



TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG). **Publiée :**

— *sans rapport de recherche internationale, sera republiée
dès réception de ce rapport (règle 48.2.g)*

Organe régulateur pour montre-bracelet

Domaine technique

[0001] La présente invention concerne un organe régulateur pour montre-bracelet, notamment un organe régulateur électronique pour montre-bracelet mécanique.

Etat de la technique

5 **[0002]** Les montres-bracelets mécaniques sont habituellement réglées au moyen d'un assortiment comportant un spiral et un balancier. La précision qui peut être obtenue à l'aide d'un organe régulateur de ce type est cependant limitée.

10 **[0003]** Les montres électroniques sont habituellement réglées au moyen d'un oscillateur à quartz. La précision qui peut être obtenue est supérieure à celle des mouvements mécaniques, mais ces montres nécessitent habituellement une batterie qui doit être remplacée périodiquement.

15 **[0004]** Afin de palier à ces inconvénients, on connaît également dans l'état de la technique des montres comprenant un mouvement mécanique régulé par un circuit électronique avec un oscillateur à quartz. L'énergie nécessaire au circuit électronique est fournie par une microgénératrice entraînée par le mouvement.

20 **[0005]** Ainsi, CH-A-597636 (Ebauches S.A.) propose un mouvement mécanique avec un ressort de barillet et un générateur. Le ressort actionne, par l'intermédiaire d'un rouage, un indicateur horaire et le générateur qui délivre une tension alternative. Le générateur alimente un redresseur qui charge une capacité de stockage afin d'alimenter un oscillateur à quartz ainsi qu'un circuit électronique de réglage. Le circuit électronique de
25 réglage comporte un circuit logique de comparaison et un circuit de dissipation d'énergie relié à la sortie du circuit logique de comparaison,

dont l'absorption de puissance peut être commandée par le circuit logique de comparaison. Une entrée du circuit logique de comparaison est reliée avec le circuit de référence et une autre entrée du circuit logique de comparaison est reliée avec le générateur. Le circuit logique de

- 5 comparaison commande, en fonction du résultat de cette comparaison, l'absorption de puissance par le circuit de dissipation d'énergie et règle de cette façon, au travers du contrôle de l'absorption d'énergie du circuit de réglage, la marche du générateur et de l'indicateur horaire.

- [0006] Dans une telle montre, les avantages d'une montre mécanique, c'est-à-dire l'absence de piles, sont combinés avec la précision d'une montre à quartz.
- 10

- [0007] EP-A-0239820 et EP-A-679968 décrivent différents circuits électroniques pour commander la vitesse d'un microgénérateur dans lequel un circuit de contrôle surveille en continu la position angulaire du rotor et le freine dès que sa position angulaire est en avance. A cause de leur sensibilité aux erreurs et variations de phase des composants, ces circuits sont difficiles à ajuster.
- 15

- [0008] EP816955, dont le contenu est incorporé par référence, décrit une amélioration aux circuits électroniques de contrôle de microgénérateurs horlogers, dans laquelle le redresseur de tension comporte des transistors commandés par des comparateurs pour remplacer les diodes après le démarrage du circuit.
- 20

- [0009] EP0851322 décrit un microgénérateur pour mouvement de montre comportant un stator avec trois bobines connectées électriquement et un rotor muni de régions magnétisées. Les bobines sont disposées de manière asymétrique autour de l'axe du rotor, afin de faciliter le montage.
- 25

- [0010] WO0063749, dont le contenu est incorporé par référence, décrit un mouvement de montre avec un microgénérateur. Afin d'éviter l'accumulation de charges électriques, les roues et les pignons du rouage

sont reliés électriquement à la terre (c'est-à-dire à la platine) et réalisés dans un matériau non magnétique.

[0011] EP905589 décrit un circuit de freinage pour microgénérateur horloger, comportant un compteur et un circuit de freinage qui freine dès
5 que la valeur accumulée dans le compteur dépasse un seuil.

[0012] Le freinage du microgénérateur de ce type de circuit est généralement effectué en modifiant l'impédance de charge connectée aux bobines du microgénérateur. Dans certains circuits fonctionnant en tout-ou-rien, les bobines sont court-circuitées au moyen d'impulsions de
10 freinage, afin d'appliquer un freinage brutal pendant de brefs instants. Les brusques accélérations et décélérations appliquées résultent en une utilisation peu efficace de l'énergie à disposition. D'autres circuits de freinage proposent par conséquent un freinage progressif en variant la valeur de l'impédance de charge entre plusieurs valeurs discrètes.

15 [0013] Les circuits de freinage connus dans ce type d'application ont cependant pour inconvénient de réduire la tension disponible aux bornes des bobines du stator pendant le freinage. Le problème est particulièrement important lorsque le microgénérateur est dimensionné pour tourner trop rapidement et devoir être freiné et régulé en
20 permanence. Dans ce cas, la tension générée est diminuée en permanence par le freinage, et il devient difficile de garantir une tension suffisante pour alimenter le circuit électronique de régulation de la marche du générateur. Il en résulte la situation paradoxale que lorsque le générateur tourne trop vite, en raison d'une énergie mécanique abondante pour faire osciller la
25 masse de remontage, la tension électrique à disposition pour alimenter le circuit électrique diminue, au point que ce circuit risque parfois de s'arrêter.

[0014] US2005041535 décrit un circuit de freinage pour microgénérateur horloger comportant un circuit redresseur qui peut passer d'un mode simple alternance à un redresseur à double alternance, ce qui a pour
30 conséquence d'augmenter par palier la tension disponible à la sortie du redresseur, d'augmenter le courant induit et de ralentir le rotor. La

commutation du mode de fonctionnement du redresseur entraîne cependant des variations brusques du couple de freinage appliqué au générateur, ce qui est peu favorable à une utilisation efficace de l'énergie disponible.

