

19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

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

2 860 592

21) N° d'enregistrement national : 03 11735

51) Int Cl⁷ : G 01 R 19/00

12)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22) Date de dépôt : 06.10.03.

30) Priorité :

43) Date de mise à la disposition du public de la demande : 08.04.05 Bulletin 05/14.

56) Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du présent fascicule*

60) Références à d'autres documents nationaux apparentés :

71) Demandeur(s) : COMBIER MICHEL REMY JEAN — FR.

72) Inventeur(s) : COMBIER MICHEL REMY JEAN.

73) Titulaire(s) :

74) Mandataire(s) : COMBIER MICHEL.

54) DISPOSITIF DE MESURE DE COURANT SANS CONTACT, A GRANDE DYNAMIQUE, ROBUSTE ET A BAS COUT.

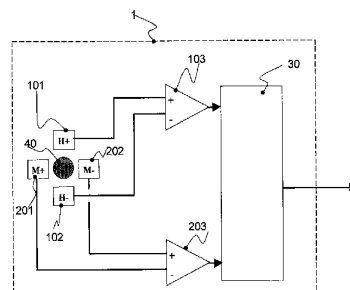
57) La présente invention concerne un dispositif de mesure de courant (1) sans contact, destiné aux applications où les mesures peuvent avoir une grande dynamique dans un environnement très perturbé. Le dispositif est caractérisé en ce qu'il comprend :

- un ensemble de capteurs magnétiques à effet hall (101), (102) disposés dans une configuration de mesure différentielle (103) de part et d'autre du conducteur (40) véhiculant le courant à mesurer;

- un ensemble de capteurs magnétiques à effet magnéto-résistif (201), (202) disposés dans une configuration de mesure différentielle (203), à proximité des capteurs à effet hall de part et d'autre du conducteur (40);

- un moyen de calcul (30) recevant les informations issues des capteurs magnéto-résistifs et hall, capable d'effectuer des corrections sur ces mesures;

L'invention est caractérisée en ce que les mesures issues des capteurs à effet hall sont utilisées pour corriger les mesures issues des capteurs magnéto-résistifs et inversement, en fonction de l'amplitude du courant à mesurer.



FR 2 860 592 - A1



**Dispositif de mesure de courant sans contact, à grande dynamique, robuste
et à bas coût**

La présente invention concerne la réalisation d'un dispositif de mesure de courant par effet magnétique, mettant en œuvre un assemblage de capteurs peu onéreux de telle sorte que les défauts des uns soient corrigés par les autres.

Il est connu, dans l'art antérieur, des dispositifs de mesure de courant basés sur deux principes généraux :

1. Mesure de courant par shunt où une résistance de faible valeur est insérée dans le circuit à mesurer. La mesure de tension à ses bornes permet de calculer facilement le courant dans le circuit. Les inconvénients sont :
 - La complexité de l'installation : il faut ouvrir le circuit à mesurer et insérer un élément dans une zone de puissance. Il est parfois nécessaire d'insérer des shunts de différentes valeurs en fonction du courant attendu.
 - Le mauvais rendement dû à la nécessaire chute de tension, surtout aux forts courants
2. Mesure de courant magnétique avec mesure par effet Hall, magnéto-résistif, avec ou sans ferrite, en boucle ouverte (mesure directe) ou boucle fermée (mesure de zéro et application d'un champ de compensation). Les inconvénients sont :
 - Faible dynamique de mesure
 - Coût élevé lorsque la précision est demandée
 - Sensibilité aux surcharges

Pour beaucoup d'applications ces dispositifs sont suffisants, mais il existe des domaines dont les exigences sont mal satisfaites ; ce sont notamment ceux pour lesquels le rendement et la dynamique de mesure sont primordiaux, notamment pour les installations mobiles où les conditions de fonctionnement sont particulièrement sévères.

