

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 81 22081

(54) Circuit de commande d'un accéléromètre électrostatique.

(51) Classification internationale (Int. Cl.³). G 01 P 15/125.

(22) Date de dépôt..... 25 novembre 1981.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée : *EUA, 18 décembre 1980, n° 217 599.*

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 25 du 25-6-1982.

(71) Déposant : THE SINGER COMPANY, société de droit américain, résidant aux EUA.

(72) Invention de : George Francis Schroeder et Edward Arthur Demers.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Malémont,
42, av. du Président-Wilson, 75116 Paris.

La présente invention concerne les accéléromètres et a trait notamment à un circuit de commande d'un accéléromètre électrostatique.

On trouve dans l'art antérieur une catégorie d'accéléromètres appelés accéléromètres statiques. Le dispositif comprend essentiellement deux plaques fixes et une plaque mobile articulée disposée entre les plaques fixes. Lors d'une accélération, le couple global résultant des forces électrostatiques, nécessaire pour amener la plaque mobile en position nulle, peut être proportionnel à l'accélération subie par un véhicule sur lequel l'accéléromètre est monté. Le circuit de commande proposé par l'art antérieur comprend un certain nombre d'amplificateurs de sommation en combinaison avec d'autres composants électriques en vue de rendre linéaire le couple de l'accéléromètre, ce dernier étant un dispositif à caractéristiques quadratiques. Un inconvénient majeur des systèmes de commande connus réside dans l'utilisation d'amplificateurs de sommation qui ont une influence directe sur la précision de l'accéléromètre et constituent une source majeure d'erreurs. Ces amplificateurs étant des amplificateurs à courant continu, leurs polarisations et linéarités en fonction de la température et de diverses conditions imposées par l'environnement ont une influence directe sur leur précision.

La présente invention apporte un perfectionnement aux circuits de commande de l'art antérieur utilisés avec un accéléromètre électrostatique. Les amplificateurs de sommation à courant continu sont remplacés par une alimentation de référence à courant continu en combinaison avec des éléments de circuit qui assurent la même fonction de linéarisation que les amplificateurs de sommation perturbateurs. La stabilité de l'alimentation de référence à courant continu et des circuits associés permettent de réduire de manière marquée les erreurs rencontrées précédemment.

Une forme d'exécution de la présente invention est décrite ci-après à titre d'exemple, en référence aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 est un schéma synoptique d'un circuit de commande de l'art antérieur utilisé conjointement à un accéléromètre électrostatique ;
- la figure 2 est un premier mode de réalisation de la présente invention visant à perfectionner le circuit connu représenté sur la figure 1 ;
- la figure 2A est un second mode de réalisation de la présente invention visant à perfectionner le circuit connu représenté sur la

figure 1 ;

- la figure 2 est un troisième mode de réalisation de la présente invention visant à perfectionner le circuit connu représenté sur la figure 1 ;

5 - la figure 3 est un quatrième mode de réalisation de la présente invention visant à perfectionner le circuit connu représenté sur la figure 1 ; et

10 - la figure 3A est un cinquième mode de réalisation de la présente invention visant à perfectionner le circuit connu représenté sur la figure 1.

En se référant aux figures et notamment à la figure 1, on voit que le dispositif connu comprend un accéléromètre électrostatique 10 et un circuit de commande associé. L'accéléromètre électrostatique 10 comprend deux plaques fixes 12 et 14, séparées par une plaque mobile 6 articulée sur un point 18. La plaque mobile 16 peut être considérée comme pendule mis électriquement à la masse en 20. En fonctionnement du dispositif, lorsque l'accéléromètre est monté sur un projectile ou véhicule, la plaque mobile 16 reste normalement à la même distance des plaques fixes 12, 14. Toutefois, en réponse à une accélération, la plaque mobile 16 est soumise à un déplacement pivotante en direction d'une ou de l'autre des plaques fixes 12, 14. Le but du circuit de commande est de générer un signal sous forme de tension de rétablissement appliquée sur les plaques 12, 14, cette tension ayant pour effet de faire naître sur la plaque mobile 16 des forces électrostatiques suffisamment élevées pour la ramener dans une position neutre. La mesure du signal donne une mesure proportionnelle de l'accélération subie.

25 L'accéléromètre 10 est essentiellement un dispositif à caractéristiques quadratiques. Le circuit de commande relié à l'accéléromètre 10 a pour but de rendre linéaire le couple global nécessaire pour ramener la plaque mobile 16 dans une position neutre lorsqu'elle subit une accélération. L'accéléromètre et le circuit de commande représentés sur la figure 1 sont représentatifs de l'art antérieur. Un signal de référence à courant alternatif est imprimé sur l'enroulement primaire 22 d'un transformateur 24. L'enroulement secondaire 26 est relié aux plaques fixes 12, 14 de l'accéléromètre par l'intermédiaire de condensateurs de blocage 32 et 34 dont les points de jonction respectifs sont représentés en 28 et 30. Une prise centrale 38, établie sur l'enroulement secondaire 26 du transformateur 24, est reliée par l'entrée 36 d'un préamplificateur 37 par un conducteur 40. Un trajet est ainsi créé pour

