

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

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

2 723 643

②1 N° d'enregistrement national : 95 09604

⑤1 Int Cl⁶ : G 01 R 19/00, 15/04, 11/02, 11/42

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 08.08.95.

③0 Priorité : 10.08.94 US 288177.

④3 Date de la mise à disposition du public de la demande : 16.02.96 Bulletin 96/07.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Ce dernier n'a pas été établi à la date de publication de la demande.*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux apparentés : DIVISION DEMANDEE LE 24/01/95 BÉNÉFICIAIRE DE LA DATE DE DÉPÔT DU 11/08/94 DE LA DEMANDE INITIALE N° 94 10059 (ARTICLE L.612-4) DU CODE DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

⑦1 Demandeur(s) : GENERAL ELECTRIC COMPANY — US.

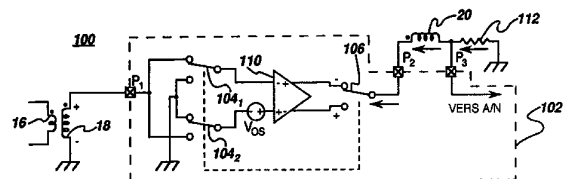
⑦2 Inventeur(s) : STAVER DANIEL ARTHUR et HAKKARAINEN JUHA MIKKO.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire : CASALONGA ET JOSSE.

⑤4 CAPTEUR DE COURANT ET PROCÉDE UTILISANT UNE CONTRE-REACTION GÉNÉRÉE DIFFÉRENTIELLEMENT.

⑤7 Ce capteur de courant comporte un canal d'interface de signal contenant un transformateur avec un enroulement primaire (16), un enroulement secondaire (18) et un enroulement de contre-réaction (20). Un noyau magnétique couple ces enroulements. Un circuit (102) de production de contre-réaction réagit à un signal alternatif dans l'enroulement secondaire pour produire un signal de contre-réaction à polarité continue, qui est fourni à l'enroulement de contre-réaction et qui sert à maintenir le flux dans le noyau magnétique à une valeur proche de zéro. Ce circuit (102) contient un amplificateur opérationnel (110), avec des première et seconde bornes d'entrée différentielles et des première et seconde bornes de sortie différentielles, et un ensemble de commutation qui produit un signal alternatif de compensation à partir d'une tension de décalage continue, lequel signal est couplé à l'amplificateur opérationnel à l'aide du noyau magnétique.



FR 2 723 643 - A1



Capteur de courant et procédé utilisant une contre-réaction générée différentiellement

La présente invention concerne les capteurs de courant et a plus particulièrement trait à une technique différentielle permettant d'éviter les tensions de décalage dans un amplificateur utilisé pour fournir une compensation par contre-réaction dans le transformateur
5 d'un capteur de courant.

De nombreux dispositifs électriques et électroniques, tels que les compteurs d'énergie à induction et de type électronique qui servent à mesurer une énergie électrique et sa consommation, nécessitent des moyens pour détecter des composantes de courant de charge et de
10 ligne qui circulent dans un conducteur et produire un signal de mesure du courant qui soit précisément proportionnel sur une large gamme d'amplitudes du courant de charge.

Le courant de charge vaut typiquement plusieurs fois la valeur du signal de mesure du courant approprié à une utilisation dans un appareil de mesure électronique. Dans certaines installations, le
15 courant de charge peut être 10 000 fois plus fort que le signal de mesure du courant souhaité. Il est pratique d'utiliser un transformateur tel qu'un transformateur de courant, dans lequel un nombre relativement petit de spires (à savoir une ou deux) placées autour d'un noyau toroïdal servent d'enroulement primaire du transformateur dans lequel
20 circule le courant de charge. Un courant, proportionnel au courant de charge mais réduit par le rapport de transformation du transformateur, est induit dans l'enroulement secondaire fait de nombreuses spires.

Les transformateurs sont sujets à une saturation du noyau en
25 présence de forts courants de charge. On évite généralement la satura-

tion du noyau en utilisant de gros noyaux et en fabriquant ces noyaux dans des matériaux de grande qualité. Malheureusement, des dimensions importantes et des matériaux de qualité conduisent à des coûts élevés.

5 Les techniques antérieures pour éviter la saturation des noyaux incluent le fait de placer un enroulement de contre-réaction autour du noyau, dans lequel circule un signal de courant de contre-réaction juste suffisant pour maintenir le flux du noyau proche de zéro. Le fait de limiter le flux du noyau à une valeur proche de zéro
10 permet d'utiliser des noyaux plus petits et des matériaux de noyau moins chers. Quand le courant de charge varie, le signal de courant de contre-réaction varie lui aussi juste assez pour maintenir le flux du noyau à une valeur proche de zéro de sorte que chaque niveau différent du courant de charge peut être prise en compte sans induire une
15 saturation du noyau dans le transformateur.

La contre-réaction active employée dans la technique précédente est obtenue grâce à un amplificateur opérationnel qui reçoit la sortie de l'enroulement secondaire du transformateur. Le fort gain typique d'un amplificateur opérationnel permet de produire un courant
20 de sortie facilement capable de maintenir le flux à une valeur proche de zéro dans le noyau. Le fort gain de l'amplificateur opérationnel induit cependant un autre problème. Comme le comprendront les hommes du métier, le couplage entre l'enroulement de contre-réaction et l'enroulement secondaire du transformateur n'est efficace que pour
25 un courant alternatif (AC). Il n'y a pas de couplage de contre-réaction du courant continu (DC) avec l'entrée de l'amplificateur opérationnel. Donc, des tensions de décalage en courant continu de par exemple une fraction de millivolt peuvent apparaître et se développer à l'entrée de l'amplificateur opérationnel. Les amplificateurs opérationnels typiques
30 ont des gains en courant continu de l'ordre de plusieurs millions. De ce fait, toute tension de décalage, même d'une fraction de millivolt, à l'entrée de l'amplificateur opérationnel peut conduire l'amplificateur opérationnel à la saturation.

