

(19)



(11)

**EP 1 036 385 B1**

(12)

**FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention de la délivrance du brevet:  
**28.05.2008 Bulletin 2008/22**

(21) Numéro de dépôt: **99929506.6**

(22) Date de dépôt: **19.07.1999**

(51) Int Cl.:  
**G08C 19/02 (2006.01)**

(86) Numéro de dépôt international:  
**PCT/FR1999/001764**

(87) Numéro de publication internationale:  
**WO 2000/005695 (03.02.2000 Gazette 2000/05)**

(54) **BOUCLE DE COURANT COMPORTANT UN CIRCUIT DE TEST**

STROMSCHLEIFENSENDER MIT PRÜFSCHALTUNG

CURRENT LOOP COMPRISING A TEST CIRCUIT

(84) Etats contractants désignés:  
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE**

(30) Priorité: **20.07.1998 FR 9809217**

(43) Date de publication de la demande:  
**20.09.2000 Bulletin 2000/38**

(73) Titulaire: **AREVA T&D SA  
92084 Paris La Defense Cedex (FR)**

(72) Inventeurs:  
• **AUDREN, Jean-Paul  
F-73100 Aix les Bains (FR)**  
• **MARMONIER, Jean  
F-73100 Aix les Bains (FR)**

(74) Mandataire: **Poulin, Gérard et al  
Brevatome  
3, rue du Docteur Lancereaux  
75008 Paris (FR)**

(56) Documents cités:  
**EP-A- 0 422 663**                      **US-A- 4 737 787**

**EP 1 036 385 B1**

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

## Description

**[0001]** L'invention se rapporte à une boucle de courant du type 4 - 20 milliampères ou 0 - 20 milliampères, reliant un capteur analogique à un système d'acquisition respectivement traversés par un courant de capteur et un courant d'acquisition.

**[0002]** Une telle boucle de courant est largement utilisée. La boucle du type 4 - 20 milliampères (mA) en technologie "2 $\mu$ ls" par exemple, permet au capteur de fonctionner sur l'énergie apportée par un courant de capteur de 4 mA. Les avantages de la boucle de courant sont bien connus : d'une part, l'alimentation du capteur est portée par les mêmes fils que le signal, ce qui entraîne une réduction du coût de la part du câblage par rapport à d'autres types de signaux nécessitant plus de fils dans le câble, d'autre part le signal est très peu perturbé par des radiations électromagnétiques, ce qui autorise une transmission sur de longues distances ou dans un milieu à forte densité de radiations.

**[0003]** Le document EP 0 422 663 décrit un communicateur pour des instruments de terrain qui peut être utilisé sans interruption pendant des périodes prolongées, ce qui réduit la fréquence d'entretien. Le communicateur est placé en parallèle des instruments de terrain et d'un serveur de contrôle et est alimenté par la même source externe. La communication entre les différents appareils se fait par la ligne de transmission.

**[0004]** D'une manière connue, on contrôle le bon fonctionnement du système d'acquisition à l'aide d'appareils de test conçus pour simuler le fonctionnement du capteur. La simulation est réalisée en connectant l'appareil de test en substitution du capteur analogique. La déconnexion du capteur n'est pas sans inconvénient : il existe un risque de reconnexion incorrecte par exemple par une inversion de polarité, ou même un oubli de reconnexion, voire un serrage insuffisant des connexions. Dans ces conditions, la maintenance du système d'acquisition se révèle contre productive.

**[0005]** D'une manière également connue, on contrôle le fonctionnement du capteur analogique en le déconnectant de la boucle de courant. On procède ainsi notamment lorsque l'on démonte le capteur de son site d'installation. Là encore, la déconnexion n'est pas sans inconvénient : le système d'acquisition l'interprète en général comme une anomalie de boucle ouverte et génère une alarme. Il est donc nécessaire d'intervenir pour que l'anomalie ne soit pas traitée comme telle par une unité de commande du système d'acquisition.