La présente invention a pour but de pallier certains inconvénients de l'art antérieur en proposant un dispositif de mesure simple, sans contact, aisé à fabriquer et à intégrer dans des équipements complexes, constitué d'un assemblage de capteurs de qualité ordinaire.

Ce but est atteint par un dispositif de mesure basé sur l'effet magnétique, mais en mettant en œuvre simultanément deux types de capteurs disposés au voisinage du même conducteur électrique véhiculant le courant à mesurer :

- 5 - un ensemble de capteurs à effet Hall, particulièrement adaptés à la mesure de champs forts, donc réservés aux mesures de courants importants,
- un ensemble de capteurs à effet magnéto-résistif, particulièrement adaptés à la mesure de champs faibles.

10 Selon une autre particularité, chaque type de capteur est disposé par paire, de part et d'autre du conducteur, dans une disposition dite en « différentiel » où les axes de sensibilité sont parallèles et opposés. Cette disposition permet de compenser les champs magnétiques perturbateurs externes tels que le champ magnétique terrestre,

15 Selon une autre particularité, le dispositif de mesure comprend un organe de calcul et de contrôle qui permet, par l'analyse des mesures effectuées par le premier type de capteur, de corriger les défauts du second type de capteurs et inversement. Un exemple non limitatif est celui où la dérive du zéro des capteurs à effet Hall est corrigée par les mesures issues des capteurs magnéto-résistifs lorsque l'amplitude du courant à mesurer le permet. Inversement, les erreurs
20 d'hystérésis des capteurs magnéto-résistifs, erreurs qui apparaissent lorsque ceux-ci ont été soumis à de très forts champs, peuvent être corrigées grâce à la connaissance de l'amplitude de ce champ perturbateur mesurée par les capteurs à effet Hall.

25 D'autres particularités et avantages de la présente invention apparaîtront plus clairement à la lecture de la description ci-après, faite en référence aux dessins annexés, dans lesquels :

- la figure 1 montre un schéma de disposition des capteurs hall et magnéto-résistifs constituant le dispositif de mesure de courant, selon un mode de réalisation de la présente invention ;
- 30 - la figure 2 montre un schéma synoptique représentatif du dispositif et des traitements effectués, selon un mode de réalisation de la présente invention ;

La figure 1 montre un schéma des éléments constituant le dispositif de mesure de courant (1), selon un mode de réalisation de la présente invention. La

figure 1a montre la disposition des capteurs en vue de dessus, conducteur de mesure (40) vertical, en coupe, la figure 1b montre la disposition des capteurs, conducteur de mesure horizontal. Le dispositif de mesure de courant (1) comprend une chaîne de mesure à effet Hall (10) constituée d'une paire de capteurs de champ magnétique à effet Hall (101), (102) reliés à un amplificateur différentiel (103), lequel transmet ses mesures à l'organe de calcul (30). Ces deux capteurs (101) et (102) sont disposés de part et d'autre du conducteur (40) véhiculant le courant à mesurer. Le dispositif de mesure de courant (1) comprend en outre une chaîne de mesure à effet magnéto-résistif (20) constituée d'une paire de capteurs de champ magnétique à effet magnéto-résistif (201), (202) reliés à un amplificateur différentiel (203), lequel transmet également ses mesures à l'organe de calcul (30). Ces deux capteurs (201) et (202) sont disposés de part et d'autre du conducteur (40) véhiculant le courant à mesurer et au voisinage des capteurs à effet Hall (101) et (102) de telle manière qu'ils soient soumis au même champ magnétique. L'organe de calcul (30) analyse en permanence et simultanément les mesures issues des deux chaînes (10) et (20) selon un processus décrit ci-après et symbolisé sur la figure 2.