le courant alternatif, trajet qui part de la plaque fixe 12 et comprend le condensateur 32 et la partie supérieure de l'enroulement secondaire 26 du transformateur. Un second trajet existe à partir de la plaque fixe 14 et comprenant le condensateur 34 et la partie inférieure de l'enroulement secondaire 26. Une perturbation de l'équilibre de capacité entre les plaques fixes 12, 14 et la plaque mobile 18 lors d'une accélération par exemple, donne naissance à un signal alternatif sur l'entrée du préamplificateur 37. Un démodulateur 42 est relié par une première entrée 44 à la sortie du préamplificateur 37 tandis qu'une seconde entrée 46 du démodulateur est reliée à la borne inférieure 48 de l'enroulement primaire 22 du transformateur. Le démodulateur 42 est un démodulateur classique sensible à la phase qui produit un signal continu positif ou négatif proportionnel à l'amplitude et à la phase du signal alternatif, par rapport à la référence à courant alternatif. Le signal continu est envoyé sur le conducteur 49 à un amplificateur d'intégration 50 qui produit un signal ΔV pouvant être mesuré sur la borne de sortie 52. Le reste du circuit de commande est destiné à ramener ΔV sur les plaques fixes 12 et 14 de l'accéléromètre, suivant une configuration sensiblement en boucle d'asservissement, dans la proportion nécessaire au rétablissement de l'accéléromètre déséquilibré 10 vers une position neutre. Ceci implique que les forces électrostatiques résultant des tensions apparaissant sur les plaques 12 et 14 doivent être suffisantes pour assurer ce rétablissement de l'accéléromètre. La valeur de ΔV sera rendue linéairement proportionnelle à un couple de rétablissement nécessaire pour assurer le rétablissement de l'accéléromètre dans une position neutre. Lorsque ΔV égale zéro, l'accéléromètre ne subit aucune accélération.

La boucle de rétroaction comprend un conducteur 54 reliant la borne de sortie 52 à une première entrée 55 de l'amplificateur de sommation 56. Ce conducteur assure également un signal sur le conducteur 68 relié à la première entrée 70 d'un amplificateur de sommation 73, par l'intermédiaire d'un inverseur 66. Une tension continue de référence est injectée dans le circuit sur la borne d'entrée 58. Cette tension continue de référence (V) est introduite simultanément sur les secondes entrées 60 et 72 des amplificateurs 56 et 73. Les sorties des amplificateurs 56 et 73 apparaissent sur des conducteurs respectifs 62 et 74 qui mettent les signaux ($V + \Delta V$) et ($V - \Delta V$) en communication avec les plaques fixes respectives 12 et 14. Des résistances d'isolation 64 et 76 sont interposées respectivement entre les plaques fixes 12, 14 et les amplificateurs de sommation 56, 73. Ces résistances isolent les composants du pont par rapport

à des facteurs d'impédances indésirables produites par les composants situés à droite de l'accéléromètre 10. En outre, les résistances 64 et 76 isolent le pont par rapport à une capacité de dispersion.

La figure 1 représente, au niveau de l'accéléromètre 10, des expressions de couples pour T_1 et T_2 qui sont respectivement les couples exercés vers le haut et vers le bas sur la plaque mobile 16 par suite de forces électrostatiques produites lors d'une accélération. Le couple global (T_N) peut être exprimé approximativement comme suit :

$$T_N \text{ est égal à } T_1 - T_2 = 4 k \Delta v.$$

Ainsi, on voit que le circuit de commande sur lequel l'accéléromètre 10 est branché rend linéaire le couple global exercé sur la plaque mobile 16 en fonction de Δv .

Bien que le circuit de commande représenté sur la figure 1 fonctionne souvent de manière satisfaisante, on a constaté que les amplificateurs 56, 73 et l'inverseur 66 peuvent diminuer la précision du circuit et constituent une source majeure d'erreurs. Cela est dû au fait que ces éléments sont des composants à courant continu du genre amplificateurs et leurs polarisations et linéarités en fonction des conditions de température et d'autres conditions imposées par l'environnement ont une influence directe sur la précision.

La figure 2 représente un perfectionnement apporté au circuit de commande que l'on vient de décrire avec référence à la figure 1. Comme on le voit, les amplificateurs 56, 73 et l'inverseur 66 de la figure 1 ont été supprimés. Pour les éléments communs aux deux figures 1 et 2, on a utilisé les mêmes numéros de référence. Sur la figure 2 le trajet de rétroaction de la sortie de l'amplificateur d'intégration 50 comprend un conducteur 78, en parallèle avec la borne de sortie 52 et le conducteur 80. Ce dernier est relié au point de jonction 82 entre deux résistances de précision 84 et 86, de valeur égale. Les autres bornes 88 et 90 des résistances sont reliées à l'accéléromètre 10 par l'intermédiaire de résistances d'isolation 64 et 76. Le signal d'erreur Δv est transmis de l'amplificateur d'intégration 50 à l'accéléromètre 10 par l'intermédiaire des résistances de précision 84 et 86.

La tension de référence est introduite par une alimentation de référence à courant continu 92, qui assure une tension continue de référence stable égale à 2 V. L'alimentation 92 est de type standard permettant une conversion de courant alternatif en courant continu. Une source de tension de l'alimentation 92 est assurée par les bornes de tension continue 96, reliées à un inver-

5 seur de puissance 94 qui est relié, à son tour, à un transformateur d'isolation comprenant un enroulement primaire 98 et un enroulement secondaire 100. Dans le montage définitif du circuit représenté sur la figure 2, les capacités de dispersion qui risquent de déséquilibrer le pont comprenant les condensateurs 32, 34 et les parties supérieure et inférieure de l'enroulement secondaire 26 doivent être rendues faibles et les signaux résiduels très stables.

Les expressions T_1 et T_2 représentant le couple sont indiquées à côté de l'accéléromètre sur la figure 2. Le couple global approximatif $T_1 - T_2$ sera le même que l'on a indiqué précédemment en décrivant le dispositif de l'art antérieur représenté sur la figure 1, à savoir $T_N = 4 k \Delta vV$. Par la suppression des amplificateurs 56, 73 et l'inverseur 66 de la figure 1, la présente invention permet, comme le montre la figure 2, d'éliminer les inconvénients conduisant au manque de précision et à l'augmentation d'erreurs mentionnée ci-dessus.