**[0006]** Le but de l'invention est de remédier au problème du contrôle du fonctionnement d'un système d'acquisition ou d'un capteur par déconnexion - reconnexion dans une boucle de courant du type 4 - 20 mA ou 0 - 20 mA.

**[0007]** L'idée à la base de l'invention est d'effectuer le contrôle sans ouvrir la boucle de courant.

**[0008]** A cet effet, l'invention a pour objet une boucle de courant du type 4 - 20 milliampères ou 0 - 20 milliam-

pères, reliant un capteur analogique à un système d'acquisition respectivement traversés par un courant de capteur et un courant d'acquisition, comprenant un circuit de test monté en parallèle à la boucle de courant pour injecter dans ladite boucle un courant de superposition qui se superpose au courant de capteur ou d'acquisition.

**[0009]** Le courant de superposition injecté dans la boucle de courant par le circuit de test se superpose au courant traversant le capteur pour simuler son fonctionnement vis-à-vis du système d'acquisition, ou se superpose au courant traversant le système d'acquisition pour simuler son fonctionnement vis-à-vis du capteur analogique.

**[0010]** Le circuit de test monté en parallèle à la boucle de courant permet donc d'injecter un courant de superposition sans ouvrir la boucle de courant reliant le système d'acquisition et le capteur analogique. On remédie ainsi aux inconvénients cités précédemment : d'une part, le risque d'inverser la polarité du capteur par reconnexion est éliminé, d'autre part, aucune anomalie de boucle ouverte n'est détectée par le système d'acquisition lors du test du capteur analogique.

**[0011]** Selon un premier avantage de l'invention, le circuit de test comprend un générateur de tension variable monté en parallèle au système d'acquisition pour injecter le courant de superposition par addition au courant d'acquisition, ce qui permet de contrôler un seuil bas de courant du système d'acquisition.

**[0012]** Dans un mode préféré de réalisation, le circuit de test comprend un ampèremètre monté en série avec le générateur de tension continue variable pour déterminer l'intensité du courant de superposition.

**[0013]** Dans un autre mode préféré de réalisation, le circuit de test comprend une diode montée en série avec le générateur de tension variable pour protéger la boucle de courant lorsque la tension variable est nulle.

**[0014]** Dans un autre mode préféré de réalisation, le circuit de test comprend une diode montée en série avec le système d'acquisition pour préserver une indépendance de fonctionnement de plusieurs boucles de courant reliant plusieurs capteurs à un même système d'acquisition.

**[0015]** Selon un deuxième avantage de l'invention, le circuit de test comprend un régulateur de courant variable monté en parallèle au capteur analogique pour injecter le courant de superposition par addition au courant de capteur, ce qui permet de contrôler un seuil haut de courant du système d'acquisition.

**[0016]** Selon un troisième avantage de l'invention, le circuit de test comprend un régulateur de courant variable monté en parallèle au capteur analogique pour injecter le courant de superposition par addition au courant de capteur, le courant de superposition étant asservi à ce courant de capteur, ce qui permet de maintenir le courant d'acquisition dans la boucle de courant.

**[0017]** Dans un mode préféré de réalisation, le circuit de test comprend un ampèremètre monté en série avec le régulateur de courant variable pour déterminer l'inten-

sité du courant de simulation.

**[0018]** D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description d'exemples de réalisation illustrés par les dessins.

**[0019]** La figure 1 montre sous forme de schéma électrique une boucle de courant avec un capteur analogique et un système d'acquisition et un circuit de test monté en parallèle pour tester le seuil bas de courant du système d'acquisition.

**[0020]** La figure 2 montre sous forme de schéma électrique une boucle de courant avec un capteur analogique et un système d'acquisition et un circuit de test monté en parallèle pour tester le seuil haut de courant du système d'acquisition.

**[0021]** La figure 3 montre sous forme de schéma électrique une boucle de courant avec un capteur analogique et un système d'acquisition et un circuit de test monté en parallèle pour maintenir constant un courant d'acquisition quel que soit un courant de capteur.

