

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
29. August 2013 (29.08.2013)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2013/124062 A2**

- (51) **Internationale Patentklassifikation:** Nicht klassifiziert
- (21) **Internationales Aktenzeichen:** PCT/EP2013/000501
- (22) **Internationales Anmeldedatum:**  
21. Februar 2013 (21.02.2013)
- (25) **Einreichungssprache:** Deutsch
- (26) **Veröffentlichungssprache:** Deutsch
- (30) **Angaben zur Priorität:**  
10 2012 003 407.5  
23. Februar 2012 (23.02.2012) DE
- (71) **Anmelder: PHOENIX CONTACT GMBH & CO. KG** [DE/DE]; Flachmarktstrasse 8, 32825 Blomberg (DE).
- (72) **Erfinder: LOHRE, Hubertus;** Hospitalstrasse 56, 32839 Steinheim (DE). **JÖSTINGMEIER, Norbert;** Klosterkamp 30, 32657 Lemgo (DE).
- (74) **Gemeinsamer Vertreter: PHOENIX CONTACT GMBH & CO. KG;** Flachmarktstrasse 8, 32825 Blomberg (DE).
- (81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM,

DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Erklärungen gemäß Regel 4.17:**

— *Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv)*

**Veröffentlicht:**

— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)*

(54) **Title:** TEMPERATURE MEASURING MODULE HAVING POSITION COMPENSATION

(54) **Bezeichnung :** TEMPERATURMESS-MODUL MIT LAGEKOMPENSATION

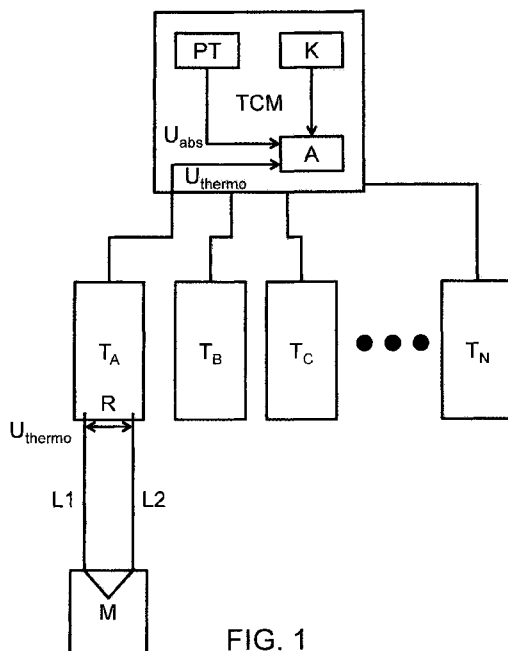


FIG. 1

(57) **Abstract:** The invention relates to a temperature measuring module (TCM) having position compensation, wherein the temperature measuring module (TCM) is provided to be connected to a thermocouple ( $T_A$ ) or a plurality of thermocouples ( $T_A, T_B, T_C, \dots T_N$ ). A thermocouple has two metallic conductors ( $L_1, L_2$ ), wherein the two metallic conductors have a different chemical composition, at least to some extent, wherein the two metallic conductors ( $L_1, L_2$ ) are connected in an electrically conductive and a point-like manner at the measurement point (10), wherein an electric thermocouple voltage ( $U_{thermo}$ ) is formed between the two conductors ( $L_1, L_2$ ) at the reference point (R) as a function of the temperature difference ( $\Delta T$ ) between the first temperature ( $T_1$ ) and the second temperature ( $T_2$ ). The temperature measuring module (TCM) also has a temperature-dependent resistor (PT) via which the temperature ( $T_1$ ) of the reference point (R) can be registered as a resistance voltage ( $U_{abs}$ ). The temperature measuring module (TCM) also has an evaluation circuit (A) which permits a first temperature value ( $T_{mess1}$ ) of the measurement point (M) to be determined by means of the electric resistance voltage ( $U_{abs}$ ) and the thermocouple voltage ( $U_{thermo}$ ). The temperature measuring module (TCM) also has a compensation means (K), which changes the first temperature value ( $T_{mess1}$ ) as a function of the installation position of the temperature measuring module (TCM), such that it is at least partly possible to compensate for thermal influences of the evaluation circuit (A) that act thermally on the reference point (R) and/or the measurement point (M) as a function of position.