Bref résumé de l'invention

5 [0015] Un but de la présente invention est de proposer un organe régulateur électronique pour montre-bracelet exempt de ces limitations.

[0016] En particulier, un but de la présente invention est de proposer un organe régulateur électronique pour montre-bracelet qui continue à
10 fournir une tension électrique suffisante même lorsque le générateur tourne rapidement et qu'il doit être freiné de manière énergique ou pendant une longue durée.

[0017] Selon l'invention, ces buts sont atteints notamment au moyen d'un organe régulateur comportant :

un générateur muni d'un rotor et d'un stator avec $M+N$
15 bobines, M et N étant chacun un nombre entier supérieur ou égal à 1 ; et
un circuit électronique de régulation agencé pour contrôler le freinage du rotor, dans lequel le circuit est agencé pour contrôler le freinage exercé par les M bobines différemment du freinage exercé par les N bobines.

20 [0018] Dans un mode de réalisation, seules N bobines sont employées pour contrôler le freinage variable appliqué au rotor, tandis que les autres M bobines ne sont pas employées pour le freinage, ou en tout cas pour contrôler le freinage. Cette solution présente l'avantage de ne freiner que sur N bobines, et de maintenir en permanence au moins M bobines pour
25 alimenter le circuit électronique de régulation, même en période de freinage maximal. On évite ainsi les chutes de tension brusques dues au court-circuitage simultané de toutes les bobines, on simplifie l'électronique, et/ou on obtient plus de flexibilité d'opération, en permettant, par exemple, différentes stratégies de freinage utilisées.

[0019] M est de préférence supérieur ou égal à deux. N est de préférence supérieur ou égal à deux. M et N sont de préférence tous deux supérieur ou égaux à deux. Dans un autre mode de réalisation, M est supérieur ou égal à deux tandis que N est égal à un. Dans un autre mode
5 de réalisation, N est supérieur ou égal à deux tandis que M est égal à un.

[0020] Dans un mode de réalisation, une première impédance de charge Z1 à valeur variable est liée aux N bobines. L'intensité du freinage exercé par les N bobines dépend de la valeur de cette impédance, qui détermine ainsi la vitesse de rotation et l'avance du rotor.

10 [0021] Dans un mode de réalisation, une seconde impédance de charge Z2 à valeur fixe est liée aux M dites bobines. La seconde impédance de charge Z2 à valeur fixe peut être constituée par une impédance discrète, par exemple une résistance discrète ou intégrée dans un circuit intégré. La seconde impédance de charge Z2 à valeur fixe peut aussi être constituée, au
15 moins en partie, par l'impédance d'entrée du circuit électronique de régulation.

[0022] Dans un mode de réalisation, une première impédance de charge Z1 à valeur variable est liée aux N bobines et une seconde impédance de charge Z2 à valeur variable est liée aux autres M bobines. La valeur de
20 l'impédance Z1 est contrôlée indépendamment de la valeur de l'impédance Z2, de manière à contrôler individuellement le freinage exercé par les M bobines et le freinage exercé par les N bobines. Dans un exemple, le freinage appliqué par les M bobines est contrôlé mais inférieur au freinage appliqué par les N autres bobines, de manière à assurer une alimentation
25 électrique suffisante même en cas de freinage maximal.

[0023] Dans un mode de réalisation, les bobines sont réparties en plus de deux groupes, chaque groupe étant lié à une impédance fixe ou variable. Un ou plusieurs groupes de bobines, voire tous les groupes, sont liés à une impédance variable afin de contrôler individuellement l'intensité
30 du freinage exercé par chacun de ces groupes. Un ou plusieurs groupes de bobines est lié à une impédance fixe, ou à une impédance variable mais de

grande valeur, de manière à garantir une alimentation électrique suffisante même en cas de freinage maximal.

[0024] Dans un mode de réalisation, chaque bobine est liée à une impédance variable non partagée, dont l'intensité est contrôlée
5 indépendamment de l'intensité des impédances liées aux autres bobines, de manière à contrôler indépendamment le freinage exercé par chaque bobine.

[0025] L'intensité du freinage exercé par les N+M bobines dépend de la valeur de leur impédance, qui détermine ainsi la vitesse de rotation et
10 l'avance du générateur.

[0026] L'invention concerne ainsi un organe régulateur pour montre bracelet comprenant un rotor et stator avec M+N bobines, dans lequel le nombre de bobines utilisées pour contrôler le freinage est inférieur à M+N.

[0027] Les N bobines utilisées pour contrôler le freinage sont de
15 préférence connectées en série entre elles, et elles sont directement reliées en parallèle avec la première impédance de charge Z1 à valeur ajustable. La première impédance de charge Z1 à valeur ajustable peut être connectée en amont du circuit électronique de régulation. Ainsi, le freinage est particulièrement efficace, même s'il est effectué avec N bobines seulement,
20 parce que ces bobines peuvent être directement court-circuitées, sans pertes dans un circuit intermédiaire.

[0028] La seconde impédance de charge Z2 à valeur fixe peut être parcourue par un courant déterminé par l'ensemble des M+N bobines. La seconde impédance de charge Z2 à valeur fixe peut être connectée en aval
25 du circuit électronique de régulation. Ainsi, la totalité de la tension disponible aux bornes des M+N bobines en série est disponible pour alimenter le circuit électronique de régulation.

[0029] L'impédance de charge à valeur ajustable peut être réalisée avec une ou plusieurs impédances fixes dont les connexions en série et/ou en

parallèle peuvent être modifiées de manière à ajuster l'impédance totale résultante. L'impédance de charge à valeur ajustable peut aussi comporter un ou plusieurs composants dont la valeur peut être contrôlée.

5 [0030] Le circuit électronique de régulation peut comprendre un redresseur et multiplicateur de tension.