15 La figure 2A représente un second mode de réalisation de l'invention qui se base essentiellement sur celui de la figure 2. Par conséquent, les éléments identiques sont désignés par les numéros de référence identiques. Toutefois, une simplification du circuit de la figure 2 est apportée par le circuit de la figure 2A. Les résistances 84 et 86 sont supprimées et le signal Δv est envoyé directement sur le conducteur 106 au point 18 de l'accéléromètre. Ce point est en parallèle avec le condensateur 108 qui assure une mise à terre du courant alternatif en ce qui concerne le circuit de pont comprenant l'accéléromètre 10.

Une autre modification concerne la mise en circuit d'une alimentation 114 qui fournit un potentiel (+) V à la plaque fixe 12, par l'intermédiaire d'une résistance 64. Un potentiel (-) V est fourni à la plaque fixe 14 par l'intermédiaire d'une résistance 76. Le transformateur de référence est mis à la masse par la prise centrale de l'enroulement primaire 100.

30 Le mode de réalisation représenté sur la figure 2A assure la sommation de Δv et des tensions de référence (+) V et (-) V dans l'accéléromètre 10, même. Le signe des sommations est changé mais l'effet global reste le même. Cela permet de supprimer les résistances de précision 84 et 86 du mode de réalisation représenté sur la figure 2. La mise à la masse du primaire 100 du transformateur (figure 2A) représente un perfectionnement important sur le mode de réalisation de la figure 2 en ce sens qu'elle permet la mise à la masse de l'alimentation et la suppression des résistances de précision 84 et 86. Il en

résulte qu'une seule alimentation pourrait éventuellement alimenter plusieurs accéléromètres. Ainsi, on obtient une réduction du coût de fabrication du circuit par la suppression des résistances de précision et on assure une souplesse d'utilisation au cas où plusieurs accéléromètres doivent être mis en oeuvre.

5 Un troisième mode de réalisation de l'invention est représenté sur la figure 2B. Les différences apportées par ce mode de réalisation comprennent la mise à la masse de la prise centrale 38 du transformateur 24. Le signal présent au point 18 de l'accéléromètre 10 est appliqué sur l'entrée 36 du préamplificateur 37, par l'intermédiaire d'un condensateur 112. Comme dans le mode
10 de réalisation décrit ci-dessus en se référant à la figure 2A, le signal Δv est transmis à la plaque mobile 16, en point 18, mais selon ce mode de réalisation, le signal est transmis par l'intermédiaire d'une résistance 122. Comme dans le cas précédent, l'alimentation 114 est mise à la masse. Ainsi ce mode de
15 réalisation assure les mêmes avantages que celui représenté sur la figure 2A.

La figure 3 représente un quatrième mode de réalisation de l'invention. Cette variante de réalisation comprend une modification du circuit de commande, permettant de supprimer les éléments décrits précédemment à propos de la figure 2, à savoir les résistances 64, 76, les condensateurs 32, 34 et
20 le transformateur 24. Ainsi, on comprendra aisément que ce mode de réalisation permet une fabrication plus économique que le premier mode de réalisation ou l'art antérieur. Selon ce mode de réalisation, la sortie ondulée de l'alimentation de référence 92 sert de référence à courant alternatif du circuit de pont comprenant l'accéléromètre 10 et les résistances 84 et 86.

25 Un signal alternatif résultant, proportionnel aux capacités entre la plaque mobile 16 et chacune des plaques fixes 12, 14 de l'accéléromètre 10 sera prélevé au niveau du point de jonction 82 et appliqué sur le préamplificateur 37, par l'intermédiaire d'un condensateur de blocage du courant continu 102. Le démodulateur 42 a une première entrée reliée à l'enroulement 98 pour fournir
30 une référence à courant alternatif et une seconde entrée est reliée à la sortie du préamplificateur 37. Le signal alternatif provenant du point 82 est soumis à une démodulation par le démodulateur 42 et une intégration par l'amplificateur d'intégration 50 qui établit en sortie un signal d'erreurs continu Δv qui est équivalent à la sortie des circuits des figures 1 et 2.

35 Le signal d'erreurs continu Δv est réinjecté en arrière, par l'intermédiaire de la résistance 104, au niveau de la jonction 82 entre les résistan-

ces 84 et 86. Il en résulte que la tension de référence et le signal d'erreur Δv seront imprimés aux plaques fixes 12, 14 de l'accéléromètre 10, ce dont il résultera des forces électrostatiques provoquant des couples T_1 et T_2 dirigés dans des sens opposés, comme l'indique la figure. Le torque global approximatif peut être exprimé comme précédemment, à savoir $T_N = 4 k \Delta v V$. Pour chaque mode de réalisation, la borne de sortie portant Δv peut être reliée à un calculateur (non représenté) pour calculer l'accélération.

La figure 3A représente un cinquième mode de réalisation de l'invention. Comme dans les cas des modes de réalisation représentés sur les figures 2A et 2B, le signal Δv est appliqué, par le conducteur 116, sur la plaque mobile 16 au niveau du point 18. Comme pour les figures 2A et 2B, les résistances 84 et 86 sont supprimées. Le conducteur supérieur 118 de l'accéléromètre 10 porte un signal comprenant une composante continue plus des ondulations, alors que le conducteur inférieur 120 porte une composante continue négative sans ondulations. En outre, comme pour les modes de réalisation précédents, l'alimentation 114 est mise à la masse.