35 Le brevet des Etats-Unis d'Amérique n° 4 761 605, cédé au cessionnaire de la présente invention et incorporé ici à titre de référé-

rence, décrit un circuit de contre-réaction qui emploie un amplificateur opérationnel non symétrique et des commutateurs à découpage pour convertir la réponse à toute tension continue de décalage en une composante alternative qui est alors couplée entre les enroulements de contre-réaction et secondaire du transformateur afin d'obtenir une compensation en courant continu. Bien que le précédent brevet n° 4 761 605 soit efficace pour offrir la compensation voulue en courant continu, le circuit de contre-réaction utilisé dans ce brevet provoque une inversion discontinue de la polarité dans le signal de mesure souhaité et cela nécessite une synchronisation supplémentaire ou "comptabilité" de la polarité du signal afin de filtrer ou supprimer cette inversion discontinue de la polarité dans le signal de mesure. En outre, comme le circuit de contre-réaction peut comprendre une puce de circuit intégré et que le capteur de courant peut avoir à traiter de multiples canaux d'interface de tension et/ou de courant, il est souhaitable de réduire le nombre de broches de connexion requises par canal d'interface du signal dans le capteur de courant.

D'une manière générale, la présente invention satisfait aux besoins évoqués précédemment en offrant un capteur de courant qui comporte au moins un canal d'interface de signal comprenant un transformateur avec un enroulement primaire, un enroulement secondaire et un enroulement de contre-réaction. Un noyau magnétique couple magnétiquement l'enroulement primaire, l'enroulement secondaire et l'enroulement de contre-réaction. Le capteur de courant comprend en outre un circuit de production de contre-réaction qui réagit à un signal alternatif présent dans l'enroulement secondaire pour produire un signal de contre-réaction sensiblement continu qui est envoyé à l'enroulement de contre-réaction. Le signal de contre-réaction sert à maintenir le flux dans le noyau magnétique à une valeur sensiblement proche de zéro. Le circuit de production de contre-réaction comprend quant à lui un amplificateur opérationnel, tel qu'un amplificateur ayant des première et seconde bornes d'entrée différentielles et des première et seconde bornes de sortie différentielles, ainsi qu'un ensemble de commutation capable de produire un signal alternatif de compensation à partir d'une tension de décalage continue. Le

signal alternatif de compensation est couplé à l'amplificateur opérationnel par l'intermédiaire du noyau magnétique.

5 L'amplificateur opérationnel comporte de préférence des première et seconde bornes d'entrée différentielles et des première et seconde bornes de sortie différentielles.

10 L'ensemble de commutation comprend des premier et second commutateurs d'entrée pour respectivement coupler, pendant une première période de commutation, la première borne d'entrée à l'enroulement secondaire et la seconde borne d'entrée à une masse électrique prédéterminée et pour respectivement coupler, pendant une seconde période de commutation, la seconde borne d'entrée à l'enroulement secondaire et la première borne d'entrée à la masse électrique prédéterminée, et un commutateur de sortie pour coupler la première borne de sortie à l'enroulement de contre-réaction pendant la première période de commutation, le commutateur de sortie couplant la seconde borne de sortie à l'enroulement de contre-réaction pendant la seconde période de commutation.

15 Le circuit de production de contre-réaction peut comprendre un unique circuit électronique intégré, monolithique.

20 Cette puce de circuit intégré comporte un groupe de broches contenant trois broches de connexion pour le canal d'interface de signal au nombre d'au moins un. La première de ces trois broches de connexion est couplée pour faire passer le signal alternatif dans l'enroulement secondaire, la seconde de ces trois broches de connexion est couplée pour faire passer le signal de contre-réaction dans l'enroulement de contre-réaction et la troisième de ces trois broches de connexion est couplée pour faire passer un signal de mesure prédéterminé.

25 Cette puce de circuit intégré peut comporter des circuits supplémentaires respectifs de production de contre-réaction pour des canaux supplémentaires respectifs d'interface de signal dans le capteur de courant et la puce de circuit intégré comporte alors des groupes supplémentaires respectifs de broches contenant trois broches de connexion pour chaque canal supplémentaire respectif d'interface de signal qu'elle contient.

30

35

L'amplificateur opérationnel peut comprendre au moins un condensateur de contre-réaction pour compenser de manière prédéterminée la réponse de fréquence de cet amplificateur opérationnel.

5 Un procédé de compensation du signal dans un capteur de courant peut comprendre l'étape consistant à coupler magnétiquement un enroulement primaire, un enroulement secondaire et un enroulement de contre-réaction à l'aide d'un noyau magnétique, l'étape consistant à produire un signal de contre-réaction sensiblement continu qui est envoyé à l'enroulement de contre-réaction et qui sert à maintenir le
10 flux magnétique à une valeur sensiblement proche de zéro et l'étape consistant à produire un signal alternatif de compensation à partir d'une tension continue de décalage. Le signal de compensation est couplé de manière prédéterminée par l'intermédiaire du noyau magnétique.

15 L'étape de production du signal de contre-réaction sensiblement continu comprend le fait de faire fonctionner un amplificateur opérationnel ayant des première et seconde bornes d'entrée différentielles et des première et seconde bornes de sortie différentielles.

L'étape de fonctionnement de l'amplificateur opérationnel
20 comprend le couplage, pendant une première période de commutation, de la première borne d'entrée à l'enroulement secondaire et de la seconde borne d'entrée à une masse électrique prédéterminée et le couplage, pendant une seconde période de commutation, de la seconde borne d'entrée à l'enroulement secondaire et de la première borne
25 d'entrée à la masse électrique prédéterminée.