La figure 2 montre de façon symbolique les traitements qui sont effectués par l'organe de calcul (30). La paire de capteurs Hall (101) et (102) est conditionnée par l'amplificateur différentiel (103) dont la sortie est utilisée par :

- un amplificateur correcteur d'erreur (311), lequel transmet les mesures corrigées vers un commutateur (34)
- le correcteur d'erreur (321) de la chaîne de traitement magnéto-résistif,
- un détecteur de seuil (33) qui commande le commutateur (34). Ce détecteur de seuil est dimensionné de sorte qu'il positionne le commutateur (34) sur la sortie du correcteur d'erreur (321) de la chaîne de mesure à effet magnéto-résistif lorsque le courant mesuré par la chaîne de mesure à effet hall est inférieur à un seuil I_s et sur la sortie du correcteur d'erreur (311) de la chaîne de mesure à effet hall lorsque le courant mesuré par la chaîne de mesure à effet hall (10) est supérieur à ce seuil I_s .

La paire de capteurs magnéto-résistifs (201) et (202) est conditionnée par l'amplificateur différentiel (203) dont la sortie est utilisée par :

- un amplificateur correcteur d'erreur (321), lequel transmet les mesures corrigées vers le commutateur (34)

- 5 - le correcteur d'erreur (311) de la chaîne de traitement à effet Hall

On remarquera que la commande du commutateur (34) est basée sur les mesures par effet hall non corrigées par le correcteur (311). En effet la précision nécessaire à la commande du commutateur (34) est suffisamment faible pour ne pas exiger de correction dans la plupart des cas d'utilisation. Une variante de la solution
10 présentée consiste à utiliser la sortie du correcteur (311) pour commander le détecteur de seuil (33), mais dans ce cas des précautions doivent être prises pour éviter tout risque d'instabilité.

Une autre variante du dispositif consiste à remplacer le commutateur (34) par tout type de filtre capable d'effectuer une moyenne pondérée des sorties de la chaîne
15 de mesure à effet hall (10) et de la chaîne de mesure à effet magnéto-résistif (20) en fonction des mesures de courant par effet hall.

Les sorties des correcteurs d'erreur (311) de la chaîne de mesure à effet hall et (321) de la chaîne de mesure à effet magnéto-résistif sont reliées au commutateur (34) commandé par la sortie du détecteur de seuil (33).

- 20 La sortie du commutateur (34) donne directement la valeur du courant mesuré.

En référence à la figure 2, le fonctionnement du dispositif est le suivant. L'organe de calcul disposant d'une mémoire, les coefficients de correction des correcteurs (311) et (321) sont disponibles dès la mise sous tension, mais ceux-ci vont être mis à jour automatiquement et en permanence selon le processus décrit ci-après.

- 25 Si le courant à mesurer est faible, la sortie de l'amplificateur (103) est en-deçà du seuil du détecteur de seuil (33). Le commutateur (34) connecte donc la sortie du correcteur (321) à la sortie du dispositif. C'est la chaîne de mesure à effet magnéto-résistif qui est utilisée. La chaîne de mesure à effet hall fonctionne en parallèle, mais ses mesures sont comparées en permanence avec les mesures
30 magnéto-résistives. Les différences sont utilisées par l'unité de calcul pour déterminer de nouveaux coefficients pour le correcteur (311) de la chaîne de mesure à effet hall.

Si le courant à mesurer devient important, la sortie de l'amplificateur (103) dépasse le seuil du détecteur de seuil (33). Le commutateur (34) connecte donc la sortie du correcteur (311) à la sortie du dispositif. C'est la chaîne de mesure à effet hall qui est utilisée. Ces mesures sont en outre utilisées par l'unité de calcul
5 pour déterminer de nouveaux coefficients pour le correcteur (321) de la chaîne de mesure à effet magnéto-résistif, notamment prédire le décalage de zéro des capteurs magnéto-résistifs lorsque ceux-ci ou leur voisinage magnétique immédiat ont été soumis à de très forts champs magnétiques, cas de mesure de forts courants. Ce cas est non limitatif car tous les paramètres d'erreur des capteurs
10 magnéto-résistifs peuvent être identifiés, tels que les effets d'hystérésis, par un filtre approprié.