On fait remarquer ici que, bien que le coût de fabrication du circuit de la figure 3 soit avantageux, sa conception assure moins de souplesse que le mode de réalisation de la figure 2. Le trajet de retour du courant alternatif comprenant le condensateur 102 et l'amplificateur d'intégration 50 peut limiter les caractéristiques de rétroaction dans la mesure où on se trouve dans l'obligation d'utiliser des filtres de conception classique pour supprimer les oscillations autour de ce trajet.

Dans chacun des modes de réalisation représentés sur les figures 2, 2A, 2B, 3 et 3A, un réseau de changement d'échelle peut être éventuellement utilisé mais on ne l'a pas représenté. Dans les accéléromètres électrostatiques, un problème connu concerne la sensibilité de la polarisation à de petits défauts d'ordre mécanique. Cette sensibilité augmente avec des augmentations de la tension continue de référence. Il est par conséquent souhaitable de maintenir la tension de référence à un niveau bas. En prévoyant un réseau de changement d'échelle, il est possible de maintenir la tension de référence à un niveau bas pendant un fonctionnement normal. Le réseau permettant de changer d'échelle peut comprendre un circuit de détection de seuil de conception classique qui génère un signal discret lorsque sa sortie dépasse un seuil prédéterminé. Lorsque le signal est reçu par l'alimentation en tension de référence, l'alimentation peut être conçue pour passer à une valeur différente, changeant de ce fait le facteur d'échelle de l'accéléromètre.

Il va de soi que de nombreuses modifications peuvent être apportées au circuit décrit et représenté sans pour autant sortir du cadre de l'invention.

REVENDEICATIONS

1. Circuit de commande d'un accéléromètre capacitif électrostatique qui comprend deux plaques fixes et une plaque mobile intermédiaire, caractérisé en ce qu'il comprend :

une source de tension continue de référence (92) ;

5 plusieurs éléments à résistance reliés entre eux et par leurs bornes extérieures à la sortie de l'alimentation en vue de la génération de tensions continues sur eux ;

des moyens de démodulation sensibles à la phase (42) dont une première entrée est reliée à une source de tension alternative de référence et
10 une seconde entrée est reliée à l'accéléromètre (10) pour détecter des déséquilibres capacitifs de celui-ci ;

des moyens d'intégration (50) reliés à la sortie des moyens de démodulation (42) pour produire un signal correspondant à l'intégrale du déséquilibre capacitif ;

15 des moyens de rétroaction conduisant le signal intégral à la jonction entre les éléments à résistance ;

des moyens reliant les plaques fixes (12, 14) de l'accéléromètre (10) aux bornes extérieures des éléments à résistance ; et

des moyens terminaux (52) reliés à la sortie des moyens d'intégration
20 (50) pour permettre de mesurer le signal intégral.

2. Circuit de commande selon la revendication 1, caractérisé en ce que la tension alternative de référence est prélevée d'une borne d'un transformateur (24), un enroulement secondaire (26) de ce transformateur (24) étant relié aux plaques fixes (12, 14) de l'accéléromètre (10), et en ce que des moyens
25 sont reliés entre une prise centrale (38) de l'enroulement secondaire (26) et la seconde entrée du démodulateur sensible à la phase (42).

3. Circuit de commande selon la revendication 1, caractérisé en ce que la pluralité d'éléments à résistance reliés entre eux comprend deux résistances de précision (84, 86), de résistance égale, reliées entre elles au niveau
30 de la jonction (82).

4. Circuit de commande selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'une résistance est interposée entre la sortie des moyens d'intégration (50) et la jonction (82) des éléments à résistance pour produire une tension alternative ondulée sur ceux-ci, tension qui sert de source de tension alternative
35 de référence des moyens de démodulation (42).

5. Circuit de commande selon la revendication 4, caractérisé en ce que la pluralité d'éléments à résistance reliés entre eux comprend deux résistances de précision (84, 86), de résistance égale, reliées entre elles au niveau de la jonction (82).

5 6. Circuit de commande d'un accéléromètre capacitif électrostatique qui comprend deux plaques fixes et une plaque mobile intermédiaire, caractérisée en ce qu'il comprend :

une source de tension continue de référence (92) ;

10 deux résistances (84, 86) de résistance sensiblement égale reliées entre elles au niveau d'une jonction (82), les bornes extérieures de ces résistances étant branchées sur la source d'alimentation (92) ;

un transformateur (24) fournissant une tension alternative de référence au niveau de son enroulement primaire ;

15 l'enroulement secondaire (26) de ce transformateur étant relié à l'accéléromètre (10) par l'intermédiaire de condensateurs respectifs de blocage du courant continu (32, 34) ;

des moyens reliant les bornes extérieures des résistances sur l'accéléromètre (10) ;

20 un démodulateur sensible à la phase (42) dont une première entrée (46) est reliée aux primaires du transformateur et dont une seconde entrée (44) est reliée à une prise centrale (38) de l'enroulement secondaire (26) pour détecter des déséquilibres capacitifs ;

25 des moyens (50) reliés à la sortie du démodulateur sensible à la phase (42) en vue de l'intégration des signaux de sortie correspondant à un signal associé à l'intégrale du déséquilibre capacitif ;

des moyens de rétroaction conduisant le signal intégral à la jonction (82) entre les résistances (84, 86) ; et

une borne (52) reliée à la sortie des moyens d'intégration pour permettre de mesurer les signaux intégraux.

30 7. Circuit de commande selon la revendication 6, caractérisé en ce qu'il comprend en outre un préamplificateur (37) relié entre la prise centrale (38) et l'entrée (44) du démodulateur (42).