L'étape de fonctionnement de l'amplificateur opérationnel comprend en outre le couplage, pendant la première période de commutation, de la première borne de sortie à l'enroulement de contre-réaction et le couplage, pendant la seconde période de commutation,
30 de la seconde borne de sortie à l'enroulement de contre-réaction .

La présente invention, ainsi que ses objets et avantages, sera mieux comprise, tant du point de vue de son organisation que de son fonctionnement, à la lecture de la description détaillée suivante, prise en liaison avec les dessins d'accompagnement, pour lesquels des repères
35 numériques identiques désignent des composants identiques et dans

lesquels :

les figures 1A et 1B sont respectivement des schémas d'un capteur de courant de la technique antérieure dans des première et seconde configurations de commutation,

5 les figures 2A et 2B sont respectivement des schémas d'un capteur de courant selon un exemple de forme de réalisation de la présente invention dans des première et seconde configurations de commutation, et

10 les figures 3A et 3B sont respectivement des schémas d'un capteur de courant selon un autre exemple de forme de réalisation de la présente invention dans des première et seconde configurations de commutation.

La figure 1 montre un capteur de courant 10 de la technique antérieure qui contient un circuit 12 de production de contre-réaction pour surmonter le problème de la saturation du noyau magnétique dans un transformateur tel que le transformateur de courant 14. Ce transformateur comprend un enroulement primaire 16, un enroulement secondaire 18 et un enroulement de contre-réaction 20, qui sont tous respectivement bobinés sur un noyau commun 21. Les deux extrémités ou bornes de l'enroulement secondaire 18 sont connectées par des broches respectives de connexion P_1 et P_2 à une première unité de commutation 22 faite d'une paire de commutateurs d'échantillonnage 22_1 et 22_2 , monopolaires et inverseurs. En pratique, cette paire de commutateurs est réalisée à l'aide de dispositifs de commutation à semi-conducteurs mais, pour la simplicité des dessins, ils sont représentés sous la forme de commutateurs mécaniques.

La figure 1A montre que pendant une première période de commutation les commutateurs 22_1 et 22_2 couplent respectivement l'une des deux extrémités de l'enroulement secondaire 18 à l'une correspondante des deux bornes d'entrée d'un amplificateur opérationnel 26. Par exemple et comme représenté à la figure 1A, pendant la première période de commutation, l'extrémité de l'enroulement secondaire repérée par un point est couplée par une résistance d'entrée 28 à la borne d'entrée inverseuse de l'amplificateur opérationnel 26 et l'extrémité de l'enroulement secondaire qui n'est pas repérée par un

point est couplée à la borne d'entrée non-inverseuse de l'amplificateur opérationnel 26. Telle qu'utilisée ici a des fins d'illustrations et de manière non limitative, la convention de polarité des points dans le transformateur 14 est la suivante : à l'instant où le courant s'écoule dans une extrémité d'un enroulement repérée par un point, comme l'enroulement secondaire 18, le courant va sortir par l'extrémité repérée par un point de l'autre enroulement tel l'enroulement de contre-réaction 20. Si on le souhaite, un condensateur de contre-réaction 30 associé à une résistance d'entrée 28 peut être choisi pour donner une opération d'intégration dans l'amplificateur opérationnel 26 qui permet le filtrage de tout signal hors-bande.

La figure 1B montre que pendant une seconde période de commutation, les commutateurs 22_1 et 22_2 inversent respectivement les connexions représentées à la figure 1A entre les deux extrémités de l'enroulement secondaire 18 et les deux bornes d'entrée de l'amplificateur opérationnel 26. Par exemple et comme représenté à la figure 1B, pendant la seconde période de commutation, l'extrémité de l'enroulement secondaire repérée par un point est maintenant couplée à la borne d'entrée non-inverseuse de l'amplificateur opérationnel 26 tandis que l'extrémité de l'enroulement secondaire 18 qui n'est pas repérée par un point est couplée à la borne d'entrée inverseuse de l'amplificateur opérationnel 26.

Dans chaque cas, le signal de sortie de l'amplificateur opérationnel 26 est couplé à l'enroulement de contre-réaction 20 et le signal de sortie de l'enroulement de contre-réaction 20 est couplé à un amplificateur de sortie 32 par une seconde unité de commutation 24, grâce à des broches de connexion P_4 et P_3 . L'unité de commutation 24 est faite d'une paire de commutateurs d'échantillonnage 24_1 et 24_2 , monopolaires et inverseurs. Comme on l'a dit précédemment, les commutateurs de cette paire sont réalisés en pratique à l'aide de dispositifs de commutation à semiconducteurs mais sont représentés pour la simplicité des dessins sous la forme de dispositifs mécaniques.

La figure 1A montre que pendant la première période de commutation le commutateur 24_2 couple l'une des deux extrémités de l'enroulement de contre-réaction 20 à la borne d'entrée inverseuse de

l'amplificateur de sortie 32 et que le commutateur 24_1 couple l'autre des deux extrémités de l'enroulement de contre-réaction 20 pour recevoir le signal de sortie de l'amplificateur opérationnel 26. Par exemple et comme représenté à la figure 1A, pendant la première période de commutation, l'extrémité de l'enroulement de contre-réaction repérée par un point est couplée pour recevoir le signal de sortie de l'amplificateur opérationnel 26 et l'extrémité de l'enroulement de contre-réaction non repérée par un point est couplée à la borne d'entrée inverseuse de l'amplificateur de sortie 32.