10 [0031] Le circuit électronique de régulation peut comprendre un oscillateur à quartz, un système de comptage d'impulsions générées à partir de l'oscillateur à quartz et d'impulsions du générateur, et un système de contrôle de la première impédance de charge Z1 afin d'ajuster la valeur de la première impédance de charge Z1 en fonction du système de comptage.

[0032] Il est aussi possible d'ajuster indépendamment de Z1 la valeur la deuxième impédance de charge Z2, et/ou la valeur totale des impédances Z1+Z2, en fonction du système de comptage.

15 [0033] Le système de comptage d'impulsions du générateur peut compter les impulsions à partir des signaux aux bornes des M+N bobines. Le système de comptage d'impulsions du générateur peut compter les impulsions à partir des signaux aux bornes des M bobines qui ne sont jamais court-circuitées. Le système de comptage d'impulsions du générateur peut compter les impulsions à partir des signaux aux bornes d'une partie
20 des M bobines qui ne sont jamais court-circuitées.

[0034] La première impédance de charge Z1 de valeur ajustable comporte plusieurs impédances discrètes sélectionnables individuellement afin de contrôler la valeur de la première impédance de charge Z1 entre plusieurs valeurs discrètes.

25 [0035] Dans un mode de réalisation, le générateur comporte M+N bobines dont seules N peuvent être court-circuitées. Les M autres bobines peuvent être connectées à une impédance de charge fixe. Seules les N bobines restantes servent au freinage. De cette manière, la tension alternative moyenne disponible aux bornes du circuit électronique de

régulation reste suffisante même pendant le freinage, pour autant que le rotor continue de tourner à vitesse suffisante.

- [0036]** Différentes variantes peuvent être imaginées. Par exemple, le nombre de bobines affectées au freinage ou le nombre de bobines affectées uniquement à la génération de courant électrique peut varier. Il est possible d'utiliser un nombre N variables de bobines affectées au freinage. Dans ce cas une intensité de freinage variable peut être obtenue en modifiant le nombre de bobines affectées au freinage, même si la première impédance de charge reste fixe. Par exemple, lorsque la tension accumulée dans une capacité de stockage est importante et que le générateur continue de tourner trop rapidement, il est possible d'augmenter le nombre de bobines utilisées pour le freinage. Inversement, il est possible de réduire le nombre de bobines affectées au freinage au démarrage ou lorsque le générateur tourne trop lentement.
- 15 **[0037]** Il est ainsi possible de contrôler l'intensité du freinage en contrôlant le nombre N de bobines affectées au freinage. Un freinage faible peut être obtenu en freinant avec un nombre N de bobines affectées au freinage ; un couple de freinage plus important peut être obtenu en augmentant la valeur de N afin de freiner avec plus de bobines.
- 20 **[0038]** Il est possible de modifier l'affectation des bobines. Un premier groupe de bobines peut être utilisé en des premiers instants pour le freinage, et en des deuxièmes instants uniquement pour la production de courant électrique. Un deuxième groupe de bobines peut être utilisé en ces premiers instants pour la production de courant électrique, et en ces
- 25 deuxièmes instants pour le freinage.
- [0039]** Il est possible de freiner avec des intensités de freinage différentes sur différentes bobines ou groupes de bobines. Un premier groupe de bobines peut être connecté à une première impédance de charge $Z1$ ajustable. Un deuxième groupe de bobines peut être connecté à
- 30 une deuxième impédance de charge ajustable. La valeur de la première impédance de charge $Z1$ ajustable peut être différente de la valeur de

- deuxième impédance de charge ajustable. Le circuit électronique de régulation peut contrôler la première impédance de charge Z1 et la deuxième impédance de charge de manière à freiner avec une intensité de freinage différente sur le premier groupe de bobines et sur le deuxième
- 5 groupe de bobines. Il est possible d'utiliser un premier groupe de bobines pour un freinage fort, en connectant ces bobines avec une première impédance. Il est possible d'utiliser un deuxième groupe de bobines pour un freinage plus faible, en connectant ces bobines avec une deuxième impédance de valeur plus importante que la première impédance.
- 10 **[0040]** Il est possible de freiner pendant des durées de freinage différentes sur différentes bobines ou groupes de bobines. Un premier groupe de bobines peut être connecté à une première impédance de charge Z1. Un deuxième groupe de bobines peut être connecté à une
- 15 deuxième impédance de charge. La durée du freinage au moyen de la première impédance de charge peut être différente de la durée du freinage au moyen de la deuxième impédance de charge. Le circuit électronique de régulation peut contrôler la valeur et/ou la connexion de la première impédance de charge et/ou de la deuxième impédance de charge de
- 20 manière à freiner pendant des instants ou des durées de freinage différentes sur le premier groupe de bobines et sur le deuxième groupe de bobines. Il est possible d'utiliser un premier groupe de bobines pour un freinage fort, en appliquant un freinage pendant une première durée sur ce premier groupe de bobines, et d'utiliser un deuxième groupe de
- 25 freinage pour un freinage plus faible, en appliquant à ces bobines un freinage pendant une deuxième durée plus brève que la première durée.
- [0041]** Il est possible de prévoir plus de deux groupes de bobines, et plus de deux impédances de charge. Par exemple, il est possible de prévoir un premier groupe de bobines affectées au freinage fort, un deuxième groupe de bobines affectées au freinage modéré, et un troisième groupe de
- 30 bobines affectées uniquement à la production de courant électrique pour alimenter le circuit électronique de réglage.

[0042] Dans tous les modes de réalisation ci-dessus, les bobines de freinage peuvent aussi être utilisée pour l'alimentation électrique du circuit électronique de réglage, au moins lorsqu'elles ne sont pas entièrement court-circuitées.