35 8. Circuit de commande selon la revendication 7, caractérisé en ce qu'il comprend en outre des moyens d'inversion (94) couplés inductivement à la source de référence d'alimentation en courant continu (92) pour assurer l'isolation du courant continu au niveau de l'entrée de la source de référence.

9. Circuit de commande d'un accéléromètre capacitif électrostatique qui comprend deux plaques fixes et une plaque mobile intermédiaire, caractérisé en ce qu'il comprend :

5 une source de référence d'alimentation en courant continu (92) ;
des moyens d'inversion (94) couplés inductivement à la source de référence pour assurer l'isolation du courant continu au niveau de l'entrée de la source ;

10 deux résistances (84, 86) de résistance sensiblement égale reliées entre elles au niveau d'une jonction (82), les bornes extérieures des résistances étant branchées sur l'alimentation (92) ;

des moyens reliant les bornes extérieures des résistances en parallèle sur la plaque fixe de l'accéléromètre ;

15 un démodulateur sensible à la phase (42) dont une première entrée est reliée à la jonction (82) et dont une seconde entrée est reliée au moyen d'inversion (94), le démodulateur (42) détectant un déséquilibre capacitif de l'accéléromètre (10) ;

des moyens (50) reliés à la sortie du démodulateur sensible à la phase (42) en vue de l'intégration de signaux de sortie correspondant à un signal associé aux déséquilibres capacitifs ;

20 une résistance de rétroaction (104) interposée entre la sortie des moyens d'intégration (50) et la jonction (82) ; et

une borne reliée à la sortie des moyens d'intégration pour permettre de mesurer le signal intégral.

25 10. Circuit de commande selon la revendication 9, caractérisé en ce qu'il comprend en outre un préamplificateur (37) relié entre la prise centrale et l'entrée du démodulateur (42).

11. Circuit de commande d'un accéléromètre capacitif électrostatique qui comprend deux plaques fixes et une plaque mobile intermédiaire, caractérisé en ce qu'il comprend :

30 une source de tension continue de référence (92) ;

des moyens reliant les entrées de ce circuit à ladite source pour produire des potentiels positif et négatif en sortie ;

35 des moyens de démodulation sensibles à la phase (42) dont une première entrée est reliée à une source de tension alternative de référence et dont une seconde entrée est reliée à l'accéléromètre (10) pour détecter des déséquilibres capacitifs de celui-ci ;

des moyens d'intégration reliés à la sortie des moyens de démodula-

tion (42) pour produire un signal correspondant à l'intégrale du déséquilibre capacitif ;

des moyens de rétroaction conduisant le signal intégral à la plaque mobile (16) ;

5 des moyens reliant les plaques fixes (12, 14) de l'accéléromètre (10) à des potentiels positifs positif et négatif correspondants ; et

des moyens terminaux reliés à la sortie des moyens d'intégration pour permettre de mesurer le signal intégral.

10 12. Circuit de commande selon la revendication 11, caractérisé en ce que la tension alternative de référence est prélevé d'une borne d'un transformateur, à un enroulement secondaire de ce transformateur étant relié aux plaques fixes (12, 14) de l'accéléromètre (10).