(57) **Zusammenfassung:**

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2013/124062 A2



---

Gegenstand der Erfindung ist ein Temperaturmess-Modul (TCM) mit Lagekompensation, wobei das Temperaturmess-Modul (TCM) zur Verbindung mit einem Thermoelement ( $T_A$ ) oder mehreren Thermoelementen ( $T_A, T_B, T_C, \dots T_N$ ) vorgesehen ist. Ein Thermoelement weist zwei metallische Leiter ( $L_1, L_2$ ) auf, die an einer Referenzstelle ( $R$ ) eine erste Temperatur ( $T_1$ ) aufweisen und die an einer Messstelle ( $M$ ) eine weitere Temperatur ( $T_2$ ) aufweisen, wobei die zwei metallischen Leiter zumindest teilweise eine unterschiedliche chemische Zusammensetzung aufweisen, wobei die zwei metallischen Leiter ( $L_1, L_2$ ) an der Messstelle ( $M$ ) punktförmig elektrisch leitend verbunden sind, wobei abhängig von dem Temperaturunterschied ( $\Delta T$ ) zwischen der ersten Temperatur ( $T_1$ ) und der zweiten Temperatur ( $T_2$ ) eine elektrische Thermo-Spannung ( $U_{\text{thermo}}$ ) sich zwischen den beiden Leitern ( $L_1, L_2$ ) an der Referenzstelle ( $R$ ) ausbildet. Das Temperaturmess-Modul (TCM) weist weiterhin einen temperaturabhängigen Widerstand ( $PT$ ) auf, über den die Temperatur ( $T_1$ ) der Referenzstelle ( $R$ ) als Widerstands-Spannung ( $U_{\text{abs}}$ ) erfasst werden kann. Das Temperaturmess-Modul (TCM) weist weiterhin eine Auswerteschaltung ( $A$ ) auf, die es erlaubt mittels der elektrischen Widerstands-Spannung ( $U_{\text{abs}}$ ) und der Thermo-Spannung ( $U_{\text{thermo}}$ ) einen ersten Temperaturwert ( $T_{\text{mess}1}$ ) der Messstelle ( $M$ ) zu bestimmen. Das Temperaturmess-Modul (TCM) weist weiterhin ein Kompensationsmittel ( $K$ ) auf, das abhängig von der Einbaulage des Temperaturmess-Modul (TCM) den ersten Temperaturwert ( $T_{\text{mess}1}$ ) verändert, so dass thermische Einflüsse der Auswerteschaltung ( $A$ ), welche lageabhängig auf die Referenzstelle ( $R$ ) und/oder die Messstelle ( $M$ ) thermisch einwirken, zumindest teilweise kompensiert werden.

## Temperaturmess-Modul mit Lagekompensation

Die Erfindung betrifft ein Temperaturmess-Modul.

5 Aus dem Stand der Technik sind Thermoelemente bekannt,  
welche zur Messung hoher Temperaturen verwendet werden.  
Diese Thermoelemente bestehen in aller Regel aus zwei  
metallischen Leitern, die an einer Stelle punktförmig  
elektrisch leitend verbunden sind. Dabei weisen die zwei  
10 metallischen Leiter eine unterschiedliche chemische  
Zusammensetzung auf.

Üblicherweise wird die punktförmige Verbindungsstelle,  
welche auch als hot junction bezeichnet wird, an die zu  
15 messenden Stelle gebracht, während die beiden anderen Enden  
der metallischen Leiter, welche auch als cold junction  
bezeichnet werden, an eine Referenzstelle geführt werden.