**[0022]** Une boucle de courant du type 4 - 20 mA comprend, figure 1, un capteur analogique 1 et un système d'acquisition 3. Le capteur analogique est par exemple un capteur de pression monté par l'extérieur sur une enveloppe d'un appareillage électrique à haute tension comme un disjoncteur. Il est clair cependant que l'invention n'est pas limitée à un tel capteur de pression, et s'applique à d'autres capteurs analogiques comme fonctionnant dans une boucle de courant 0 -20 mA ou 4 - 20 mA. On peut citer comme exemples de tels capteurs, des capteurs de température, de débit, de pH, ou encore de viscosité.

**[0023]** Le capteur de pression 1 est parcouru par un courant de capteur  $I_c$  qui est imposé par la pression qui règne à l'intérieur de l'enveloppe du disjoncteur remplie d'un gaz diélectrique d'extinction d'arc.

**[0024]** Le système d'acquisition 3 comprend un source 5 de tension continue V1 par exemple de 24 volts (V). La source de tension débite dans une résistance série R1 égale par exemple à 100 ohm ( $\Omega$ ) un courant d'acquisition  $I_a$ . Un ampèremètre A1 est temporairement monté en parallèle à une diode D1 en série avec le système d'acquisition 3 pour déterminer l'intensité du courant d'acquisition  $I_a$ .

**[0025]** Selon l'invention, un circuit de test est monté en parallèle à la boucle de courant pour injecter dans ladite boucle un courant de superposition qui se superpose au courant de capteur ou au courant d'acquisition.

**[0026]** Selon un premier mode de réalisation de l'invention, figure 1, le circuit de test comprend un générateur 7 de tension continue V4 variable entre 0 et 24 V monté en parallèle au système d'acquisition 3. Le générateur 7 débite un courant de superposition  $I_s$  dans une résistance série R4 égale par exemple à 100  $\Omega$ .

**[0027]** Le courant de superposition  $I_s$  est injecté par l'intermédiaire du générateur 7 de tension en amont du capteur de pression 1 par rapport au sens du courant d'acquisition  $I_a$  pour s'additionner à ce dernier, la somme  $I_a + I_s$  étant égale au courant de capteur  $I_c$ . Un ampère-

mètre A2 est monté en série avec le générateur 7 de tension continue variable V4 pour déterminer l'intensité du courant de superposition  $I_s$ .

**[0028]** De cette façon, on augmente progressivement la tension variable V4 pour augmenter le courant de superposition  $I_s$ , et pour diminuer le courant d'acquisition la compte tenu de la constance du courant de capteur  $I_c$  imposée par la constance de la pression à l'intérieur de l'enveloppe pendant la durée du test. On fait ainsi baisser le courant d'acquisition la jusqu'à un seuil bas pour vérifier le bon fonctionnement du système d'acquisition sans ouvrir la boucle de courant.

**[0029]** De préférence, le circuit de test comprend, figure 1, une diode D2 montée en série avec le générateur 7 de tension variable V4 pour empêcher que le courant d'acquisition la ne soit détourné en partie dans le circuit de test lorsque la tension variable V4 est faible.

**[0030]** Il est également prévu de monter une diode D3 en série avec la source 5 de tension continue V1 du système d'acquisition 3 pour prévenir une augmentation de cette tension V1, le courant la ne pouvant devenir négatif. De cette façon, on préserve la possibilité d'alimenter plusieurs capteurs de pression dans plusieurs boucles de courant à l'aide de la même source de tension continue et de tester le seuil bas de courant d'acquisition d'une boucle de courant sans perturber l'alimentation des autres capteurs de pression des autres boucles de courant.

**[0031]** Selon un deuxième mode particulier de l'invention, figure 2, le circuit de test comprend un régulateur 9 de courant continu variable monté en parallèle avec le capteur analogique 1.