La figure 1B montre que pendant la seconde période de commutation les commutateurs 24_1 et 24_2 inversent respectivement les connexions représentées à la figure 1A entre les deux extrémités de l'enroulement de contre-réaction 20, la borne de sortie de l'amplificateur opérationnel 26 et la borne d'entrée inverseuse de l'amplificateur de sortie 32. Par exemple et comme représenté à la figure 1B, pendant la seconde période de commutation, l'extrémité de l'enroulement de contre-réaction repérée par un point est maintenant couplée à la borne d'entrée inverseuse de l'amplificateur de sortie 32 tandis que l'extrémité de l'enroulement de contre-réaction 20 non repérée par un point est couplée pour recevoir le signal de sortie de l'amplificateur opérationnel 26. L'amplificateur de sortie 32 contient une résistance de contre-réaction 34 branchée entre des broches de connexion respectives P_5 et P_6 . Le signal de sortie de l'amplificateur de sortie 32 constitue le signal de mesure souhaité qui peut être facilement envoyé à un convertisseur analogique/numérique A/N (non représenté) pour y être numérisé si on le souhaite.

Il est donc clair pour toute personne versée dans l'art que toute composante continue de tension de décalage (représentée schématiquement par la source de tension V_{OS} couplée à la borne d'entrée non inverseuse de l'amplificateur opérationnel 26) est convertie dans l'amplificateur opérationnel 26 en un signal alternatif correspondant par les configurations respectives de commutation des figures 1A et 1B. Le signal alternatif dérivé de la tension de décalage continue est couplé par un transformateur 14 pour revenir à l'amplificateur opérationnel 26 d'une manière qui produit un signal de compensation

servant à maintenir l'effet du décalage continu à une valeur sensiblement nulle et empêcher ainsi l'amplificateur opérationnel 26 d'être conduit à la saturation. Comme indiqué par la direction respective des flèches des figures 1A et 1B, il apparaît en outre que pendant la première période de commutation, le courant qui circule en provenance de l'amplificateur de sortie 32 sera de sens opposé au courant circulant pendant la seconde période. Ce courant circulant en sens opposés provoque de manière indésirable une inversion discontinue de la polarité dans le signal de mesure recherché et cela nécessite une synchronisation supplémentaire ou "comptabilité" de la polarité du signal afin de filtrer ou supprimer cette inversion discontinue de la polarité dans le signal de mesure.

La figure 2 montre un capteur de courant amélioré 100 ayant au moins un canal d'interface du signal conformément à la présente invention. Le capteur de courant 100 contient un circuit 102 de production de contre-réaction qui permet d'éliminer le problème indésirable que l'on vient de décrire d'inversion de la polarité du signal de mesure recherché. La figure 2A correspond à la première période de commutation qui a été décrite dans le contexte de la figure 1A tandis que la figure 2B correspond à la seconde période de commutation qui a été décrite dans le contexte de la figure 1B. Bien que le noyau commun 21 (figure 1) ne soit pas représenté à la figure 2, on comprendra que le couplage magnétique dans le capteur de courant 100 est tel que décrit pour le transformateur 14 dans le contexte de la figure 1. Il est avantageux que le circuit 102 de production de contre-réaction produise un signal de contre-réaction sensiblement continu, c'est-à-dire un signal qui ne soit pas sujet à une inversion indésirable de la polarité et qui évite par conséquent la nécessité d'une synchronisation supplémentaire ou "comptabilité" de la polarité du signal de mesure recherché.

Un ensemble de commutation comprend des premier et second commutateurs d'entrée 104_1 et 104_2 (comme les commutateurs d'échantillonnage, monopolaires et inverseurs, décrits dans le contexte de la figure 1) qui couplent respectivement l'extrémité de l'enroulement secondaire 18 repérée par un point afin de communiquer tout

signal alternatif présent dans cet enroulement aux première et seconde bornes d'entrée différentielles d'un amplificateur opérationnel 110 par l'intermédiaire d'une première broche de connexion P_1 . L'amplificateur opérationnel 110 est de préférence un amplificateur opérationnel entièrement différentiel, c'est-à-dire un amplificateur opérationnel dans lequel chaque signal alternatif fourni aux deux bornes de sorties respectives est déphasé de sensiblement 180° par rapport à l'autre quand un signal différentiel d'entrée est appliqué aux deux bornes d'entrée respectives de l'amplificateur opérationnel. Comme représenté à la figure 2, pendant une période de commutation donnée, alors que l'une respectives des deux bornes d'entrée est couplée à l'extrémité de l'enroulement secondaire 18 repérée par un point, l'autre borne d'entrée est couplée à une masse électrique prédéterminée. L'ensemble de commutation comprend en outre un commutateur de sortie 106 (comme n'importe lequel des commutateurs d'échantillonnage, monopolaires et inverseurs, décrits dans le contexte de la figure 1) qui couple périodiquement les première et seconde bornes de sortie différentielles de l'amplificateur opérationnel 110 à l'extrémité de l'enroulement de contre-réaction 20 repérée par un point pour y faire passer le signal de contre-réaction par l'intermédiaire d'une seconde broche de connexion P_2 . Une troisième broche de connexion P_3 est couplée de manière appropriée pour faire passer le signal de mesure par une résistance appropriée 112 de mise à l'échelle et, comme précédemment suggéré, l'envoyer à un convertisseur A/N approprié (non représenté).