Le basculement brusque du commutateur (34) peut faire apparaître des discontinuités de fonction de transfert du dispositif, aussi une variante du dispositif utilise à la place du commutateur (34) un filtre effectuant une moyenne pondérée
15 des mesures magnéto-résistives et hall. Les coefficients de pondération sont déterminés en fonction des mesures hall non corrigées issues de la chaîne de mesure hall (10).

Cette disposition ou tout autre agencement équivalent permet de constituer un dispositif de mesure de courant très bon marché. Il n'exige que des composants
20 peu nombreux, largement utilisés, et de précision moyenne. Tous les composants peuvent être disposés à plat sur une carte électronique selon les techniques habituelles de fabrication de circuits imprimés. Aucun montage ou usinage de précision particuliers ne sont nécessaires.

Le système de mesure de courant proposé est destiné plus particulièrement aux
25 installations mobiles où le coût, la consommation, la fiabilité et la robustesse sont des critères primordiaux.

Le dispositif selon l'invention est particulièrement destiné à la gestion électrique des camions, bateaux, automobiles, que l'électricité soit utilisée en tant que source auxiliaire ou comme moyen principal de propulsion.

30 Le dispositif selon l'invention permet notamment d'estimer l'état de charge de batteries par intégration de courant et d'obtenir une grande fidélité de mesure sans pour autant exiger de paramétrages fastidieux et incertains.

Il doit être évident pour les personnes versées dans l'art que la présente invention permet des modes de réalisation sous de nombreuses autres formes spécifiques

sans l'éloigner du domaine d'application de l'invention comme revendiqué. Par conséquent, les présents modes de réalisation doivent être considérés à titre d'illustration, mais peuvent être modifiés dans le domaine défini par la portée des revendications jointes, et l'invention ne doit pas être limitée aux détails donnés ci-

5 dessus.

REVENDICATIONS

1. Dispositif de mesure de courant sans contact comprenant différents capteurs magnétiques associés à un moyen de calcul. Le dispositif de mesure de courant (1) est caractérisé en ce qu'il comprend :

- 5 - un ensemble de capteurs de champ magnétique à effet hall (101), (102) disposés dans une configuration de mesure différentielle, de part et d'autre du conducteur véhiculant le courant à mesurer (40) ;
- 10 - un ensemble de capteurs de champ magnétique à effet magnéto-résistif (201), (202) disposés dans une configuration de mesure différentielle, à proximité des capteurs à effet hall (101), (102) et de part et d'autre du conducteur véhiculant le courant à mesurer (40);
- un moyen de calcul (30) recevant les informations issues des capteurs magnéto-résistifs et hall, capable d'effectuer des corrections sur ces mesures ;

2. Dispositif de mesure de courant (1), selon la revendication 1, 15 caractérisé en ce que le moyen de calcul (30) du dispositif de mesure de courant (1) comprend un correcteur (311) qui utilise les mesures effectuées par les capteurs magnéto-résistifs (201), (202) pour corriger les erreurs de mesure des capteurs à effet hall (101), (102) lorsque le courant mesuré est inférieur à la limite de fonctionnement normal des capteurs magnéto- 20 résistifs (201), (202) ;

3. Dispositif de mesure de courant (1), selon la revendication 1, caractérisé en ce que le moyen de calcul (30) du dispositif de mesure de courant (1) comprend un correcteur (321) qui utilise les mesures effectuées par les capteurs à effet hall (101), (102) pour corriger les erreurs de mesure 25 des capteurs à effet magnéto-résistif (201), (202) lorsque le courant mesuré est supérieur à la limite de fonctionnement normal des capteurs magnéto-résistifs (201), (202) ;

4. Dispositif de mesure de courant (1), selon la revendication 1, caractérisé en ce que le moyen de calcul (30) du dispositif de mesure de 30 courant (1) comprend un détecteur de niveau (33) qui détermine si l'amplitude du champ magnétique mesuré par les capteurs à effet hall est

REVENDICATIONS

inférieure ou supérieure à la limite de fonctionnement normal des capteurs à effet magnéto-résistif ;