- 5 **[0043]** Selon une caractéristique indépendante de l'invention, le freinage appliqué sur au moins une bobine est intermittent. Le freinage appliqué sur N des M+N bobines peut être intermittent. Le freinage appliqué sur toutes les bobines peut être intermittent. Le freinage intermittent peut être combiné avec l'emploi de M+N bobines dont seules
- 10 N sont affectées au contrôle du freinage. Le freinage intermittent peut aussi être appliqué avec des organes régulateurs dans lesquels toutes les bobines exercent un freinage identique. Le freinage intermittent peut être appliqué avec des organes régulateurs dans lesquels toutes les bobines sont utilisées pour contrôler l'intensité du freinage.
- 15 **[0044]** Ainsi l'invention a aussi pour objet un organe régulateur pour montre-bracelet, comportant :
- un générateur muni d'un rotor et d'un stator avec M+N bobines, M et N étant chacun un nombre entier supérieur ou égal à 1 ; et
 - un circuit électronique de régulation agencé pour contrôler le
- 20 freinage du rotor en appliquant des cycles de freinage, chaque cycle comportant une première période de freinage avec une intensité de freinage fixe et une deuxième période de freinage avec une intensité de freinage dépendant de l'avance du générateur.

- [0045]** Le freinage intermittent peut être obtenu en interrompant le
- 25 freinage pendant la première période de durée T1, puis en le rétablissant pendant une seconde période de durée T2. La durée totale du cycle T1+T2 peut être fixe, de préférence 1 seconde, ou n'importe quelle autre valeur. L'organe régulateur peut comporter un circuit électronique de régulation, par exemple un circuit électronique de régulation tel que décrit dans le
- 30 reste de ce document, agencé pour varier la durée totale T1+T2 en fonction de l'énergie disponible dans le barillet et donc de la réserve de marche.

[0046] Dans un mode de réalisation, la durée totale du cycle T1+T2 peut prendre une pluralité de valeurs, par exemple une pluralité de valeurs discrètes, en fonction de l'énergie disponible dans le barillet. Le circuit électronique de régulation est agencé pour indiquer la réserve de marche
5 en variant la durée dudit cycle en fonction de l'énergie disponible dans un barillet. Par exemple, un état presque déchargé du barillet peut être indiqué à l'utilisateur en augmentant fortement la durée des cycles, par exemple en l'augmentant jusqu'à une valeur de 3, 5 ou 10 secondes, ce qui provoque un déplacement irrégulier, par à-coup, de l'aiguille des secondes
10 sur le cadran. Un barillet chargé est indiqué au moyen de cycles courts provoquant un déplacement régulier de l'aiguille, tandis qu'un barillet plus déchargé peut être indiqué au moyen de cycles plus longs provoquant un déplacement plus irrégulier de l'aiguille. Des tests ont montré qu'un tel déplacement par à-coups s'avère, de manière inattendue, plus économe en
15 énergie qu'un fonctionnement à freinage constant.

[0047] Il est possible de prévoir des cycles de freinage comportant plus de deux périodes distinctes, par exemple des cycles de freinage comportant plus d'une période de freinage et/ou plus d'une période de non freinage ou de freinage constant.

20 **[0048]** La durée T1+T2 des cycles peut être réduite lorsque la montre fonctionne en mode chronographe, afin de permettre une mesure précise des durées brèves.

[0049] L'intensité du freinage peut être contrôlée en variant à chaque cycle l'intensité du freinage appliqué pendant la seconde période de
25 freinage de durée T2. Alternativement, ou en outre, l'intensité du freinage peut être contrôlée en variant la durée T2, ou le rapport entre la durée T1 et la durée T2. Alternativement, ou en outre, l'intensité du freinage peut être contrôlée en modifiant le nombre de bobines de freinage.

[0050] L'intensité du freinage peut dépendre de l'avance du générateur,
30 déterminée à l'aide d'un compteur tel que décrit dans le reste de la demande et qui intègre la différence entre le nombre d'impulsions

provenant d'un oscillateur à quartz et le nombre d'impulsions provenant du générateur.

[0051] Les différents modes de réalisation ci-dessus peuvent être combinés entre eux lorsqu'ils ne s'excluent pas.

- 5 **[0052]** Dans la présente demande, l'expression « court-circuiter » signifie « réduire l'impédance à une valeur proche de zéro, mais pas nécessairement égale à zéro ». Par exemple, une bobine sera considérée comme court-circuitée si l'impédance de charge connectée à sa sortie est telle que la tension aux bornes de la bobine descend à un niveau très nettement
- 10 inférieur (par exemple moins de 1 pour-cent) à la tension induite en circuit ouvert, c'est-à-dire lorsque l'impédance de charge est infinie.

Brève description des figures

[0053] Des exemples de mise en œuvre de l'invention sont indiqués dans la description illustrée par les figures annexées dans lesquelles :

- 15 **[0054]** La figure 1 illustre de manière schématique un générateur selon un mode de réalisation de l'invention.

[0055] La figure 2 est un schéma électrique simplifié du circuit électronique selon un mode de réalisation de l'invention

[0056] La figure 3 est un schéma électrique simplifié d'une variante de circuit électronique selon un mode de réalisation de l'invention

- 20 **[0057]** La figure 4 illustre de manière schématique une impédance de charge ajustable Z1 selon un mode de réalisation de l'invention.