Weisen die Messstelle und die Referenzstelle eine  
20 unterschiedliche Temperatur auf, so bildet sich zwischen  
den unverbundenen Leiterenden eine Spannung aus, die auch  
als Thermospannung bzw. Thermokraft bezeichnet wird. Diese  
Eigenschaft ist auch als Seebeck-Effekt bekannt. Für die  
Thermospannung gilt der nachfolgende Zusammenhang

25  $\int_{T_1}^{T_2} (S_2(T) - S_1(T)) dT$ . Dabei ist  $T_2$  die Temperatur der Messstelle

und  $T_1$  die Temperatur der Referenzstelle. Der Seebeck-  
Koeffizient  $S_1$  ist eine Materialkonstante des ersten Leiters  
und der Seebeck-Koeffizient  $S_2$  ist eine Materialkonstante  
des zweiten Leiters. Es ist anzumerken, dass auch die  
30 Seebeck-Koeffizient von der Temperatur abhängen können.

Der Seebeck-Koeffizienten hat die Dimension einer elektrischen Spannung pro Temperaturdifferenz (Volt/Kelvin). Die typische Größenordnung liegt für Metalle um Raumtemperatur bei 10  $\mu\text{V}/\text{K}$ .

5

Für kleine Temperaturdifferenzen und konstante Werte für die Seebeck-Koeffizienten vereinfacht sich die Formel zu  $U = (S_2 - S_1) \cdot (T_2 - T_1)$ .

10 Da die Thermospannung nur eine Temperaturdifferenz angibt, muss für einen absoluten Temperaturmesswert noch die Temperatur der Referenzstelle bestimmt werden. Dies wird über einen anderen Temperatursensor realisiert, z.B. einen temperaturabhängigen Widerstand.

15

Im industriellen Umfeld werden solche Messsysteme modularisiert in Schaltschränke eingebaut. Dabei befindet sich die Auswerteschaltung als auch die Referenzstelle in räumlicher Nähe zueinander, während die Messstelle auch  
20 weiter entfernt liegen kann. Typischerweise befindet sich die Auswerteschaltung in einem Temperaturmess-Modul, das mit einem Thermoelement oder mehreren Thermoelementen verbunden ist.

25 Es zeigt sich jedoch, dass die Temperaturmesswerte der Referenzstelle in Abhängigkeit von der Einbaulage des Temperaturmess-Moduls verfälscht sind.

Zwar besteht in aller Regel die Möglichkeit jeweils eine Kompensation vor Ort durch eine Vergleichsmessung zu  
30 ermitteln und einzustellen, jedoch ist diese Vorgehensweise zeitintensiv und fehlerträchtig.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, ein Temperaturmess-Modul bereitzustellen, das diese Nachteile umgeht.

- 5 Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruches 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind auch Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

Es zeigen die

10

Fig. 1 eine Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Temperaturmess-Moduls, und  
Fig. 2 Details gemäß verschiedener Ausführungsformen eines erfindungsgemäßen Temperaturmess-Modul.

15

Die Erfindung schlägt ein Temperaturmess-Modul TCM vor, welches beispielhaft in Figur 1 dargestellt ist. Das Temperaturmess-Modul TCM ist zur Verbindung mit einem Thermoelement  $T_A$  oder mehreren Thermoelementen  $T_A, T_B, T_C, \dots$   
20  $T_N$  vorgesehen.

Ein Thermoelement weist zwei metallische Leiter L1, L2 auf, welche beispielhaft nur an einem Thermoelement  $T_A$  gezeigt sind. Die metallischen Leiter L1, L2 weisen an einer  
25 Referenzstelle R eine erste Temperatur  $T_1$  auf und an einer Messstelle M - z.B. am zu messenden Objekt - eine weitere Temperatur  $T_2$  auf. Die zwei metallischen Leiter L1, L2 weisen zumindest teilweise eine unterschiedliche chemische Zusammensetzung auf. An der Messstelle M sind die zwei  
30 metallischen Leiter L1, L2 punktförmig elektrisch leitend verbunden. Abhängig von dem Temperaturunterschied  $\Delta T = T_2 - T_1$  zwischen der ersten Temperatur  $T_1$  und der zweiten Temperatur  $T_2$  bildet sich eine elektrische Thermo-Spannung  $U_{\text{thermo}}$

zwischen den beiden Leitern L1 und L2 an der Referenzstelle R aus.