Il est clair pour l'homme de l'art que toute composante continue de tension de décalage dans l'amplificateur opérationnel 110 est convertie en un signal alternatif correspondant par les configurations respectives de commutation des figures 2A et 2B. Le signal alternatif dérivé de la tension de décalage continue est couplé par un transformateur 14 (figure 1) pour revenir à l'amplificateur opérationnel 110 d'une manière qui produit un signal de compensation servant à maintenir l'effet du décalage continu à une valeur sensiblement nulle et empêcher ainsi l'amplificateur opérationnel 110 d'être conduit à la saturation. Comme indiqué par la direction respective des flèches des figures 2A et 2B, il apparaît en outre que quelque soit la période de

commutation, le courant qui circule dans l'enroulement de contre-réaction conserve le même sens. D'après un avantage essentiel de la présente invention, ce courant circulant toujours dans le même sens élimine de manière appropriée l'inversion discontinue de la polarité dans le signal de mesure et cela évite d'avoir recours à une synchronisation supplémentaire ou "comptabilité" de la polarité du signal comme celle requise dans le capteur de courant de la figure 1. Suivant un autre avantage de la présente invention, le circuit 102 de production de contre-réaction peut être conçu comme une seule puce monolithique de circuit intégré qui contient un ensemble de broches n'employant que trois broches de connexion comme les broches de connexion P_1 , P_2 et P_3 pour l'unique canal d'interface du signal de la figure 2. C'est là une réduction significative par rapport aux six broches utilisées dans le capteur de courant de la technique antérieure qui a été décrit en référence à la figure 1. Cette réduction du nombre de broches permet de manière pratique d'incorporer des canaux supplémentaires d'interface dans la puce de circuit intégré, sachant que chaque canal supplémentaire d'interface de signal ne nécessite que trois broches de connexion.

La figure 3 montre un autre exemple de forme de réalisation du capteur de courant 100. La figure 3A correspond à la première période de commutation qui a été décrite dans le contexte des figures 1A et 2A tandis que la figure 3B correspond à la seconde période de commutation qui a été décrite dans le contexte des figures 1B et 2B. Dans cette forme de réalisation, l'amplificateur opérationnel 110 contient un moyen formant capacité de contre-réaction, tel un condensateur de contre-réaction 120 et une résistance d'entrée 122 dont les valeurs respectives sont choisies pour donner un réponse de fréquence souhaitée dans l'amplificateur opérationnel 110. La réponse de fréquence peut par exemple être convenablement compensée pour donner un fonctionnement sensiblement stable du circuit de production de contre-réaction. Si on le souhaite, cette forme de réalisation peut inclure un amplificateur tampon 124 entre la seconde broche de connexion P_2 et le commutateur de sortie 106. Un condensateur 130 a une de ses bornes branchée à la borne non inverseuse de l'amplifica-

teur tampon 124 et son autre borne mise à la masse. On comprendra que les composants supplémentaires représentés à la figure 3 constituent un moyen commode pour améliorer la stabilité générale du circuit de production de contre-réaction en fonction de toute conception spécifique.

5 Un procédé de compensation du signal dans un capteur de courant peut comprendre les étapes consistant à coupler magnétiquement un enroulement primaire, un enroulement secondaire et un enroulement de contre-réaction à l'aide d'un noyau magnétique. Un signal de
10 contre-réaction sensiblement continu est produit et est envoyé à l'enroulement de contre-réaction pour maintenir effectivement le flux magnétique à une valeur sensiblement proche de zéro. Un signal alternatif de compensation est produit à partir d'une tension continue de décalage. Le signal de compensation est couplé de manière prédéterminée par l'intermédiaire du noyau magnétique. L'étape de production du
15 signal de contre-réaction sensiblement continu comprend le fait de faire fonctionner un amplificateur opérationnel ayant des première et seconde bornes d'entrée différentielles et des première et seconde bornes de sortie différentielles. Par exemple, pendant une première
20 période de commutation, la première borne d'entrée (comme la borne d'entrée inverseuse de l'amplificateur opérationnel 110) est couplée à l'enroulement secondaire par l'intermédiaire de son extrémité repérée par un point tandis que la seconde borne d'entrée (la borne d'entrée non inverseuse de l'amplificateur opérationnel 110) est couplée à une
25 masse électrique prédéterminée. Inversement, pendant une seconde période de commutation, la première borne d'entrée est couplée à la masse électrique prédéterminée tandis que la seconde borne d'entrée est couplée à l'extrémité de l'enroulement secondaire repérée par un point. L'étape de fonctionnement de l'amplificateur opérationnel
30 comprend en outre le couplage, pendant la première période de commutation, de la première borne de sortie (la borne de sortie représentée à la figure 2A comme étant couplée au commutateur de sortie 106) à l'enroulement de contre-réaction par l'intermédiaire de son extrémité repérée par un point et le couplage, pendant la seconde
35 période de commutation, de la seconde borne de sortie (la borne de

sortie représentée à la figure 2B comme étant couplée au commutateur de sortie 106) à l'enroulement de contre-réaction par l'intermédiaire de son extrémité repérée par un point.

5 Il est bien entendu que la description qui précède n'a été donnée qu'à titre purement illustratif et non limitatif et que des variantes ou des modifications peuvent y être apportées dans le cadre de la présente invention.

REVENDICATIONS

1. Capteur de courant comportant au moins un canal d'interface de signal, caractérisé en ce qu'il comprend :

- un transformateur comprenant un enroulement primaire (16), un enroulement secondaire (18) et un enroulement de contre-réaction (20),

- un noyau magnétique (21) pour coupler magnétiquement ledit enroulement primaire, ledit enroulement secondaire et ledit enroulement de contre-réaction, et

- un circuit (102) de production de contre-réaction qui réagit à un signal alternatif présent dans ledit enroulement secondaire pour produire un signal de contre-réaction sensiblement continu envoyé audit enroulement de contre-réaction, ledit signal de contre-réaction servant à maintenir le flux dans ledit noyau magnétique à une valeur sensiblement proche de zéro,

ledit circuit de production de contre-réaction comprenant :

- un amplificateur opérationnel (110), et

- un ensemble de commutation apte à produire un signal alternatif de compensation à partir d'une tension de décalage continue, ledit signal alternatif de compensation étant couplé audit amplificateur opérationnel par l'intermédiaire dudit noyau magnétique.

2. Capteur de courant selon la revendication 1, caractérisé en ce que ledit amplificateur opérationnel comporte des première et seconde bornes d'entrée différentielles et des première et seconde bornes de sortie différentielles.