Exemple(s) de mode de réalisation de l'invention

[0058] L'organe régulateur pour montre-bracelet comporte un générateur illustré de manière schématique sur la figure 1. Le générateur

- de cet exemple comporte un rotor 12 monté sur l'axe 120 d'un pignon ou d'une roue (non représenté) connecté au rouage d'un mouvement mécanique non représenté dont il règle la vitesse. Le rotor 12 comporte un plateau avec des portions aimantées non représentées, par exemple des
- 5 aimants discrets ou des portions magnétisées, qui génèrent un champ magnétique tournant lorsque le rotor est entraîné en rotation par le rouage d'un mouvement mécanique. Dans une variante, il est aussi possible de prévoir un rotor avec plusieurs plateaux, par exemple un rotor avec deux plateaux coaxiaux superposés l'un au-dessus de l'autre.
- 10 **[0059]** Le générateur comporte en outre un stator avec des bobines 10, 10' disposées de manière à ce que le champ magnétique tournant généré par la rotation du rotor 12 induise des tensions induites dans les bobines. La figure illustre une construction avec six bobines réparties angulairement de manière sensiblement régulière. Le nombre de bobines peut être différent.
- 15 Dans le cas d'un rotor à deux plateaux, les bobines sont avantageusement montées sur un circuit imprimé, par exemple un PCB, passant entre les deux plateaux rotoriques.
- [0060]** Les bobines 10, 10' de cet exemple ont une forme sensiblement ovoïdale, ou sensiblement trapézoïdale, en sorte que leur section grandit
- 20 en s'éloignant du centre du générateur. Cette forme particulière permet de rapprocher au maximum les bobines les unes des autres à proximité du centre, tout en profitant du couplage amélioré offert grâce à la grande section des bobines à l'extérieur. La forme ovoïdale peut par exemple être obtenue par un procédé de bobinage dans lequel la tension de bobinage
- 25 est modifiée à chaque demi-tour, de manière à serrer davantage les spires à l'intérieur qu'à l'extérieur. Cette forme ovoïdale peut aussi être utilisée dans des générateurs horlogers utilisés avec des circuits électroniques de régulation quelconques, par exemple des circuits tels que décrits dans le reste de cette demande, ou des circuits différents-
- 30 **[0061]** D'autres types de générateurs peuvent être utilisés dans le cadre de cette invention, y compris le générateur décrit dans EP-B1-851322 ou

celui décrit dans EP-B1-1171806, le contenu de ces deux brevets étant inclus ici par référence.

- [0062]** La figure 2 illustre un schéma électrique simplifié du circuit électronique 2 de régulation de la vitesse de rotation du rotor selon l'invention. Un certain nombre d'éléments de ce circuit peuvent être identiques à ceux de EP-B1-1276024, dont le contenu est inclus ici par référence. La plupart des éléments de ce circuit, à l'exception des bobines 10, 10', du quartz 23 et éventuellement de la capacité C2, peuvent être réalisés sous la forme d'un circuit intégré, par exemple d'un circuit asic.
- [0063]** Les bobines électriques 10, 10' du stator décrit plus haut sont reliées en série et groupées en deux groupes. Le groupe comprenant les bobines 10' peut par exemple comporter $N=2$ bobines destinées au freinage et à l'alimentation en courant du circuit électronique. Le groupe comprenant les bobines 10 peut par exemple comporter $M=4$ bobines destinées uniquement à l'alimentation en courant du circuit électronique.
- [0064]** L'élément Z1 est une impédance de charge à valeur variable, dans ce mode de réalisation une simple résistance, connectée en parallèle avec les N bobines 10' destinées au freinage. Un exemple de réalisation de l'impédance Z1 est illustré et sera décrit plus bas en relation avec la figure 4. Dans un mode de réalisation, l'impédance de charge Z1 comporte plusieurs résistances 910-916 de valeur variables connectées en parallèle. Des interrupteurs 901-906 sont prévus dans chaque branche du circuit et peuvent être sélectionnés individuellement au moyen d'un signal numérique B0-B31 déterminé en chaque instant par le circuit afin d'adapter l'intensité du freinage à la vitesse ou à l'avance du rotor.
- [0065]** L'élément 3 est un circuit redresseur et multiplicateur de tension qui permet de convertir la tension alternative aux bornes des M+N bobines en une tension V_{dd} continue et multipliée, qui est stockée dans la capacité de stockage C2 et alimente l'ensemble du circuit électronique. Le circuit représenté est basé sur l'utilisation de diodes D1-D3 et de capacités C1 et C3 pour redresser et multiplier le courant. Afin d'éviter les chutes de tension

dans les diodes, elles peuvent avantageusement être remplacées, après le démarrage, par des transistors commandés par des comparateurs comparant la valeur de tension en amont et en aval de la diode, selon le procédé décrit dans EP-B1-1276024.

- 5 [0066] La capacité C2 est une capacité de stockage de valeur relativement importante qui permet de maintenir la tension à la sortie du redresseur 3 à un niveau V_{dd} approximativement constant, même lorsque la tension induite dans les bobines 10, 10' fluctue.

- 10 [0067] L'impédance Z2 est une impédance de charge, dans cet exemple une simple résistance, de valeur préférentiellement fixe, liée aux M bobines d'alimentation 10 et dans ce mode de réalisation également, liée aux N bobines de freinage 10'. « Lié » signifie dans ce contexte qu'une variation de l'impédance de charge Z2 influencerait sur le courant généré par les M+N bobines, ou en d'autres mots que le courant traversant cette impédance de
15 charge Z2 dépend de la tension induite par les M+N bobines 10, 10'. Le terme « fixe » signifie dans ce contexte que la valeur de l'impédance Z2 n'est pas ajustable et qu'elle n'est pas ajustée volontairement ; des variations de cette impédance peuvent cependant se produire au cours de l'utilisation.

- 20 [0068] Cette impédance Z2 peut être constituée par un composant discret, par un composant intégré, ou éventuellement être constituée par l'impédance d'entrée du circuit électronique de régulation 2.

- [0069] Les impédances de charge Z1, Z2 illustrées sur la figure 2 sont des simples résistances. D'autres types d'impédances, y compris des impédances
25 comportant des composantes capacitatives ou inductives, peuvent être employées.

- [0070] L'élément 20 est un comparateur à hystérèse qui compare en chaque instant la tension VM2 aux bornes des M+N bobines 10, 10' et génère un signal rectangulaire qui change de sens à chaque inversion de
30 polarité. Les flancs montants et/ou descendants de ce signal rectangulaire

peuvent donc être utilisés comme impulsions dont le rythme détermine la fréquence de rotation du rotor 12. Dans une variante, le comparateur 20 pourrait comparer la tension VM1 aux bornes des bobines 10 non freinées, ou aux bornes d'une portion de ces bobines non freinées.