Das Temperaturmess-Modul TCM weist weiterhin einen  
5 temperaturabhängigen Widerstand PT auf. Über den  
beispielhaften temperaturabhängigen Widerstand PT wird die  
Temperatur  $T_1$  der Referenzstelle R - beispielsweise als  
Widerstands-Spannung  $U_{abs}$  - erfasst. Wesentlich ist hier  
nur, dass eine Messgröße erfasst wird, aus der eine  
10 absolute Temperatur abgeleitet werden kann.

Das Temperaturmess-Modul TCM weist weiterhin eine  
Auswerteschaltung A auf, die es erlaubt mittels der  
elektrischen Widerstands-Spannung  $U_{abs}$  oder einem  
15 vergleichbaren Signal, das die absolute Temperatur  $T_1$  der  
Referenzstelle R widerspiegelt, und der Thermo-Spannung  
 $U_{thermo}$  oder einem vergleichbaren Signal, das den  
Temperaturunterschied  $\Delta T$  widerspiegelt, einen ersten  
Temperaturwert  $T_{mess1}$  der Messstelle M zu bestimmen.

20 Um nun thermische Einflüsse der Auswerteschaltung A, welche  
lageabhängig auf die Referenzstelle R und/oder die  
Messstelle M thermisch einwirken, zumindest teilweise  
kompensieren zu können, weist das Temperaturmess-Modul TCM  
25 weiterhin ein Kompensationsmittel K auf, das abhängig von  
der Einbaulage des Temperaturmess-Modul TCM den ersten  
Temperaturwert  $T_{mess1}$  verändert, so dass thermische Einflüsse  
der Auswerteschaltung A kompensiert werden.

30 Die vorzunehmenden Änderungen können beispielsweise für  
eine Produktserie ermittelt werden und fest vorgegeben sein  
oder aber um Toleranzen ausgleichen zu können, kann jedes  
einzelne Temperaturmess-Modul TCM individuell für einzelne

Lagen programmiert werden. D.h., die Kompensation ist bereits für einzelne Einbaulagen vorermittelt.

Je nach zur Verfügung stehenden Möglichkeiten können die  
5 Kompensationsmittel K eine digitale Kompensation oder eine analoge Kompensation, z.B. in Form eines Widerstandsnetzwerkes oder dergleichen, bereitstellen.

Weiterhin kann vorgesehen sein, dass die  
10 Kompensationsmittel K einen horizontalen Einbau, einen vertikalen Einbau oder einen liegenden Einbau oder auch unterschiedliche Kombinationen hiervon kompensieren können.

So kann z.B. vorgesehen sein, für jede dieser Einbaulagen  
15 eine Schalterstellung an einer gemeinsamen Einstellung vorzusehen, oder aber es kann für jede dieser Lagen eine getrennte Einstellung vorgesehen sein.

Beispielsweise kann, wie in Figur 2 angedeutet, die Art der  
20 Kompensation K durch eine Auswahl MAN am Gerät vorgenommen werden. Dies kann z.B. über einen Codierschalter realisiert werden, der auf eine analoge Schaltung oder eine digitale Schaltung einwirkt.

25 Weiterhin kann die Art der Kompensation K durch eine Auswahl über ein Bussystem BUS vorgenommen werden und von diesem unter Umständen auch abgefragt werden.

Darüber hinaus kann auch vorgesehen sein, dass die Art der  
30 Kompensation K durch einen Lagesensor LS im Temperaturmess-Modul TCM erkannt und ausgewählt wird. Geeignete Lagesensoren können beispielsweise auf Basis einfacher Neigungssensoren, Flüssigkeitsschaltern oder dergleichen realisiert werden.

