

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①① N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 556 464

②① N° d'enregistrement national :

83 19549

⑤① Int Cl⁴ : G 01 D 3/04; G 01 L 19/04.

①②

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②② Date de dépôt : 7 décembre 1983.

③③ Priorité :

④③ Date de la mise à disposition du public de la
demande : BOPI « Brevets » n° 24 du 14 juin 1985.

⑥⑥ Références à d'autres documents nationaux appa-
rentés :

⑦① Demandeur(s) : REGIE NATIONALE DES USINES RE-
NAULT. — FR.

⑦② Inventeur(s) : Gilles Hannover, Eric Lefevre et Raoul Le
Caer.

⑦③ Titulaire(s) :

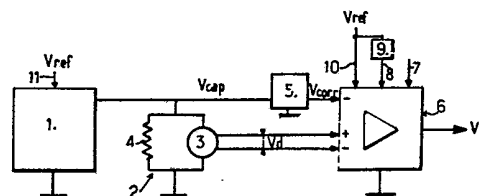
⑦④ Mandataire(s) : Michel Tixier.

⑤④ Dispositif de compensation en température d'un capteur et son procédé d'ajustage.

⑤⑦ Ce dispositif assure la compensation en température d'un capteur alimenté en courant continu et convertissant une grandeur physique en une tension continue et dont la résistance interne R_c et la sensibilité S varient dans des sens opposés en fonction de la température.

Ce dispositif comprend une résistance fixe montée en parallèle avec le capteur et dont la valeur R est choisie telle que le coefficient en température de la sensibilité globale α du circuit comprenant la résistance 4 montée en parallèle avec le capteur 3 est égal en valeur absolue et de signe opposé au coefficient en température de la sensibilité du capteur α_c , le dispositif de compensation comprenant également une source de courant constant 1 alimentant ledit circuit parallèle 2 et un pont diviseur 5 de rapport K pour soustraire de la tension de sortie V_d du capteur 3 une fraction prédéterminée V_{corr} de la tension V_{cap} aux bornes du circuit parallèle 2.

Application aux capteurs de pression de type piézorésistif.



DISPOSITIF DE COMPENSATION EN TEMPERATURE D'UN CAPTEUR
ET SON PROCEDE D'AJUSTAGE.

La présente invention concerne un dispositif de compensation en température d'un capteur alimenté en courant continu et convertissant une grandeur physique en une tension continue, suivant lequel la résistance interne et la sensibilité du capteur varient dans des sens opposés en fonction de la température, ainsi qu'un procédé d'ajustage d'un tel dispositif de compensation.

De tels dispositifs sont connus qui utilisent un ou plusieurs composants externes sensibles à la température, par exemple une thermistance associée à une résistance, dont la résistivité en fonction de la température est adaptée aux caractéristiques préalablement déterminées du capteur pour compenser les variations de gain de celui-ci en fonction de la température.

Ces dispositifs de l'art antérieur sont peu commodes à mettre en oeuvre car ils nécessitent de nombreux ajustages et manquent souvent de précision, lors des fonctionnements transitoires, à cause des composants externes qui présentent des temps de réponse en température différents de celui du capteur.

L'invention vise à éliminer ces inconvénients au moyen d'un dispositif qui soit simple à réaliser tout en étant précis et efficace.

A cet effet, elle a pour objet un dispositif de compensation en température d'un capteur alimenté en courant continu et convertissant une grandeur physique en une tension continue suivant lequel la résistance interne

35

et la sensibilité du capteur varient dans des sens opposés en fonction de la température, ledit dispositif de compensation comprenant au moins un élément résistif associé au capteur, caractérisé en ce que

5 l'élément résistif est une résistance fixe montée en parallèle avec le capteur et dont la valeur (R) est choisie telle que le coefficient en température de la sensibilité globale (α) du circuit comprenant la

10 résistance montée en parallèle avec le capteur est égal en valeur absolue et de signe opposé au coefficient en température de la sensibilité du capteur (α_s), le dispositif de compensation comprenant également une

15 source de courant constant alimentant ledit circuit parallèle et un pont diviseur de rapport K pour soustraire de la tension de sortie (V_d) du capteur une fraction prédéterminée (V_{corr}) de la tension (V_{cap}) aux bornes du circuit parallèle. On constate que ce

20 dispositif utilise directement comme information température, pour compenser la tension de sortie du capteur, les variations de tension à l'entrée du capteur alimenté à courant constant, variations qui sont

corrigées par la résistance extérieure en parallèle. Il en résulte un montage particulièrement simple et précis en fonctionnement transitoire puisqu'on évite

25 l'emploi d'une thermistance dont le temps de réponse en température peut difficilement être identique à celui du capteur.