5. Dispositif de mesure de courant (1), selon les revendications 1 à 4, caractérisé en ce que le moyen de calcul (30) du dispositif de mesure de courant (1) comprend un commutateur (34) qui sélectionne le moyen de mesure magnéto-résistif lorsque l'amplitude du champ magnétique mesuré par les capteurs à effet hall est inférieure à la limite de fonctionnement normal des capteurs à effet magnéto-résistif ;

6. Dispositif de mesure de courant (1), selon les revendications 1 à 4, caractérisé en ce que le moyen de calcul (30) du dispositif de mesure de courant (1) comprend un commutateur (34) qui sélectionne le moyen de mesure à effet hall lorsque l'amplitude du champ magnétique mesuré par les capteurs à effet hall dépasse la limite de fonctionnement normal des capteurs à effet magnéto-résistif ;

7. Dispositif de mesure de courant (1), selon les revendications 1 à 6, caractérisé en ce que le commutateur (34) du moyen de calcul (30) du dispositif de mesure de courant (1) peut être remplacé par un filtre effectuant une moyenne pondérée des mesures issues à la fois de la chaîne de mesure à effet hall et de la chaîne de mesure à effet magnéto-résistif, les coefficients de pondération dépendant du niveau de champ magnétique mesuré par la chaîne de mesure à effet hall.