- 5 [0071] L'élément 23 est un quartz formant avec l'oscillateur 24 un oscillateur de référence dont la fréquence du signal de sortie est divisée par le diviseur de fréquence 25, afin de correspondre avec la vitesse de rotation à laquelle on souhaite assujettir le rotor 12. Le signal de sortie « down » à la sortie de ce diviseur de fréquence est fourni à l'entrée de
10 décrémentation d'un compteur bidirectionnel 22.

- [0072] L'élément 21 est un circuit d'anti-coïncidence qui permet de décaler les impulsions en sortie du comparateur 20 par rapport aux impulsions en sortie du diviseur de fréquence 25 lorsque ces deux impulsions surviennent au même instant. Le signal de sortie « up » à la
15 sortie de ce circuit d'anti-coïncidence 21 est fourni à l'entrée d'incrémentement du compteur bidirectionnel 22.

- [0073] Le compteur bidirectionnel 22 stocke une valeur binaire B0 :B31 qui est incrémentée à chaque impulsion « up » provenant du générateur, et décrémentée à chaque impulsion « down » provenant de l'oscillateur à
20 quartz 23, 24. Ainsi, la valeur de ce compteur augmente lorsque le générateur tourne trop vite par rapport au signal de référence donné par le quartz, et diminue lorsqu'il tourne moins vite. Ce signal B0 :B31 est utilisé pour ajuster la valeur de l'impédance variable Z1, et donc pour ajuster le couple de freinage.

- 25 [0074] Une logique non représentée peut être prévue à la sortie du compteur 22, ou comme partie de ce compteur, afin d'ajuster le signal numérique B0 :B31 et donc l'intensité du freinage selon une relation linéaire ou de préférence non linéaire par rapport à la valeur comptée. Par exemple, afin d'éviter des chutes de tension momentanées, il est possible
30 de supprimer tout freinage lorsque le rotor 12 du générateur 10,12 tourne très lentement, même s'il est en avance par rapport au signal de

l'oscillateur à quartz, afin que la valeur de tension permettant l'alimentation du circuit soit rapidement atteinte. Le couple de freinage appliqué peut par exemple comporter une composante proportionnelle à la différence de vitesse momentanée, à la dérivée de cette différence, et/ou à l'intégrale de cette différence. Un freinage massif peut par ailleurs être prévu en cas de vitesse excessive, ou au contraire de vitesse très lente, afin d'arrêter la montre lorsque les indications affichées risquent d'être incorrectes. Le freinage est de préférence interrompu en phase de démarrage, afin de faire tourner le rotor en rotation libre et d'atteindre le plus rapidement possible une tension induite suffisante pour alimenter l'électronique.

[0075] Le freinage est donc effectué uniquement au moyen des N bobines 10' qui sont liées à l'impédance de charge variable Z1 dont la valeur décroît lorsque la valeur comptée par le compteur 22 augmente, afin de freiner le générateur par un courant important. En revanche, les M autres bobines 10 sont liées à une impédance de charge Z2 pratiquement constante, en sorte que la tension alternative VM1 aux bornes de ces autres bobines reste pratiquement constante (en valeur moyenne ou RMS), même lorsque le générateur est freiné. Cela permet de conserver une tension VM2 aux bornes des bobines 10, 10' suffisante pour alimenter le circuit électronique 2, même pendant le freinage.

[0076] La tension d'alimentation V_{dd} est donc maintenue à une valeur élevée, de préférence suffisante pour alimenter le circuit électronique 2, même pendant les périodes de freinage. En revanche le couple de freinage appliqué avec un nombre réduit de bobines est réduit. Il est donc possible, grâce à ce circuit, de freiner plus longtemps que si le freinage était effectué de manière brusque avec toutes les bobines.

[0077] Dans un mode de réalisation, le dispositif est dimensionné de manière à ce que lors d'un usage normal de la montre, le rotor est freiné en permanence, ou presque en permanence, avec des intensités de freinage variables, afin de le faire tourner à sa vitesse nominale. Ce mode de fonctionnement permet d'économiser l'énergie disponible et donc la

réserve de marche de la montre, tout en limitant le risque que le circuit électronique s'arrête suite à un freinage brusque. De cette manière, un tel freinage permanent peut servir à rendre le circuit et le système moins sensibles aux perturbations.

- 5 [0078] Dans un autre mode de réalisation, des cycles de freinage sont appliqués au rotor. Chaque cycle comporte par exemple une première période de durée T1 pendant lequel le rotor tourne librement sans être freiné par les bobines, et une deuxième période de durée T2 pendant lequel l'intensité du freinage est contrôlée en fonction de l'avance du
- 10 générateur, de manière à contrôler la marche de la montre. La montre avance ainsi à vitesse irrégulière, en accélérant pendant les périodes de durée T1 et en décélérant pendant les périodes de durée T2. Des tests ont montré que, de manière inattendue, ce mode de fonctionnement s'avère économe et permet de prolonger la durée de marche de la montre. Il est
- 15 possible de prévoir des cycles comportant plus d'une période de freinage et/ou plus d'une période de non freinage. Il est possible de ne pas interrompre complètement le freinage pendant la durée T1, mais de le réduire, ou d'appliquer un freinage constant.

- [0079] La durée totale T1+T2 de chaque cycle peut être fixe. Le rapport
- 20 entre T1 et T2 peut varier de manière à contrôler la marche de la montre en ajustant la durée du freinage. La durée de chaque cycle T1+T2 est avantageusement suffisamment brève pour que l'utilisateur ne perçoive pas, ou guère, le mouvement irrégulier de l'aiguille des secondes. Cette durée peut être ajustée en fonction de l'énergie disponible dans le barillet,
- 25 de manière à prolonger la durée du cycle et à fonctionner de manière plus efficace lorsque le barillet se décharge. Un état de barillet très déchargé, peu de temps avant que la montre ne s'arrête, peut être indiqué au moyen d'une durée de cycle T1+T2 très longue, par exemple supérieure à 3
- 30 secondes, de préférence supérieure à 5 secondes, par exemple de 10 secondes. Une telle durée produit un mouvement saccadé de l'aiguille des secondes, très perceptible, indiquant à l'utilisateur la nécessité de remonter sa montre.