L'invention a également pour objet un procédé d'ajustage du dispositif tel que défini ci-dessus, caracté-

30 risé en ce qu'on applique la tension de sortie (V_d) du capteur entre les entrées négative et positive d'un amplificateur différentiel et on applique ladite fraction ($V_{corr} = K V_{cap}$) de la tension (V_{cap}) aux bornes

35

du circuit parallèle à l'entrée négative dudit amplificateur, on règle initialement le rapport (K) du pont diviseur à la valeur zéro, on mesure la tension (V_{cap}) aux bornes du circuit parallèle et la tension (V_s) à la sortie de l'amplificateur respectivement à des températures T_1 et T_2 choisies en fonction des caractéristiques et de la zone de fonctionnement en température du capteur, on calcule un rapport K tel que :

$$K = \frac{V_s(T_2) - V_s(T_1)}{G [V_{cap}(T_2) - V_{cap}(T_1)]} \text{ où}$$

G est le gain de l'amplificateur, et on assigne au pont diviseur ladite valeur (K) calculée.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront de la description qui va suivre d'un mode de sa réalisation donné uniquement à titre d'exemple et illustré par le dessin annexé sur lequel la figure unique est un schéma électrique d'un dispositif de compensation de température associé à un capteur.

En se référant à la figure unique, le dispositif comprend un générateur 1 de courant constant I_0 alimentant un circuit 2, constitué du montage en parallèle d'un capteur 3 et d'une résistance 4 de valeur ohmique R, ainsi qu'un circuit 5 représentant un pont diviseur de rapport K. Le capteur 3 peut être de type piézorésistif ou analogue, par exemple un capteur de pression du type MPX 100 de la Société MOTOROLA.

La tension V_{cap} développée aux bornes du circuit 2 et appliquée au circuit 5 est divisée dans le rapport K

par ce dernier qui engendre une tension V_{corr} . La tension V_{corr} est appliquée à l'entrée négative d'un amplificateur différentiel 6 du type opérationnel qui reçoit par ailleurs entre ses entrées négative et positive la tension différentielle de sortie V_d du capteur 3. L'amplificateur différentiel 6 produit à sa sortie une tension V_s qui représente la tension de sortie compensée en température du capteur 3. L'amplificateur 6 présente une entrée 7 de réglage de gain, une entrée 8 de réglage de zéro à laquelle la tension V_{ref} est appliquée par l'intermédiaire d'un pont diviseur 9 de rapport k_1 , et une entrée 10 d'alimentation à laquelle est appliquée la tension V_{ref} . Cette tension V_{ref} sert également à alimenter le générateur 1 de courant constant par une entrée 11. Enfin, les circuits 1, 2, 5 et 6 sont connectés à la masse.

Le capteur 3 possède deux paramètres, à savoir une résistance interne R_c et une sensibilité S en pression ou autre grandeur physique à mesurer, qui évoluent en fonction de la température de quantités non nécessairement égales mais en sens opposés. En fonctionnement, l'alimentation à courant constant du générateur 1 permet de sommer les variations de sens opposés et, par conséquent, de minimiser la dérive en température, puisque la perte de sensibilité du capteur est limitée par l'élévation de la tension d'alimentation due à l'élévation de la résistance R_c avec la température.

D'autre part, la résistance 4, qui possède son propre coefficient de température, permet pour une certaine valeur ohmique de rendre les variations des deux paramètres égaux en valeurs absolues.

35

Si l'on désigne par :

5 α_r le coefficient en température de la résistance 4 en parallèle ;

α_c le coefficient en température de la résistance interne du capteur 3 ;

10 α_s le coefficient en température de la sensibilité du capteur,

la valeur R de la résistance 4 permettant d'annuler les variations du premier ordre en température peut se calculer comme indiqué ci-après.