**[0032]** Le courant de superposition  $I_s$  est injecté par l'intermédiaire du régulateur 9 de courant continu variable en aval du capteur de pression 1 par rapport au sens du courant d'acquisition la pour s'additionner au courant de capteur  $I_c$ , la somme  $I_c + I_s$  étant égale au courant d'acquisition  $I_a$ . Un ampèremètre A2 est monté en série avec régulateur 9 de courant continu variable pour déterminer l'intensité du courant de superposition  $I_s$ .

**[0033]** De cette façon, on augmente progressivement le courant de superposition  $I_s$  pour augmenter le courant d'acquisition la compte tenu de la constance du courant de capteur  $I_c$  imposée par la constance de la pression à l'intérieur de l'enveloppe pendant la durée du test. On fait ainsi augmenter le courant d'acquisition la jusqu'à un seuil haut pour vérifier le bon fonctionnement du système d'acquisition 3 sans ouvrir la boucle de courant.

**[0034]** Il faut noter avantageusement que pendant le contrôle des seuils bas et haut de courant du système d'acquisition, le courant de capteur  $I_c$  est accessible à partir des intensités de courant d'acquisition la et de superposition  $I_s$  déterminées par les ampèremètres A1 et A2 montés dans le circuit de test. Il en résulte que la pression du gaz diélectrique contenue dans l'enveloppe est surveillée pendant toute la durée du test des seuils du système d'acquisition, à l'aide du circuit de test monté en parallèle à la boucle de courant. Une fuite du gaz

diélectrique hors de l'enveloppe se traduit par une baisse du courant de capteur Ic et par conséquent par une baisse du courant de superposition Is aisément déterminée par l'ampèremètre A2.

**[0035]** Selon un troisième mode de réalisation de l'invention, figure 3, le circuit de test comprend un régulateur 11 de courant variable monté en parallèle au capteur de pression 1 pour injecter un courant de superposition Is par addition au courant de capteur Ic, le courant de superposition Is étant asservi au courant d'acquisition Ia.

**[0036]** L'intensité du courant d'acquisition Ia acquise par le système d'acquisition au début du test est affectée comme consigne au régulateur 11 de courant continu variable par un asservissement 13 relié à l'ampèremètre A1 monté parallèlement à la diode série D1 du système d'acquisition 3.

**[0037]** Pendant toute la durée du test, une variation du courant de capteur Ic se traduit par une variation du courant d'acquisition Ia qui est immédiatement compensée par le courant de superposition Is injecté par le régulateur 11 pour maintenir constant le courant d'acquisition Ia. Si le courant de capteur Ic baisse, le courant de superposition Is augmente pour garder la constant.

**[0038]** De cette façon, on annule progressivement le courant de capteur Ic en le remplaçant par le courant de superposition Is sans ouvrir ladite boucle de courant. Lorsque Ic est à zéro, on peut déconnecter le capteur de pression 1 de la boucle de courant pour le contrôler tout en prévenant une anomalie de boucle ouverte détectée par le système d'acquisition. Aucune alarme n'est générée par le système d'acquisition.

**[0039]** Selon un quatrième mode de réalisation de l'invention, le circuit de test est installé dans un boîtier amovible et portable qui comprend des broches de branchement destinées à être raccordées à des prises de test montées à demeure sur la boucle de courant.

**[0040]** L'une 13 des broches est raccordée en aval de la diode D1 montée en série avec le système d'acquisition en un branchement commun avec l'ampèremètre A1 déterminant l'intensité du courant d'acquisition Ia. L'autre 15 broche est raccordée en aval du capteur de pression 1. De préférence, l'ampèremètre A1 est intégré au boîtier de test qui comprend dans ce cas une troisième broche 17 raccordée en amont de la diode D1 en un branchement commun avec l'ampèremètre.

## Revendications

1. Une boucle de courant, notamment du type 4 - 20 milliampères ou 0 - 20 milliampères, reliant un capteur analogique (1) à un système d'acquisition (3) respectivement traversés par un courant de capteur (Ic) et un courant d'acquisition (Ia), comportant un circuit de test de bon fonctionnement monté en parallèle à la boucle de courant pour permettre d'y injecter un courant (Is), qui est superposé au courant de capteur (Ic) ou au courant d'acquisition (Ia), ca-

**ractérisée en ce que** l'augmentation progressive du courant de superposition (Is) est exploitée pour vérifier le fonctionnement du système d'acquisition respectivement jusqu'à un seuil bas ou jusqu'à un seuil haut de courant.