Darüber hinaus kann auch vorgesehen sein, dass die erkannte Lage und/oder eingestellte Lage über ein Bussystem abfragbar ist.

5

Selbstverständlich können diese Einstellvarianten auch in unterschiedlichster Kombination vorgesehen sein, wobei dann weiterhin vorgesehen sein kann, dass eine Einstellvariante eine andere Einstellvariante ausschließt. Z.B. kann  
10 vorgesehen sein, dass eine lokale manuelle Einstellung MAN allen anderen Einstellvarianten vorgeht.

Wird nun ein erfindungsgemäßes Temperaturmess-Modul TCM eingebaut, so kann beim Einbau die Lage vor Ort über einen  
15 der verschiedenen Konfigurationswege eingestellt bzw. erkannt und eingestellt werden.

Der mittels der Kompensationsmittel K veränderte Temperaturmesswert kann anschließend über das Bussystem BUS  
20 und/oder über eine am Temperaturmess-Modul TCM vorgesehene Anzeige zur Verfügung gestellt werden.

Mittels der vorgestellten Erfindung ist es somit auf einfache Art und Weise möglich Fehler, die zuvor durch  
25 verschiedene Einbaulagen hervorgerufen waren, zu beseitigen und somit eine einfache und sichere Lösung anzubieten.

## Bezugszeichenliste

	Auswerteschaltung	A
	Kompensationsmittel	K
5	Metallische Leiter	L1, L2
	Lagesensor	LS
	Messstelle	M
	Temperaturabhängiger Widerstand	PT
	Referenzstelle	R
10	Thermo-Element	$T_A, T_B, T_C, \dots, T_N$
	Temperaturmess-Modul	TCM
	erste Temperatur	T1
	zweite Temperatur	T2
	Temperaturunterschied	$\Delta T$
15	elektrische Thermo-Spannung	$U_{\text{thermo}}$
	Widerstands-Spannung	$U_{\text{abs}}$

## Patentansprüche

1. Temperaturmess-Modul (TCM) mit Lagekompensation,  
wobei das Temperaturmess-Modul (TCM) zur Verbindung mit  
5 einem Thermoelement ( $T_A$ ) oder mehreren Thermoelementen  
( $T_A, T_B, T_C, \dots T_N$ ) vorgesehen ist, wobei ein  
Thermoelement zumindest zwei metallische Leiter (L1,  
L2) aufweist, die an einer Referenzstelle (R) eine  
erste Temperatur ( $T_1$ ) aufweisen und die an einer  
10 Messstelle (M) eine weitere Temperatur ( $T_2$ ) aufweisen,  
wobei die zwei metallischen Leiter zumindest teilweise  
eine unterschiedliche chemische Zusammensetzung  
aufweisen, wobei die zwei metallischen Leiter (L1, L2)  
an der Messstelle (M) punktförmig elektrisch leitend  
15 verbunden sind, wobei abhängig von dem  
Temperaturunterschied ( $\Delta T$ ) zwischen der ersten  
Temperatur ( $T_1$ ) und der zweiten Temperatur ( $T_2$ ) eine  
elektrische Thermo-Spannung ( $U_{\text{thermo}}$ ) sich zwischen den  
beiden Leitern (L1, L2) an der Referenzstelle (R)  
20 ausbildet,  
und wobei das Temperaturmess-Modul (TCM) weiterhin  
einen temperaturabhängigen Widerstand (PT) aufweist,  
über den die Temperatur ( $T_1$ ) der Referenzstelle (R) als  
Widerstands-Spannung ( $U_{\text{abs}}$ ) erfasst werden kann,  
25 und wobei das Temperaturmess-Modul (TCM) weiterhin eine  
Auswerteschaltung (A) aufweist, die es erlaubt mittels  
der elektrische Widerstands-Spannung ( $U_{\text{abs}}$ ) und der  
Thermo-Spannung ( $U_{\text{thermo}}$ ) einen ersten Temperaturwert  
( $T_{\text{mess1}}$ ) der Messstelle (M) zu bestimmen,  
30 dadurch gekennzeichnet,  
dass das Temperaturmess-Modul (TCM) weiterhin ein  
Kompensationsmittel (K) aufweist, das abhängig von der  
Einbaulage des Temperaturmess-Modul (TCM) den ersten  
Temperaturwert ( $T_{\text{mess1}}$ ) verändert, so dass thermische