15 α étant le coefficient en température de la résistance globale du circuit 2 résultant de la mise en parallèle du capteur 3 avec la résistance 4, on a :

20
$$\alpha = \frac{\alpha_c R + \alpha_r R_c}{R + R_c}, \text{ d'où}$$

$$R = \frac{\alpha_r R_c - \alpha R_c}{(\alpha - \alpha_c)}$$

25 Si l'on suppose que les variations en température de la résistance globale du circuit 2 sont égales et de sens opposé aux variations en température de la sensibilité du capteur, on a :

30
$$\alpha = -\alpha_s \text{ d'où,}$$

$$R = -R_c \frac{(\alpha_s + \alpha_r)}{(\alpha_s + \alpha_c)}$$

On décrira maintenant le procédé qui permet de choisir le rapport K de manière à minimiser l'erreur en

35

- 6 -

fonction de la température de la relation entre la tension de sortie V_s et la grandeur physique mesurée par le capteur 3, par exemple la pression.

- 5 Si on appelle G le gain de l'amplificateur 6 entre ses entrées V_{corr} et V_d d'une part et sa sortie V_s d'autre part, on peut écrire :

$$V_s = G V_d - K G V_{cap} - V_o \quad (1),$$

10

relation dans laquelle V_o est la tension constante égale à $k_1 V_{ref}$ appliquée à l'entrée 8 de l'amplificateur.

- 15 Si l'on choisit $K = 0$ et que l'on mesure la tension d'alimentation du capteur V_{cap} et la tension de sortie V_s de l'amplificateur 6 à une température T_1 puis à une température T_2 , on dispose des valeurs $V_s(T_1)$, $V_s(T_2)$, $V_{cap}(T_1)$, $V_{cap}(T_2)$ qui sont liées
- 20 par la relation :

$$V_s(T_2) - V_s(T_1) = G [V_d(T_2) - V_d(T_1)] \quad (2)$$

- 25 Si l'on choisit maintenant une valeur de K pour laquelle la tension de sortie V_s de l'amplificateur 6 est identique à la température T_1 et à la température T_2 , on peut écrire :

$$30 \quad G [V_d(T_2) - V_d(T_1)] - K G [V_{cap}(T_2) - V_{cap}(T_1)] = 0 \quad (3)$$

En combinant (2) et (3), on obtient :

$$K = \frac{V_s(T_2) - V_s(T_1)}{G [V_{cap}(T_2) - V_{cap}(T_1)]} \quad (4)$$

35

On constate que le procédé de détermination du rapport K est particulièrement simple puisqu'il consiste uniquement à mesurer initialement, pour un rapport K égal à zéro, les tensions V_s et V_{cap} à des températures T_2 et T_1 , à calculer ensuite la valeur de K conformément à la formule (4), et à assigner au pont diviseur 5 la valeur K ainsi calculée.

Les températures T_2 et T_1 sont choisies en fonction des caractéristiques et de la zone de fonctionnement du capteur considéré de manière à minimiser l'erreur en fonction de la température dans cette zone de fonctionnement. C'est ainsi que, par exemple, dans le cas du capteur MOTOROLA MPX 100 A précité, pour une zone de fonctionnement comprise entre 0 et 80 °C, on choisira des températures T_1 et T_2 égales respectivement à 20 °C et 60 °C.

On notera par ailleurs qu'il est souhaitable de choisir le générateur de courant constant 1 de manière telle que les variations de la tension d'alimentation V_{ref} entraînent des variations directement proportionnelles du courant I_o fourni au circuit 2, c'est-à-dire que $V_{ref} = k_2 I_o$. On réalise ainsi un dispositif de type ratiométrique, c'est-à-dire que les variations de V_{ref} entraînent des variations directement proportionnelles de V_s . Si d'autres circuits d'exploitation de la tension V_s sont disposés en aval du circuit décrit, il est alors aisé, en les alimentant avec la tension V_{ref} , de s'affranchir des erreurs que pourraient entraîner les variations de cette dernière.