FIG. 1
Art antérieur

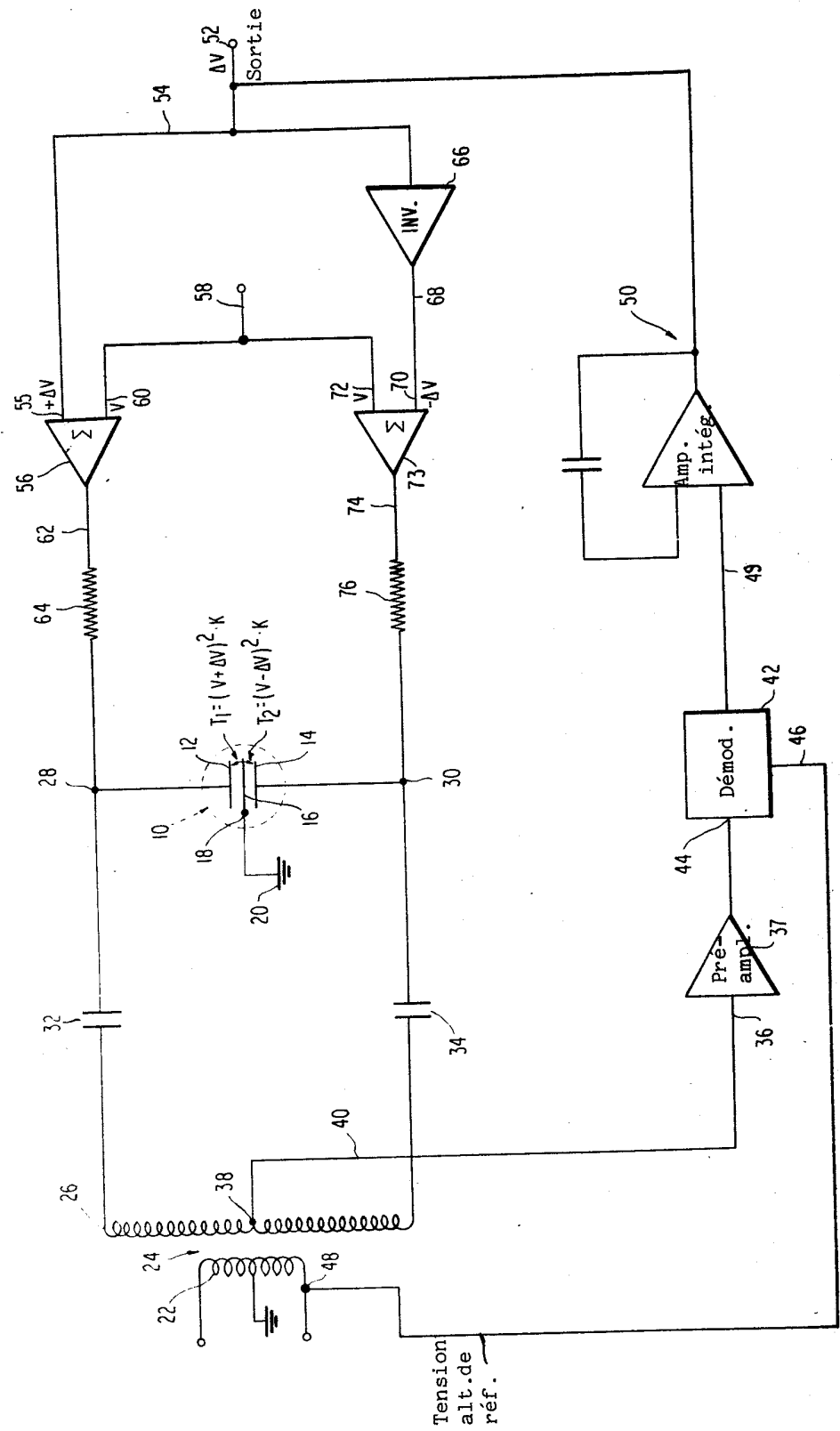


FIG. 2