Einflüsse der Auswerteschaltung (A), welche lageabhängig auf die Referenzstelle (R) und/oder die Messstelle (M) thermisch einwirken, zumindest teilweise kompensiert werden.

5

2. Temperaturmess-Modul (TCM) nach Anspruch 1, wobei die Kompensationsmittel (K) eine digitale Kompensation bereitstellen.

10 3. Temperaturmess-Modul (TCM) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Kompensation (K) einen horizontalen Einbau, einen vertikalen Einbau oder einen liegenden Einbau kompensiert.

15

4. Temperaturmess-Modul (TCM) nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Art der Kompensation (K) durch eine Auswahl am Gerät vorgenommen werden kann.

20

5. Temperaturmess-Modul (TCM) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Art der Kompensation (K) durch eine Auswahl über ein Bussystem vorgenommen werden kann.

25

6. Temperaturmess-Modul (TCM) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Art der Kompensation (K) durch einen Lagesensor (LS) im Temperaturmess-Modul (TCM) ausgewählt wird.

30

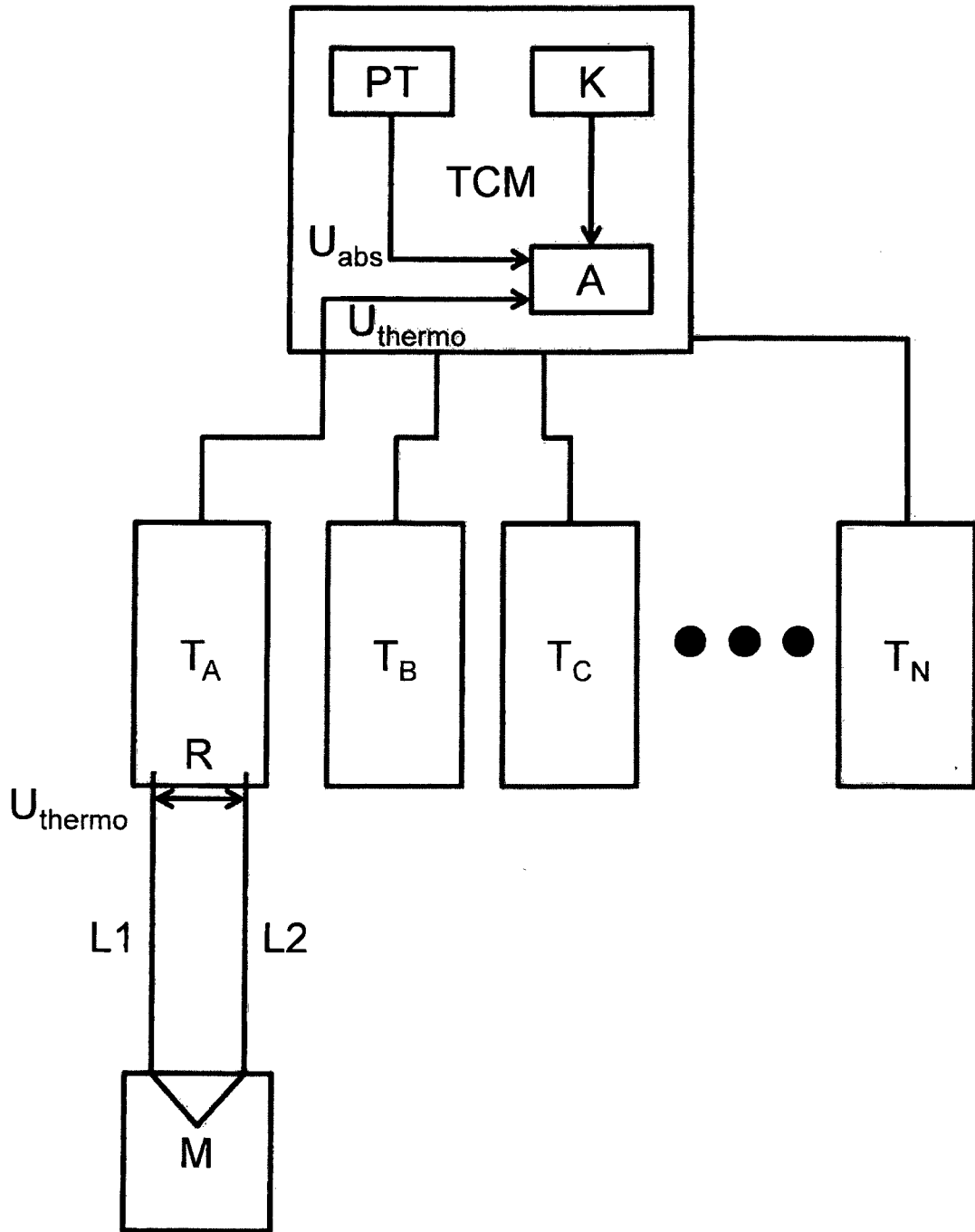


FIG. 1

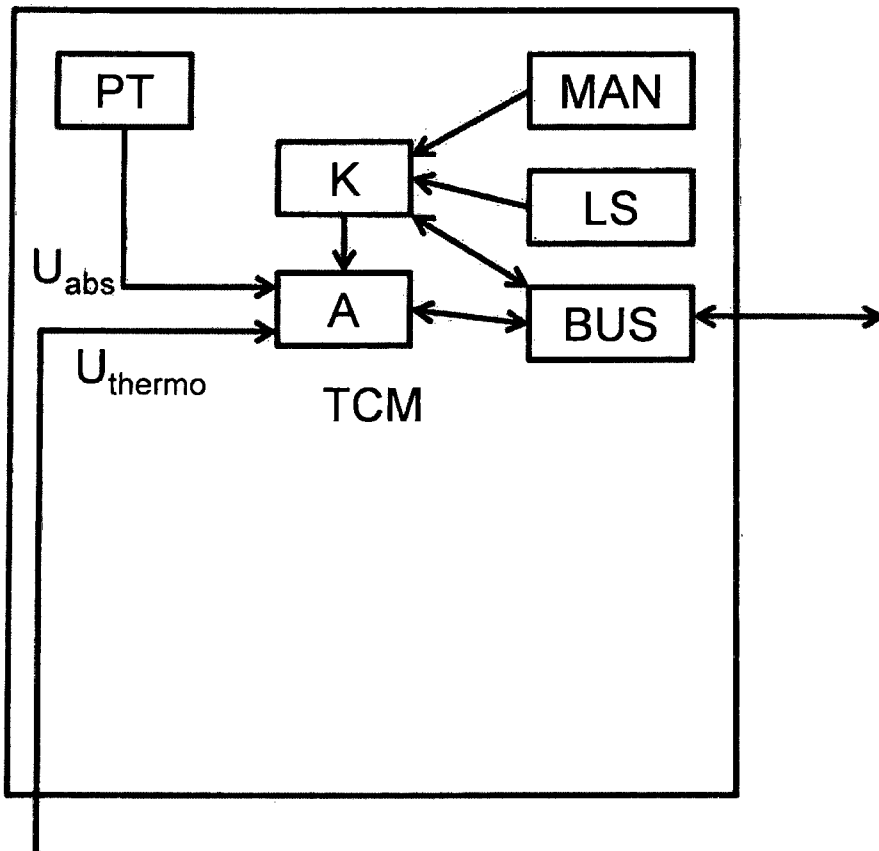


FIG. 2