Il ressort de ce qui précède que le dispositif et le procédé de réglage décrits peuvent être appliqués

industriellement en grande série puisqu'ils ne nécessitent le réglage que du paramètre K, la valeur R de la résistance 4 étant définie pour un type de capteur 3 donné.

5

10

15

20

25

30

35

REVENDEICATIONS

1. Dispositif de compensation en température d'un cap-
 5 teur alimenté en courant continu et convertissant une
 grandeur physique en une tension continue suivant le-
 quel la résistance interne et la sensibilité du cap-
 teur varient dans des sens opposés en fonction de la
 température, ledit dispositif de compensation compren-
 10 nant au moins un élément résistif associé au capteur,
 caractérisé en ce que l'élément résistif (4) est une
 résistance fixe montée en parallèle avec le capteur et
 dont la valeur (R) est choisie telle que le coeffi-
 cient en température de la sensibilité globale (α) du
 15 circuit comprenant la résistance (4) montée en paral-
 lèle avec le capteur (3) est égal en valeur absolue et
 de signe opposé au coefficient en température de la
 sensibilité du capteur (α_s), le dispositif de compen-
 sation comprenant également une source de courant
 constant (1) alimentant ledit circuit parallèle (2) et
 20 un pont diviseur (5) de rapport K pour soustraire de
 la tension de sortie (V_d) du capteur (3) une fraction
 prédéterminée (V_{corr}) de la tension (V_{cap}) aux bornes
 du circuit parallèle (2).

25 2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en
 ce que la valeur ohmique (R) de la résistance (4) est
 choisie telle que :

$$R = -R_c \frac{(\alpha_s + \alpha_r)}{(\alpha_s + \alpha_c)},$$

30

relation dans laquelle :

- R_c est la résistance interne du capteur ;

35

- α_r est le coefficient en température de la résistance fixe (4) ;
 - α_c est le coefficient en température de la résistance interne R_c du capteur (3) ;
 - α_s est le coefficient en température de la sensibilité du capteur (3).
3. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que la tension de sortie (V_d) du capteur (3) est appliquée entre les entrées négative et positive d'un amplificateur opérationnel (6) de type différentiel et la fraction ($V_{corr} = K V_{cap}$) de la tension (V_{cap}) aux bornes du circuit parallèle (2) est appliquée à l'entrée négative dudit amplificateur (6).
4. Dispositif selon la revendication 3, caractérisé en ce que le courant (I_o) délivré par la source (1) et la tension (V_o) de réglage de zéro de l'amplificateur (6) sont directement proportionnels à une tension de référence (V_{ref}).
5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 3 et 4, caractérisé en ce que le rapport K a pour valeur :
- $$K = \frac{V_s(T_2) - V_s(T_1)}{G [V_{cap}(T_2) - V_{cap}(T_1)]}, \text{ où :}$$
- G est le gain de l'amplificateur 6 ;
 - $V_s(T_2)$, $V_s(T_1)$, $V_{cap}(T_2)$, $V_{cap}(T_1)$ représentent les tensions à la sortie de l'amplificateur (6) et

aux bornes du circuit parallèle (2) mesurées respectivement à des températures T_2 et T_1 pour une valeur du rapport K égale à zéro.

- 5 6. Procédé d'ajustage d'un dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce qu'on applique la tension de sortie (V_d) du capteur entre les entrées négative et positive d'un amplificateur différentiel (6) et on applique ladite fraction
- 10 ($V_{\text{corr}} = K V_{\text{cap}}$) de la tension (V_{cap}) aux bornes du circuit parallèle (2) à l'entrée négative dudit amplificateur (6), on règle initialement le rapport (K) du pont diviseur (5) à la valeur zéro, on mesure la tension (V_{cap}) aux bornes du circuit parallèle (2) et la
- 15 tension (V_s) à la sortie de l'amplificateur (6) respectivement à des températures T_1 et T_2 choisies en fonction des caractéristiques et de la zone de fonctionnement en température du capteur, on calcule un rapport K tel que :

20

$$K = \frac{V_s(T_2) - V_s(T_1)}{G [V_{\text{cap}}(T_2) - V_{\text{cap}}(T_1)]} \quad \text{où}$$

- 25 G est le gain de l'amplificateur (6), et on assigne au pont diviseur (5) ladite valeur (K) calculée.

30

35

