni est plus grande mais présente une résolution de température un peu plus faible. Ainsi, en combinant par ex. le module de type -800 et le thermocouple NiCr-Ni, le module pourra mesurer jusqu'à 1200°C.

Le premier canal mesure le potentiel thermoélectrique. La graduation est faite de sorte que 16 bits peuvent être alloués à l'arithmétique intégrée pour les calculs et les interpolations. La graduation de mesure est dépendante du module utilisé et est linéaire au potentiel thermoélectrique.

Le second canal mesure la température absolue à la jonction chaude à l'aide d'un thermomètre à résistance électrique PT 1000. La graduation de mesure est optimisée grâce au support du micro-contrôleur et est linéaire à la température.

La température à mesurer doit être calculée par les deux canaux simultanément : D'abord, c'est le potentiel thermoélectrique, les deux premiers bits sont lisibles sur le bus I²C à l'adresse 0x78. Le premier bit est le MSB, le second le LSB. Le bit le plus élevé sert à authentifier une erreur et n'est compris dans le calcul.

Ensuite, c'est la température qui est estimée au niveau de la soudure chaude où le 2ème et 3ème bits sont lus. Le 2ème bit est le MSB, le 3ème, le LSB. Le bit le plus élevé sert à la détection d'une erreur et est masqué. La valeur de la température est en 1/256°C, le point 0 est à -32°C.

Selon la température mesurée à la soudure chaude, une valeur corrigée est effectuée en fonction de l'élément thermocouple utilisé (pour le type K, voir tableau 1, 3ème colonne à droite). Puis la valeur corrigée est ajoutée à la valeur numérisée du potentiel thermoélectrique, la température de la soudure chaude est pour ainsi dire ajoutée comme potentiel thermoélectrique au potentiel thermoélectrique mesuré.

Avec ce résultat intermédiaire, on obtient les températures par interpolation du tableau 2.

Exemple : il s'agit d'un module -300 avec un thermocouple NiCr-Ni de type K. 4 bits de données I2C sont lisibles au format HEX à l'adresse 0x78 :

Le potentiel thermoélectrique (0x6085, dec 24709) est de 12,209 mV. La température de la jonction chaude (0x3E00, dec 15872) permet d'obtenir la température de 30,0 °C (voir tableau 1).

A cette température et avec ce module -300, la valeur corrigée est de 1203 digits. Additionnée à la valeur numérique du potentiel thermoélectrique, on obtient un potentiel thermoélectrique de 25912 digits. Avec cette valeur, on peut interpoler en utilisant le tableau 2 et obtenir la valeur de 330°C.