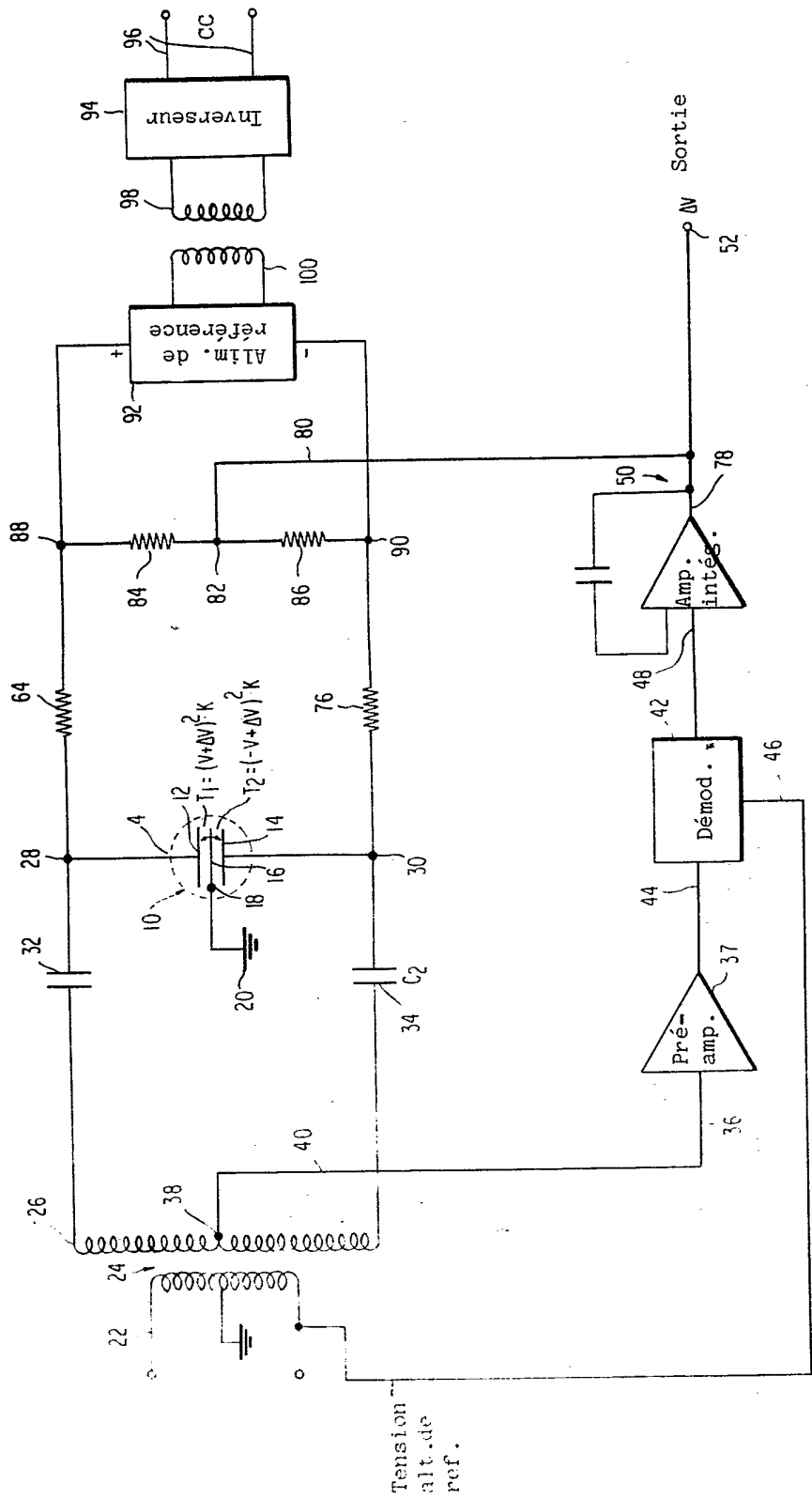


FIG. 2A

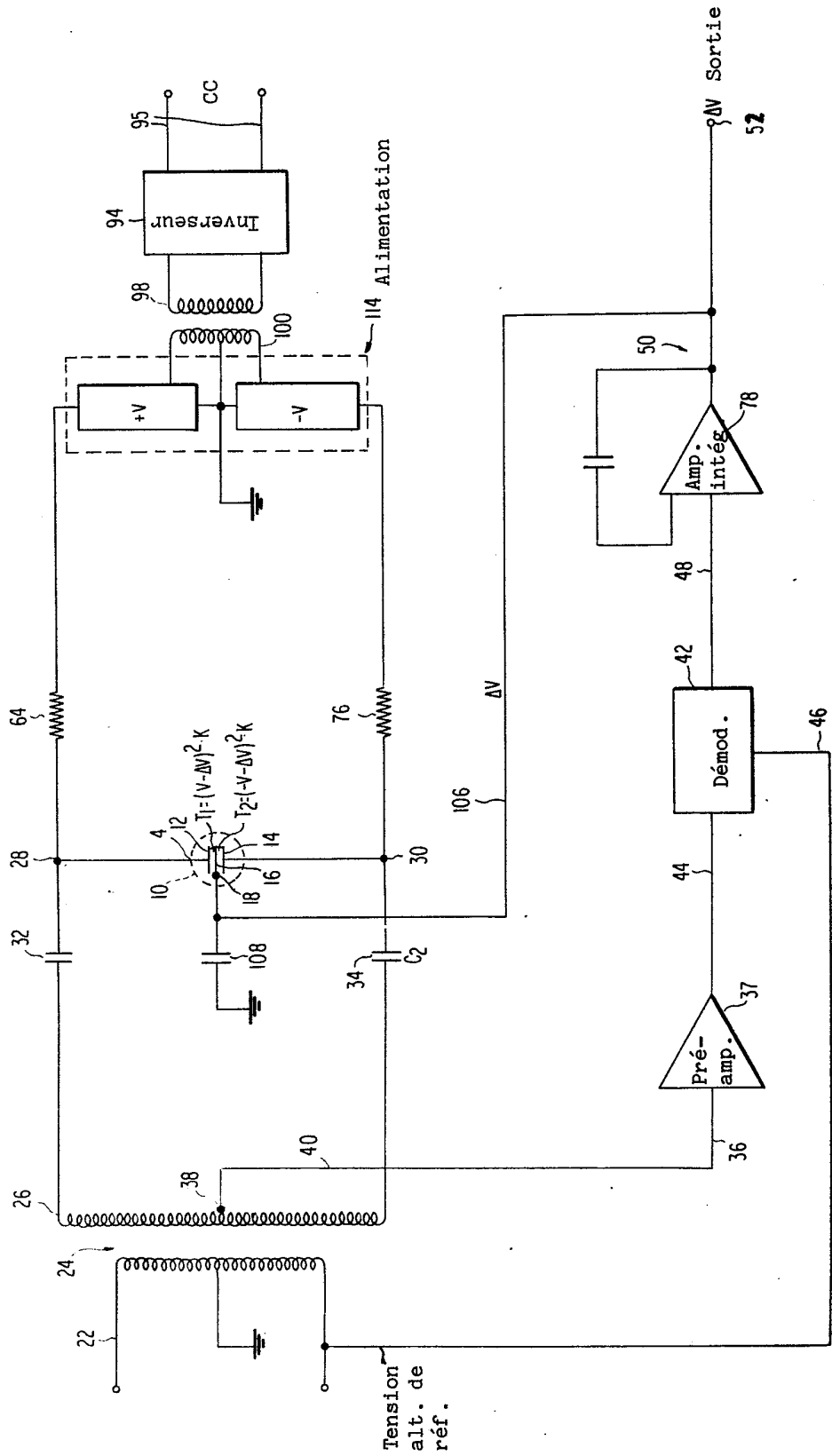


FIG. 2B