2. Une boucle de courant selon la revendication 1, dans laquelle le circuit de test comprend un générateur (7) de tension variable (V4) qui est monté en parallèle au système d'acquisition (3) et qui permet l'injection du courant de superposition (Is), en conservant constante la somme du courant d'acquisition (Ia) et du courant de superposition qui correspond au courant de capteur (Ic), lorsque le courant de superposition est augmenté pour vérifier le fonctionnement du système d'acquisition jusqu'à un seuil bas de courant.
3. Une boucle de courant selon la revendication 2, dans laquelle le circuit de test comprend une diode (D2) montée en série avec le générateur (7) de tension variable.
4. Une boucle de courant selon la revendication 2, dans laquelle le circuit de test comprend une diode (D3) montée en série avec le système d'acquisition.
5. Une boucle de courant selon la revendication 2, dans laquelle le circuit de test comprend un ampèremètre (A2) monté en série avec le générateur (7) de tension variable.
6. Une boucle de courant selon la revendication 1, dans laquelle le circuit de test comprend un régulateur (9) de courant variable qui est monté en parallèle au capteur analogique (1) et qui permet l'injection du courant de superposition (Is), en conservant constante la somme du courant de capteur (Ic) et du courant de superposition, qui correspond au courant d'acquisition, lorsque le courant de superposition est augmenté pour vérifier le fonctionnement du système d'acquisition jusqu'à un seuil haut de courant.
7. Une boucle de courant selon la revendication 6, dans laquelle le circuit de test comprend un ampèremètre (A2) monté en série avec le régulateur (9) de courant variable.
8. Une boucle de courant selon la revendication 6, dans laquelle le régulateur (9) de courant est asservi au courant d'acquisition (Ia).
9. Une boucle de courant selon l'une des revendications 1 à 8, dans laquelle le capteur analogique est un capteur de pression d'une enveloppe d'appareillage électrique.
10. Un boîtier amovible comprenant un circuit de test

pour tester une boucle de courant selon l'une des revendications 1 à 9, comprenant des broches de branchement (13,15,17) destinées à être raccordées à des prises de test montées à demeure sur la boucle de courant.

### Claims

1. A current loop, notably of the 4-20 milliampere or 0-20 milliampere type, connecting an analog sensor (1) to an acquisition system (3) crossed by a sensor current (Ic) and an acquisition current (Ia) respectively, including a circuit for testing proper operation, mounted in parallel with the current loop so that a current (Is) may be injected therein, which is superimposed to the sensor current (Ic) or to the acquisition current (Ia), **characterized in that** the gradual increase of the superposition current (Is) is utilized in order to check the operation of the acquisition system right up to a low current threshold or right up to a high current threshold, respectively. 5
2. The current loop according to claim 1, wherein the test circuit comprises a variable voltage (V4) generator (7) which is mounted in parallel with the acquisition system (3) and which allows the superposition current (Is) to be injected, while keeping constant the sum of the acquisition current (Ia) and of the superposition current which corresponds to the sensor current (Ic), when the superposition current is increased in order to check the operation of the acquisition system right up to a low current threshold. 10
3. The current loop according to claim 2, wherein the test circuit comprises a diode (D2) mounted in series with the variable voltage generator (7). 15
4. The current loop according to claim 2, wherein the test circuit comprises a diode (D3) mounted in series with the acquisition system. 20
5. The current loop according to claim 2, wherein the test circuit comprises an amperemeter (A2), mounted in series with the variable voltage generator (7). 25
6. The current loop according to claim 1, wherein the test circuit comprises a variable current regulator (9) which is mounted in parallel with the analog sensor (1) and which allows the superposition current (Is) to be injected, while keeping constant the sum of the sensor current (Ic) and of the superposition current, which corresponds to the acquisition current, when the superposition current is increased in order to check the operation of the acquisition system right up to a high current threshold. 30
7. The current loop according to claim 6, wherein the 35

test circuit comprises an amperemeter (A2) mounted in series with the variable current regulator (9).