Figure 1a

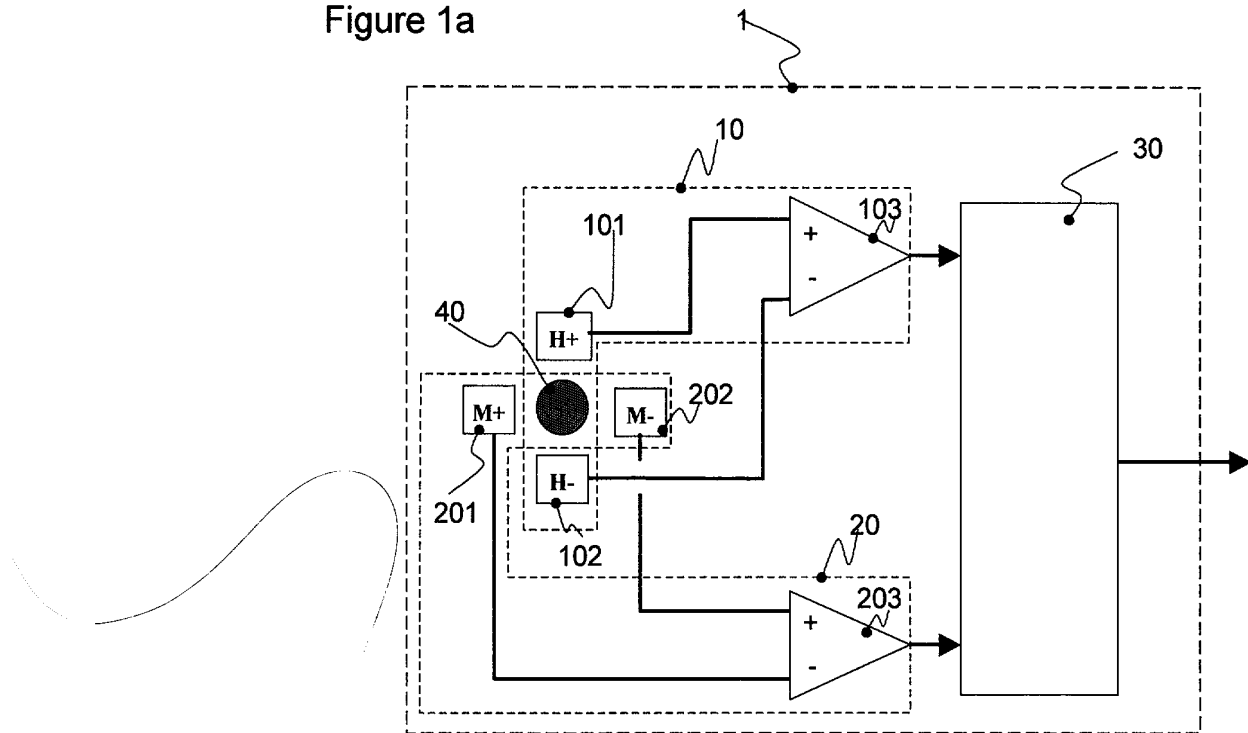


Figure 1b

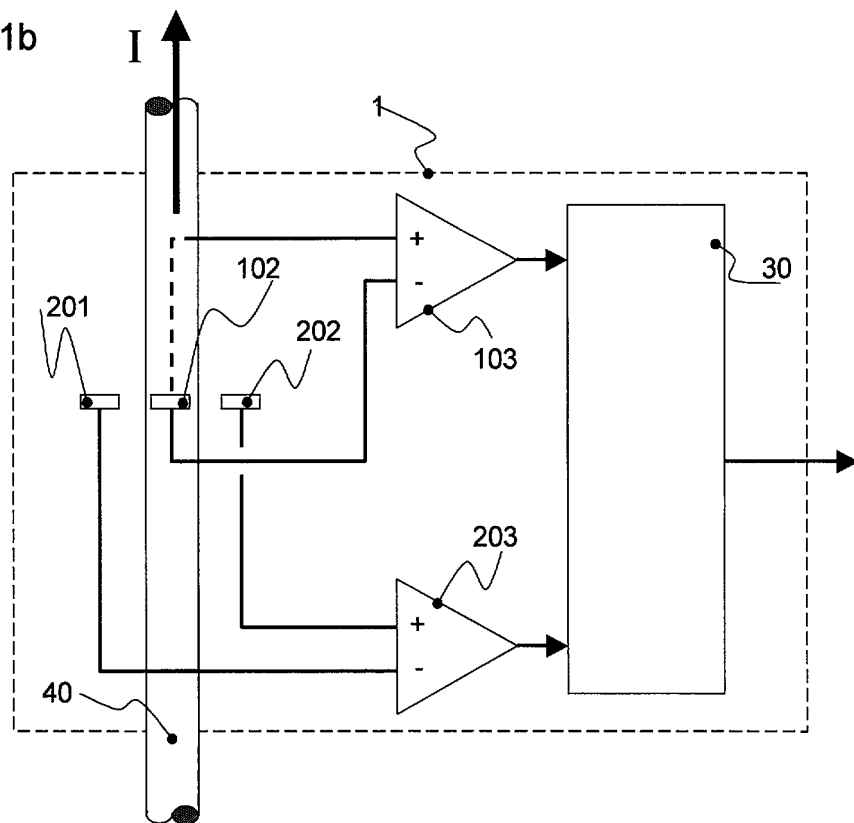
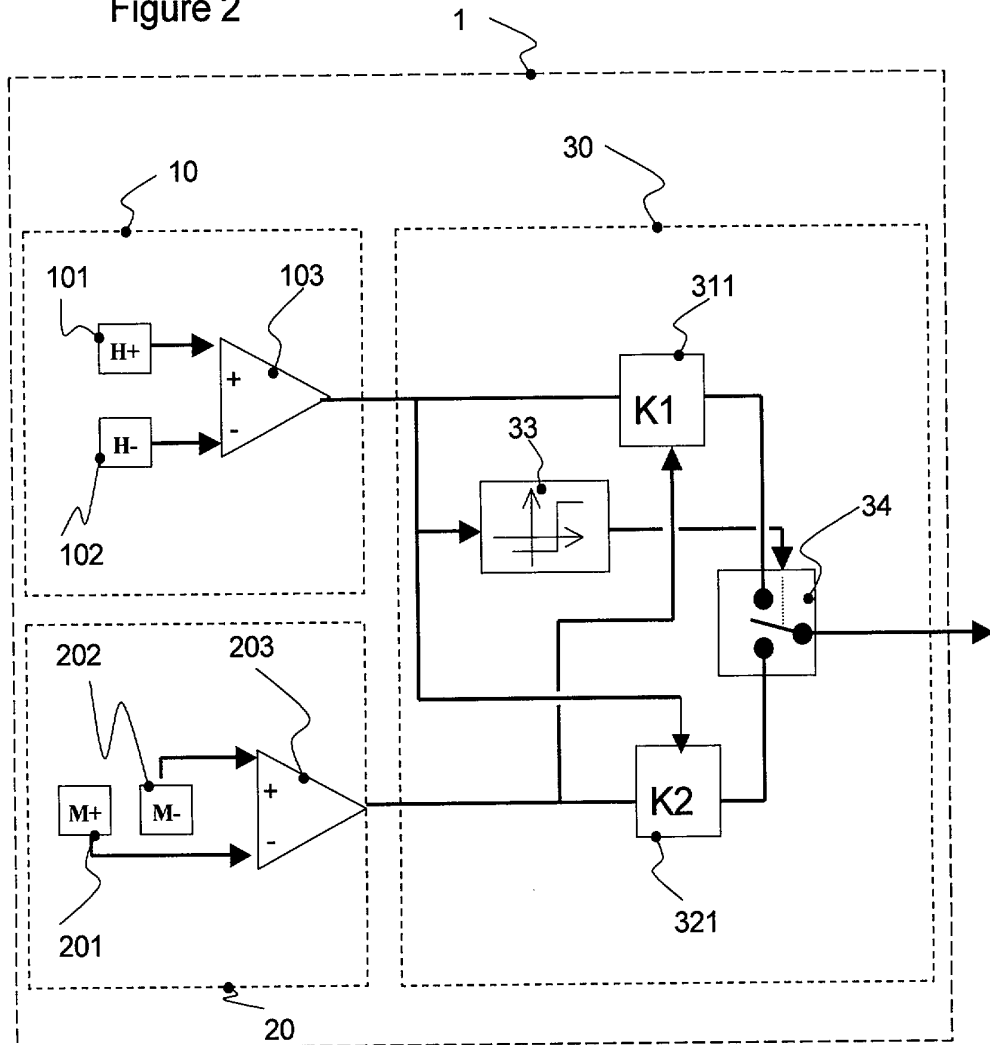