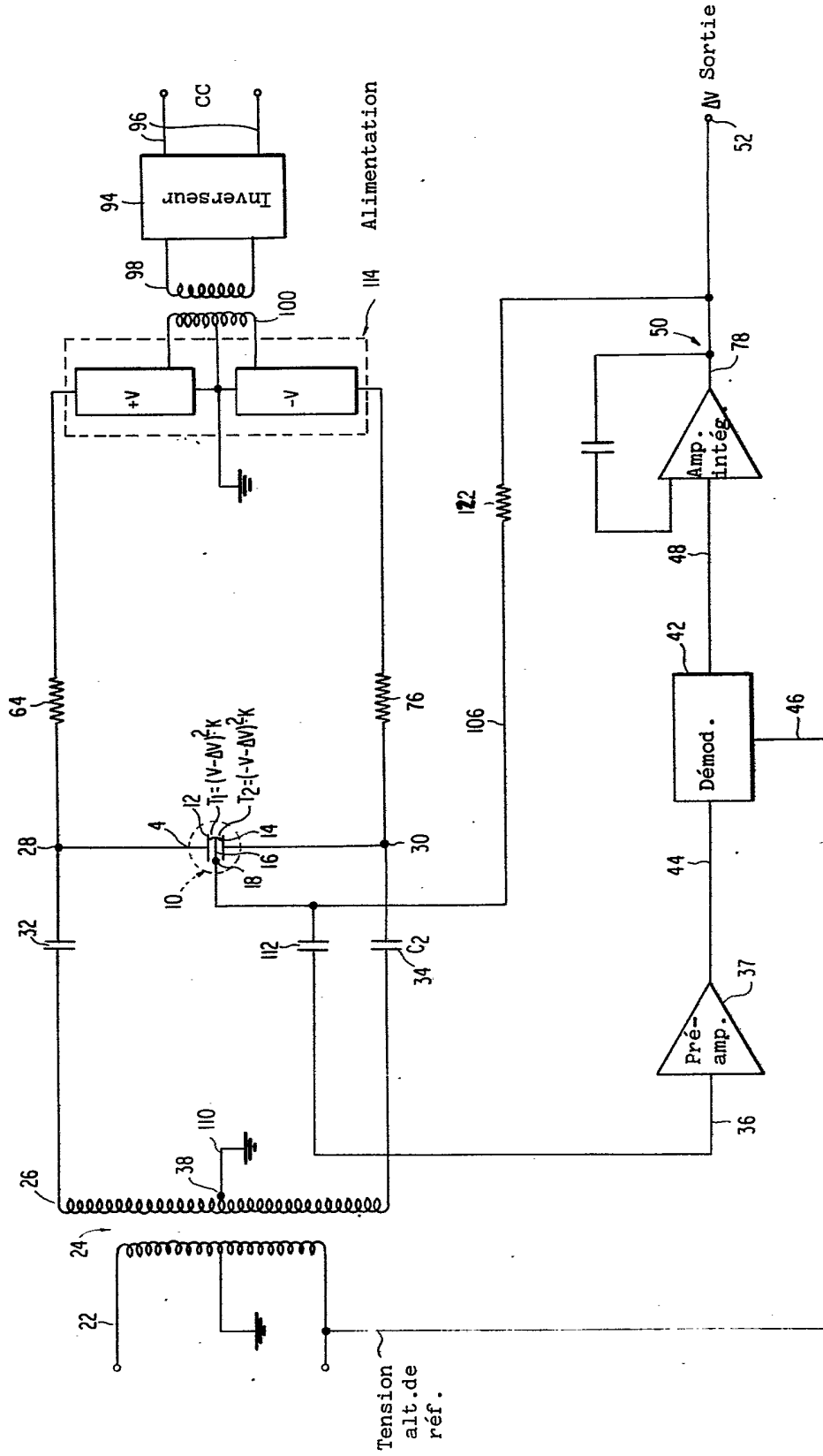


FIG. 3

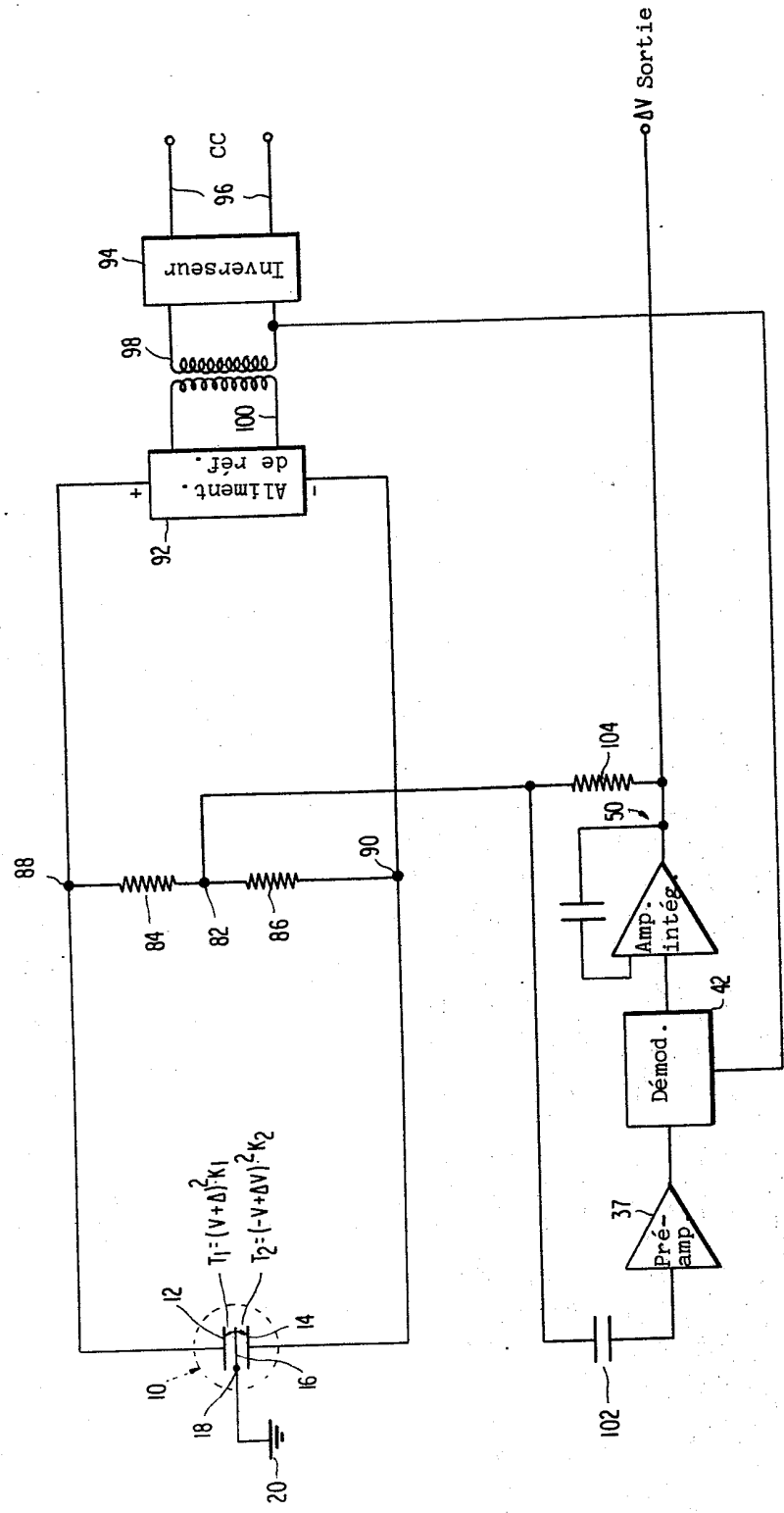


FIG. 3A