8. The current loop according to claim 6, wherein the current regulator (9) is servo-controlled by the acquisition current (Ia). 40
9. The current loop according to any of claims 1 to 8, wherein the analog sensor is a pressure sensor of an electric apparatus casing. 45
10. A removable casing comprising a test circuit for testing a current loop according to any of claims 1 to 9, comprising connection pins (13, 15, 17) intended to be connected to test connections permanently mounted on the current loop. 50

### Patentansprüche

1. Stromschleife, insbesondere vom Typ 4 - 20 Milliampere oder 0 - 20 Milliampere, die einen analogen Sensor (1) mit einem Erfassungssystem (3) verbindet, die von einem Fühlerstrom (Ic) bzw. einem Erfassungsstrom (Ia) durchlaufen werden, umfassend eine Schaltung zum Testen des korrekten Funktionierens, die parallel zur Stromschleife montiert ist, um es zu ermöglichen, dort einen Strom (Is) zu injizieren, der dem Fühlerstrom (Ic) oder dem Erfassungsstrom (Ia) überlagert wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** die progressive Erhöhung des Überlagerungsstroms (Is) ausgenutzt wird, um das Funktionieren des Erfassungssystems bis zu einer unteren Schwelle bzw. bis zu einer oberen Schwelle des Stroms zu überprüfen. 55
2. Stromschleife nach Anspruch 1, bei der die Testschaltung einen Generator (7) für eine variable Spannung (V4) umfasst, der parallel zum Erfassungssystem (3) montiert ist und der das Injizieren des Überlagerungsstroms (Is) erlaubt, wobei er die dem Fühlerstrom (Ic) entsprechende Summe aus dem Erfassungsstrom (Ia) und dem Überlagerungsstrom konstant hält, während der Überlagerungsstrom erhöht wird, um das Funktionieren des Erfassungssystems bis zu einer unteren Schwelle des Stroms zu überprüfen. 60
3. Stromschleife nach Anspruch 2, bei der die Testschaltung eine Diode (D2) umfasst, die in Reihe mit dem variablen Spannungsgenerator (7) montiert ist. 65
4. Stromschleife nach Anspruch 2, bei der die Testschaltung eine Diode (D3) umfasst, die in Reihe mit dem Erfassungssystem montiert ist. 70
5. Stromschleife nach Anspruch 2, bei der die Testschaltung ein Amperemeter (A2) umfasst, das in Rei-

he mit dem variablen Spannungsgenerator (7) montiert ist.

6. Stromschleife nach Anspruch 1, bei der die Testschaltung einen variablen Stromregler (9) umfasst, der parallel zum analogen Sensor (1) montiert ist und das Injizieren des Überlagerungsstroms ( $I_s$ ) erlaubt, wobei er die dem Erfassungsstrom entsprechende Summe aus dem Fühlerstrom ( $I_c$ ) und dem Überlagerungsstrom konstant hält, während der Überlagerungsstrom erhöht wird, um das Funktionieren des Erfassungssystems bis zu einer oberen Stromschwelle zu überprüfen. 5  
10
7. Stromschleife nach Anspruch 6, bei der die Testschaltung ein Amperemeter (A2) umfasst, das in Reihe mit dem variablen Stromregler (9) montiert ist. 15
8. Stromschleife nach Anspruch 6, bei der der Stromregler (9) mit dem Erfassungsstrom ( $I_a$ ) geregelt wird. 20
9. Stromschleife nach einem der Ansprüche 1 bis 8, bei der der analoge Fühler ein Druckfühler einer Umhüllung eines elektrischen Geräts ist. 25
10. Tragbarer Kasten, umfassend eine Testschaltung zum Testen einer Stromschleife nach einem der Ansprüche 1 bis 9, umfassend Anschlussstifte (13, 15, 17) die dazu ausgelegt sind, an Teststeckdosen angeschlossen zu werden, die dauerhaft an der Stromschleife montiert sind. 30