3. Capteur de courant selon la revendication 2, caractérisé en ce que ledit ensemble de commutation comprend :

- des premier et second commutateurs d'entrée (104_1 , 104_2) pour respectivement coupler, pendant une première période de commutation, la première borne d'entrée audit enroulement secondaire et la seconde borne d'entrée à une masse électrique prédéterminée et pour respectivement coupler, pendant une seconde période de commutation, la seconde borne d'entrée audit enroulement secondaire et la première borne d'entrée à la masse électrique prédéterminée, et

- un commutateur de sortie (106) pour coupler la première borne de sortie audit enroulement de contre-réaction pendant la première période de commutation, ledit commutateur de sortie couplant la seconde borne de sortie audit enroulement de contre-réaction pendant la seconde période de commutation.

5

4. Capteur de courant selon la revendication 1, 2 ou 3, caractérisé en ce que ledit circuit de production de contre-réaction comprend un unique circuit électronique intégré, monolithique.

5. Capteur de courant selon la revendication 4, caractérisé en ce que ladite puce de circuit intégré comporte un groupe de broches contenant trois broches de connexion (P_1 , P_2 , P_3) pour ledit canal d'interface de signal au nombre d'au moins un.

10

6. Capteur de courant selon la revendication 5, caractérisé en ce que la première desdites trois broches de connexion est couplée pour faire passer le signal alternatif dans ledit enroulement secondaire, la seconde desdites trois broches de connexion est couplée pour faire passer le signal de contre-réaction dans ledit enroulement de contre-réaction et la troisième desdites trois broches de connexion est couplée pour faire passer un signal de mesure prédéterminé.

15

7. Capteur de courant selon la revendication 4 ou 5, caractérisé en ce que ladite puce de circuit intégré comporte des circuits supplémentaires respectifs de production de contre-réaction pour des canaux supplémentaires respectifs d'interface de signal dans ledit capteur de courant et en ce que ladite puce de circuit intégré comporte un groupe supplémentaire respectif de broches contenant trois broches de connexion pour chaque canal supplémentaire respectif d'interface de signal qu'elle contient.

20

25

8. Capteur de courant selon la revendication 7, caractérisé en ce que ledit amplificateur opérationnel comprend au moins un condensateur de contre-réaction pour compenser de manière prédéterminée la réponse de fréquence dudit amplificateur opérationnel.

30

9. Procédé de compensation du signal dans un capteur de courant, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes de :

35

- couplage magnétique d'un enroulement primaire, d'un enroulement secondaire et d'un enroulement de contre-réaction à l'aide d'un

noyau magnétique,

- production d'un signal de contre-réaction sensiblement continu qui est envoyé audit enroulement de contre-réaction et sert à maintenir le flux magnétique à une valeur sensiblement proche de zéro, et

- production d'un signal alternatif de compensation à partir d'un tension de décalage continue, ledit signal de compensation étant couplé de manière prédéterminée par l'intermédiaire dudit noyau magnétique.

10. Procédé selon la revendication 9, caractérisé en ce que ladite étape de production du signal de contre-réaction sensiblement continu comprend le fait de faire fonctionner un amplificateur opérationnel ayant des première et seconde bornes d'entrée différentielles et des première et seconde bornes de sortie différentielles.

11. Procédé selon la revendication 10, caractérisé en ce que ladite étape de fonctionnement de l'amplificateur opérationnel comprend le couplage, pendant une première période de commutation, de la première borne d'entrée audit enroulement secondaire et de la seconde borne d'entrée à une masse électrique prédéterminée et le couplage, pendant une seconde période de commutation, de la seconde borne d'entrée audit enroulement secondaire et de la première borne d'entrée à la masse électrique prédéterminée.

12. Procédé selon la revendication 11, caractérisé en ce que ladite étape de fonctionnement de l'amplificateur opérationnel comprend en outre le couplage, pendant la première période de commutation, de la première borne de sortie audit enroulement de contre-réaction et le couplage, pendant la seconde période de commutation, de la seconde borne de sortie audit enroulement de contre-réaction .