[0080] Dans la figure 2, l'impédance de charge fixe Z2 pour les bobines 10 et 10' alimentant le circuit est en aval du redresseur et multiplicateur 3, tandis que l'impédance de charge variable Z1 pour les bobines 10' servant également au freinage sont en amont de ce redresseur 3. Il est aussi possible, comme illustré schématiquement sur la figure 3, de prévoir une impédance de charge fixe Z2 pour les bobines 10 et 10' alimentant le circuit en amont du redresseur et multiplicateur 3 ; les autres composants du circuit peuvent être identiques à ceux de la figure 2.

[0081] Dans une autre variante, non illustrée, il est aussi possible d'utiliser toutes les bobines 10, 10' pour le freinage, mais avec des intensités de freinage différentes. Ainsi, un premier groupe de M bobines peut être lié à une première impédance de charge de valeur ajustable et un deuxième groupe de N bobines peut être lié à une deuxième impédance de charge de valeur ajustable, la valeur de la première impédance de charge étant différente de la valeur de la deuxième impédance de charge, au moins à certains instants. Cela permet par exemple d'utiliser toutes les impédances pour le freinage, mais avec des contributions différentes. Il est possible par exemple d'utiliser un des groupes de bobines pour le freinage uniquement lorsqu'un freinage intensif est nécessaire, tandis que l'autre groupe sera utilisé plus fréquemment, et/ou avec des intensités de freinage plus élevées. Il est aussi possible d'avoir plus de deux groupes de bobines, chaque groupe étant lié, au moins à certains instants, à des impédances de charge différentes.

[0082] Il est aussi possible d'employer des durées de freinage distinctes pour différentes bobines, pendant chaque période du signal électrique. Par exemple, un premier groupe de bobines peut être utilisé pour freiner pendant une première durée, par exemple en permanence, tandis qu'un autre groupe de bobines distinctes peut être utilisé pour freiner seulement pendant une deuxième durée non nulle mais inférieure à la première durée.

[0083] Il est possible d'interrompre le freinage de toutes les bobines pendant un bref instant à chaque fois que la tension de sortie des bobines

est maximale, afin d'exploiter ce pic de tension pour charger la capacité de stockage C2. La durée d'interruption peut varier selon les bobines.

[0084] Dans une autre variante non illustrée, la sélection de bobines 10' dont la valeur est ajustée afin de varier le couple de freinage est modifiée.

- 5 Un premier groupe de bobines est utilisé pour le freinage en un premier instant, et un deuxième groupe est utilisé pour le freinage en un deuxième instant.

- [0085]** La figure 4 illustre un exemple d'impédance de charge de valeur ajustable Z1 selon un mode de réalisation de l'invention. La valeur de
- 10 l'impédance Z1 dépend des signaux numériques B0-B31 du compteur 22 (ou des signaux numériques dérivés des signaux à la sortie du compteur). Comme déjà mentionné, l'impédance Z1 peut être connectée directement aux bornes des bobines de freinage 10', en amont du redresseur 2. Il est aussi possible de prévoir une impédance de charge pour le freinage en aval
- 15 d'un redresseur, et/ou plusieurs impédances à valeur variable attribuées individuellement au freinage avec les différentes bobines de freinage 10'.

- [0086]** L'impédance Z1 comprend dans cet exemple de mode de réalisation plusieurs résistances 900 à 906, par exemple des résistances intégrées dans un circuit intégré. Chaque résistance 900 à 906 est connectée
- 20 en série avec un interrupteur 910 à 916, respectivement. Les interrupteurs 910 à 916 sont commandés par les signaux B0 à B4 et B30-B31 provenant du compteur 22 (ou d'une logique en aval de ce compteur 32). La valeur des différentes résistances 910 à 916 est inversement proportionnelle au poids des bits B0 à B31, en sorte que l'activation du bit B31, par exemple, produit
- 25 un freinage nettement plus important que l'activation du bit B0.

[0087] Les interrupteurs 900 à 906 peuvent être constitués par des transistors à effet de champ de type N, qui sont bloqués lorsque la tension de grille est nulle, et passants si cette tension prend la valeur logique 1.

- [0088]** Un transistor à effet de champ supplémentaire 920 peut être mis
- 30 en série avec l'ensemble des résistances, afin d'augmenter l'impédance

lorsque ce transistor est bloqué et qu'aucun freinage n'est souhaité. Ce transistor 920 peut être par exemple un transistor à canal P commandé par un signal LV actif (à 0) par exemple lors du démarrage, ou à d'autres instants lorsque le freinage doit être interrompu.

- 5 [0089] Afin d'assurer une commutation propre des transistors 900 à 906 et 920, et des états passants, respectivement bloqués clairement différenciés, il est possible d'employer des multiplicateurs de tension afin de multiplier les tensions appliqués aux grilles de ces transistors.