Figure 2





**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**
établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 639440
FR 0311735

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	FR 2 749 664 A (CHAUVIN ARNOUX) 12 décembre 1997 (1997-12-12) * revendication 1; figure 1 * ---	1	G01R19/00
A	US 6 366 076 B1 (HOFER-NOSER PATRICK ET AL) 2 avril 2002 (2002-04-02) * colonne 6, ligne 13-20; revendications 1-3,8,31; figure 6 * ---	1-3	
A	EP 0 543 365 A (TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO) 26 mai 1993 (1993-05-26) * revendication 1 * -----	1-3	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Int.CL.7)
			G01R
		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
		22 mars 2004	Six, G
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			

1

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0311735 FA 639440**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 22-03-2004

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 2749664 A	12-12-1997	FR 2749664 A1	12-12-1997
US 6366076 B1	02-04-2002	WO 9848287 A1	29-10-1998
		DE 69802203 D1	29-11-2001
		DE 69802203 T2	27-06-2002
		EP 1012609 A1	28-06-2000
		JP 2001521629 T	06-11-2001
EP 0543365 A	26-05-1993	JP 3002310 B2	24-01-2000
		JP 5142272 A	08-06-1993
		DE 69221436 D1	11-09-1997
		DE 69231257 D1	17-08-2000
		DE 69231257 T2	21-12-2000
		EP 0543365 A1	26-05-1993
		EP 0738895 A2	23-10-1996
		KR 9613751 B1	10-10-1996
		US 5475303 A	12-12-1995
		US 5414349 A	09-05-1995