1/3

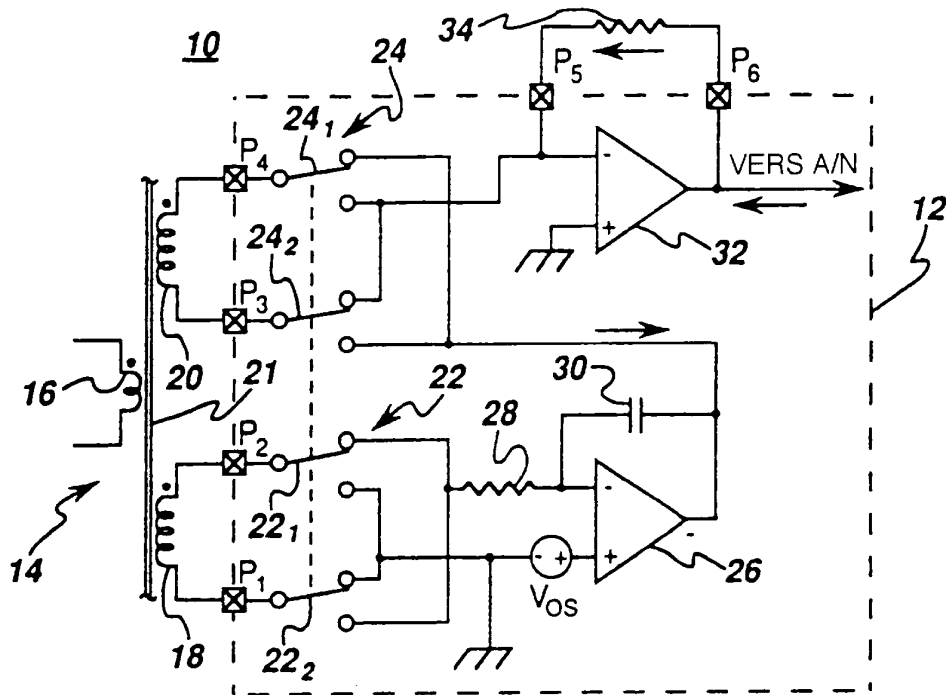


fig. 1A
TECHNIQUE ANTERIEURE

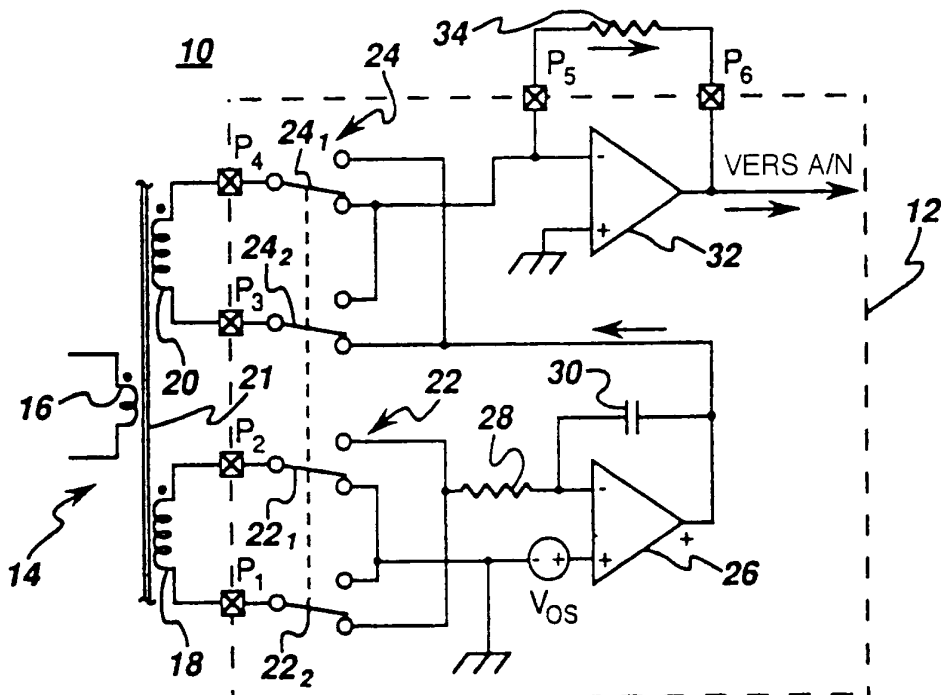


fig. 1B
TECHNIQUE ANTERIEURE

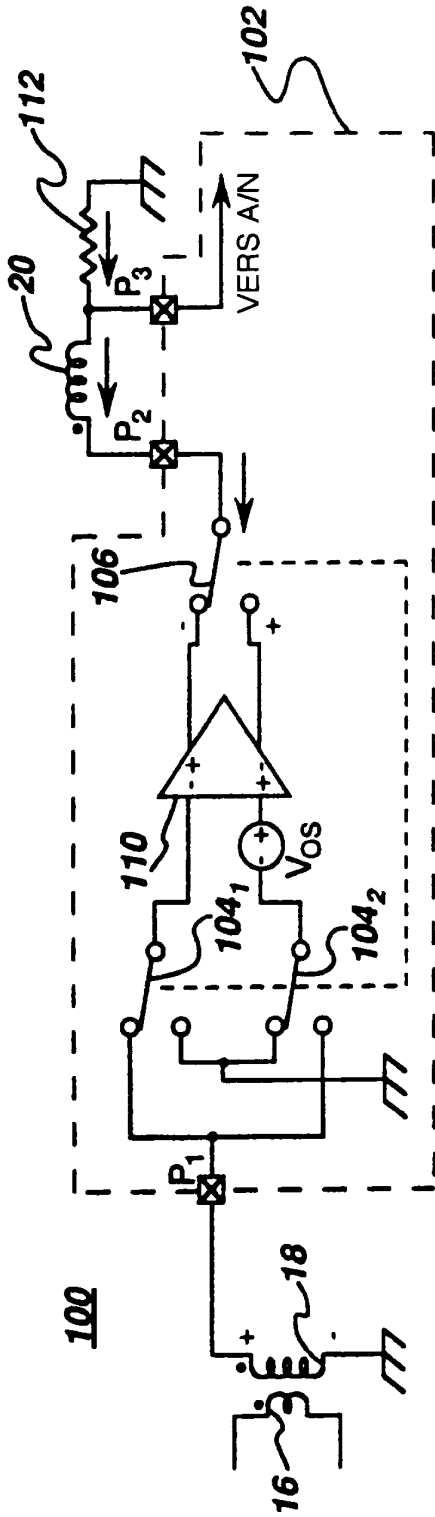