35

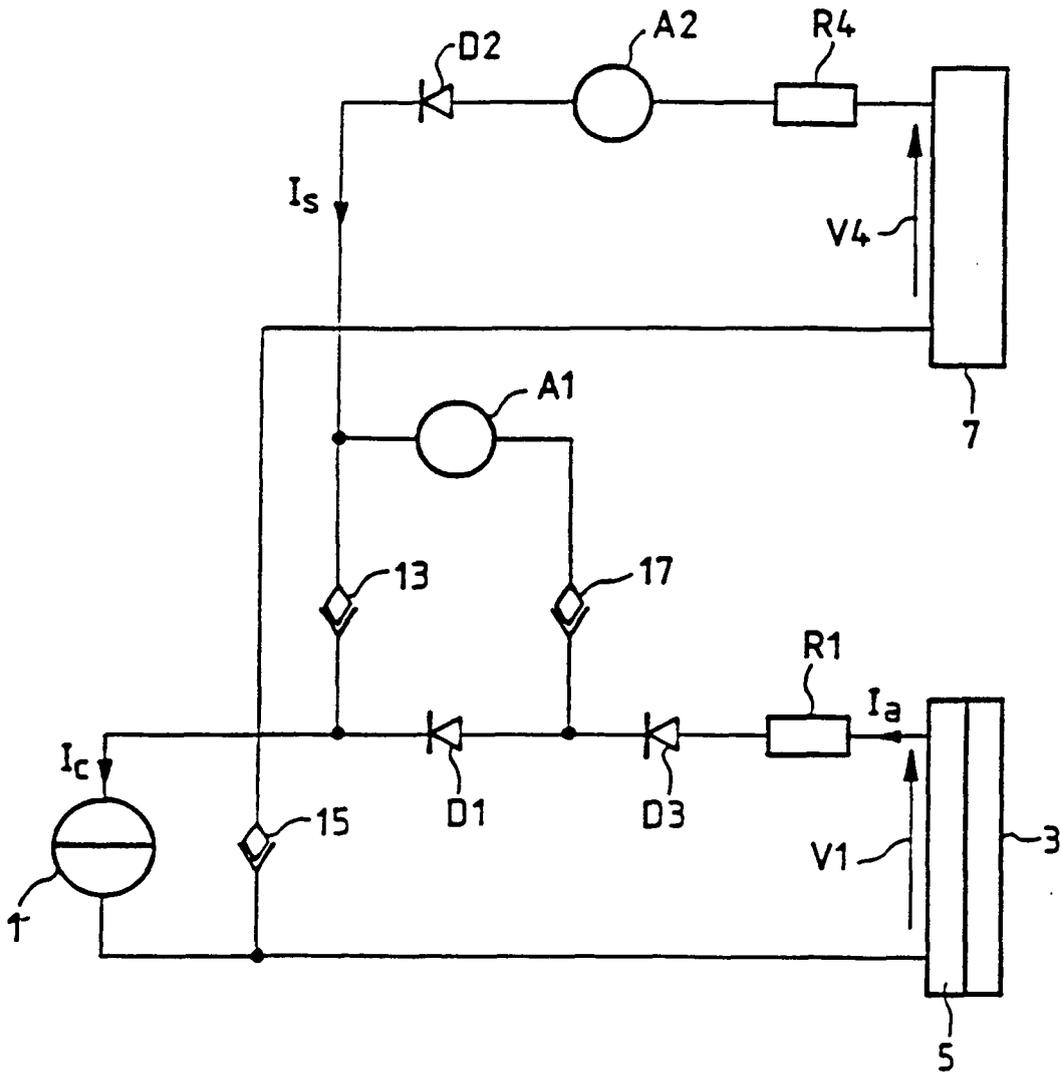
40

45

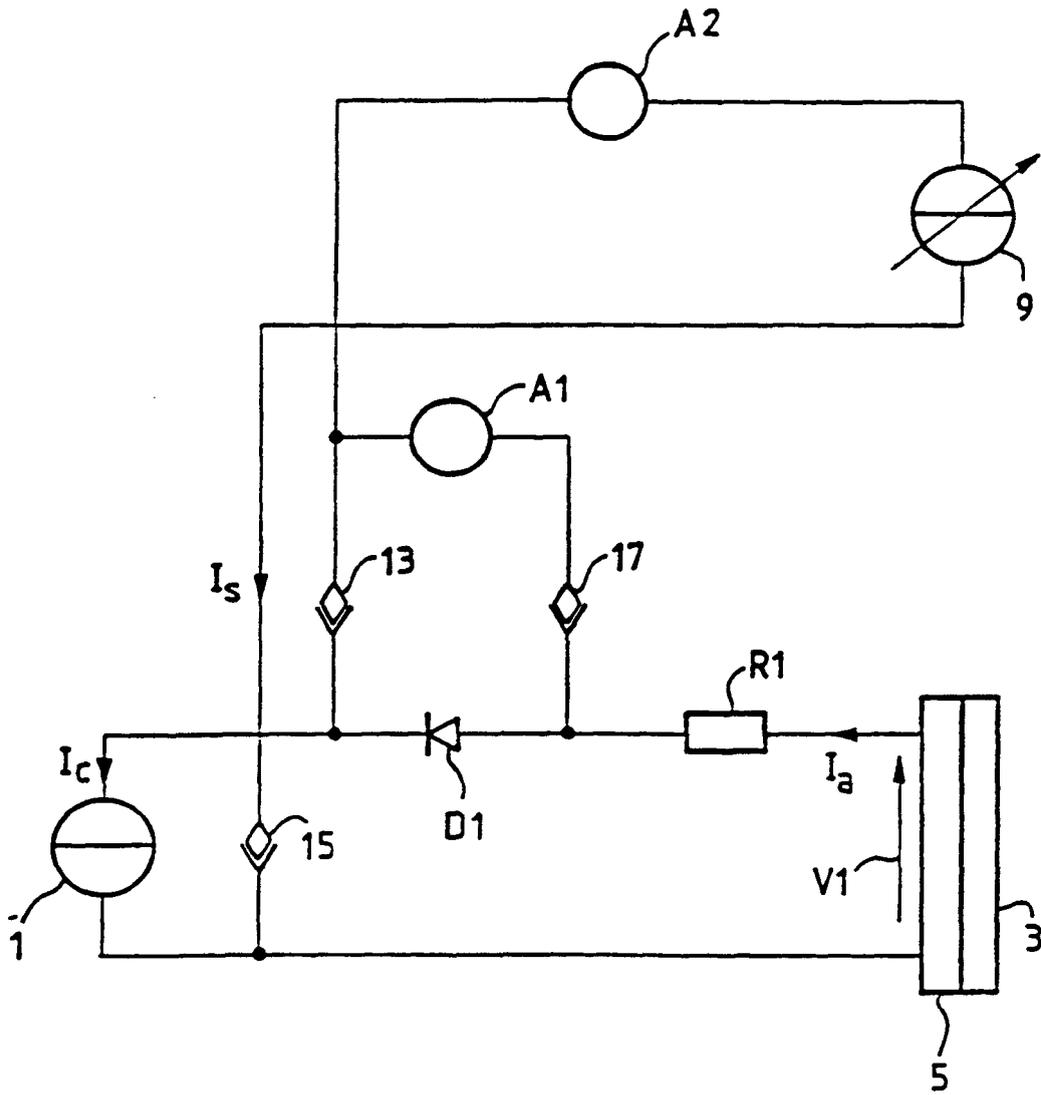
50

55

FIG\_1



FIG\_2





**RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION**

*Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.*

**Documents brevets cités dans la description**

- EP 0422663 A [0003]