fig. 2A

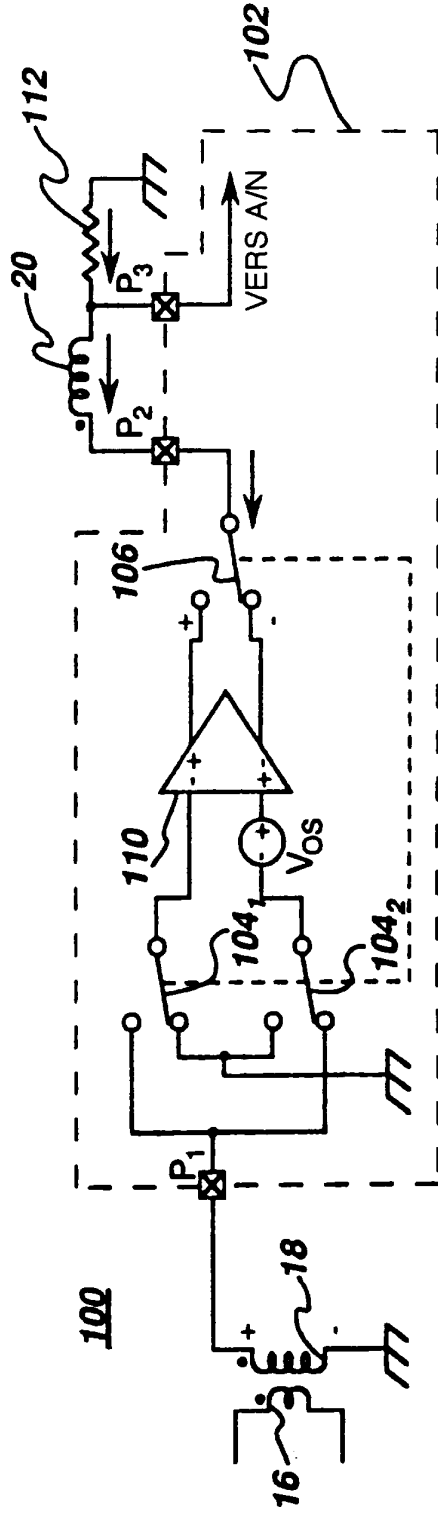


fig. 2B

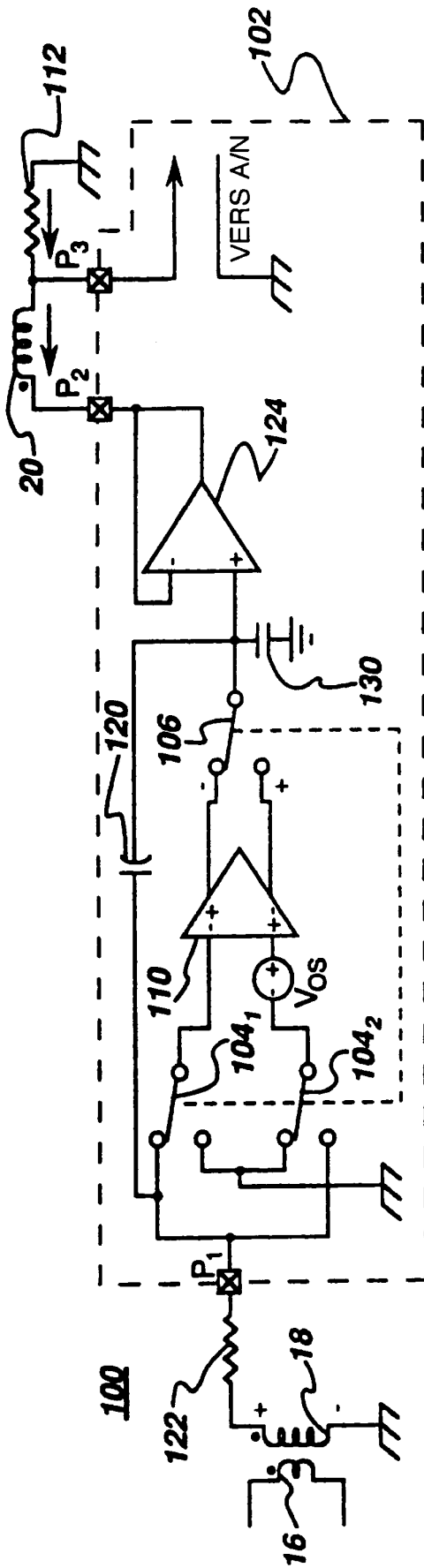


fig. 3A

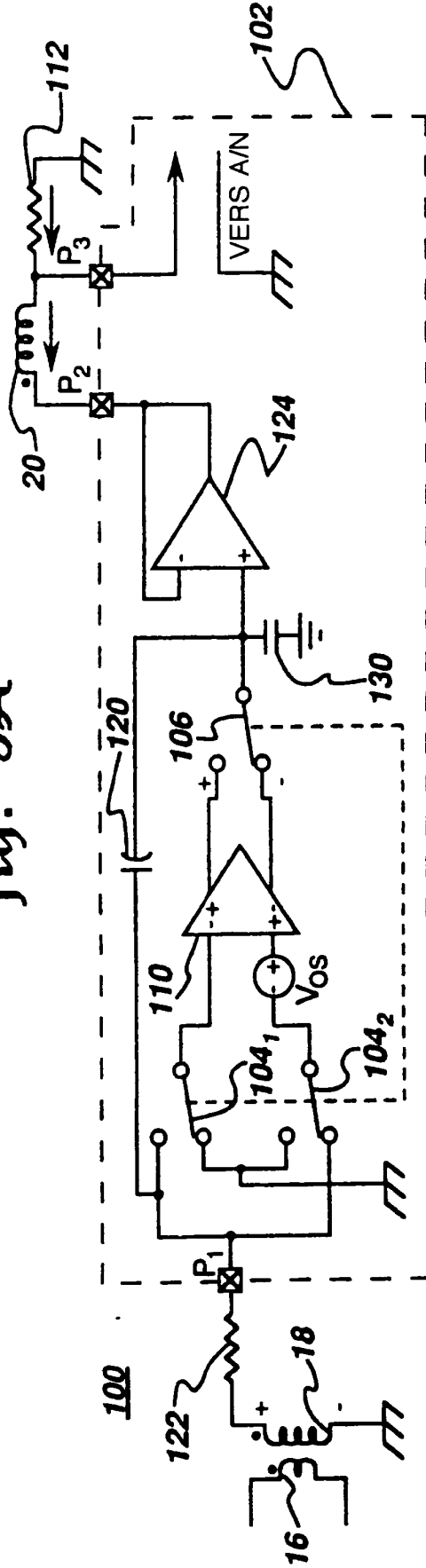


fig. 3B