Numéros de référence employés sur les figures

10	Bobines du stator qui servent uniquement à l'alimentation électrique
10'	Bobines du stator qui servent au freinage et à l'alimentation
12	Rotor magnétique
120	Axe du rotor
2	Circuit électronique de régulation
20	Comparateur à hystérèse - du système de comptage d'impulsions du générateur
21	Circuit d'anticoïncidence
22	Compteur du système de comptage d'impulsions du générateur et du système de comptage d'impulsions de l'oscillateur à quartz
23	Quartz
24	Oscillateur
25	Diviseur de fréquence
3	Redresseur et multiplicateur de tension
900 :906	Interrupteurs (Transistors N-FET)
910 :916	Résistances intégrées
920	Interrupteur (Transistor P-FET)
B0 :B31	Signaux de contrôle de l'impédance Z1
C1	Première capacité
C2	Deuxième capacité de stockage
C3	Troisième capacité
D1	Première diode du redresseur
D2	Deuxième diode du redresseur
D3	Troisième diode du redresseur
LV	Signal d'interruption du freinage
Z1	Première impédance de charge (ajustable)
Z2	Deuxième impédance de charge (fixe ou ajustable)
VM1	Tension aux bornes des bobines 10
VM2	Tension aux bornes des bobines 10+10'
VM3	Tension aux bornes des bobines 10'
Vdd	Tension à la sortie du redresseur-multiplicateur
Vss	Tension de terre

Revendications

1. Organe régulateur pour montre-bracelet, comportant :
 - un générateur muni d'un rotor (12) et d'un stator avec M+N bobines (10, 10'), M et N étant chacun un nombre entier supérieur ou égal à 1 ; et
 - 5 un circuit électronique de régulation (2) agencé pour contrôler le freinage du rotor (12), caractérisé en ce que le circuit (2) est agencé pour contrôler le freinage exercé par les M bobines (10) différemment du freinage exercé par les N bobines (10').
2. L'organe régulateur de la revendication 1, dans lequel M et N sont tous
10 deux supérieurs ou égaux à 2.
3. L'organe régulateur de l'une des revendications 1 ou 2, dans lequel le circuit électronique de régulation (2) comporte une première impédance de charge (Z1) de valeur ajustable afin d'ajuster le courant dans les N desdites M+N bobines (10'), et donc la vitesse de rotation du rotor.
- 15 4. L'organe régulateur de l'une des revendications 1 à 3, caractérisé par une seconde impédance de charge (Z2) à valeur fixe, ladite seconde impédance de charge étant liée au moins auxdites M bobines (10).
5. L'organe régulateur de l'une des revendications 1 à 4, dans lequel M et N sont fixes et ne varient pas lors de l'opération du générateur.
- 20 6. L'organe régulateur de l'une des revendications 1 à 4, dans lequel le circuit électronique de régulation est agencé pour varier M et N lors de l'opération du générateur, de manière à varier le nombre de bobines affectées au contrôle du freinage.
7. Organe régulateur selon l'une des revendications 3 à 6, dans lequel
25 ladite première impédance de charge (Z1) à valeur ajustable est connectée en parallèle avec lesdites N bobines (10')

8. Organe régulateur selon la revendication 7, dans lequel lesdites M bobines (10) ne sont pas connectées en parallèle avec ladite première impédance de charge (Z1) à valeur ajustable.
- 5 9. Organe régulateur selon l'une des revendications 3 à 8, dans lequel la première impédance de charge à valeur ajustable (Z1) est connectée en amont du circuit électronique de régulation (2).
10. Organe régulateur selon l'une des revendications 4 à 9, dans lequel la seconde impédance de charge (Z2) à valeur fixe est parcourue par un courant (i_2) déterminé par l'ensemble desdites M+N bobines.
- 10 11. Organe régulateur selon la revendication 10, dans lequel la seconde impédance de charge (Z2) à valeur fixe est connectée en aval dudit circuit électronique de régulation (2).
12. Organe régulateur selon l'une des revendications 1 à 11, dans lequel lesdites M bobines (10) sont connectées en série avec lesdites N bobines (10'), le circuit électronique de régulation (2) étant alimenté par la tension (VM2) aux bornes des M+N bobines (10,10').
- 15 13. Organe régulateur selon l'une des revendications 3 à 12, dans lequel la première impédance de charge (Z1) de valeur ajustable comporte plusieurs impédances discrètes (910-916) sélectionnables individuellement afin de
- 20 contrôler la valeur de la première impédance de charge (Z1) entre plusieurs valeurs discrètes.
14. Organe régulateur selon l'une des revendications précédentes, dans lequel ledit circuit électronique de régulation (2) est agencé pour contrôler le freinage du rotor (12) en appliquant des cycles de freinage, chaque cycle
- 25 comportant une première période de freinage avec une intensité de freinage fixe et une deuxième période de freinage avec une intensité de freinage dépendant de l'avance du rotor (12).

15. Organe régulateur selon la revendication 14, dans lequel ledit circuit électronique de régulation (2) est agencé pour modifier l'intensité de freinage pendant ladite deuxième période, et pour garder une intensité de freinage constante pendant ladite première période.
- 5 16. Organe régulateur selon la revendication 15, dans lequel ledit circuit électronique de régulation (2) est agencé pour garder une intensité de freinage nul pendant ladite première période.
17. Organe régulateur selon l'une des revendications 14 à 16, dans lequel ledit circuit électronique de régulation (2) est agencé pour modifier la
- 10 durée (T1+T2) desdits cycles.
18. Organe régulateur selon la revendication 17, dans lequel ledit circuit électronique de régulation (2) est agencé pour indiquer la réserve de marche en variant la durée (T1+T2) desdits cycles en fonction de l'énergie disponible dans un barillet.
- 15 19. Organe régulateur selon l'une des revendications 1 à 18, dans lequel ledit circuit électronique de régulation (2) comprend un oscillateur à quartz (23-24), un système de comptage (22) d'impulsions (down) générées à partir de l'oscillateur à quartz et d'impulsions (up) générées à partir des signaux à la sortie desdites bobines (10, 10'), et un système de contrôle (900-906) de
- 20 ladite première impédance de charge (Z1) afin d'ajuster la valeur de ladite première impédance de charge en fonction du système de comptage.
20. Organe régulateur selon l'une des revendications 1 à 19, dans lequel lesdites bobines (10, 10') ont une forme ovoïdale.
21. Mouvement de montre comportant un organe régulateur selon l'une
- 25 des revendications précédentes.

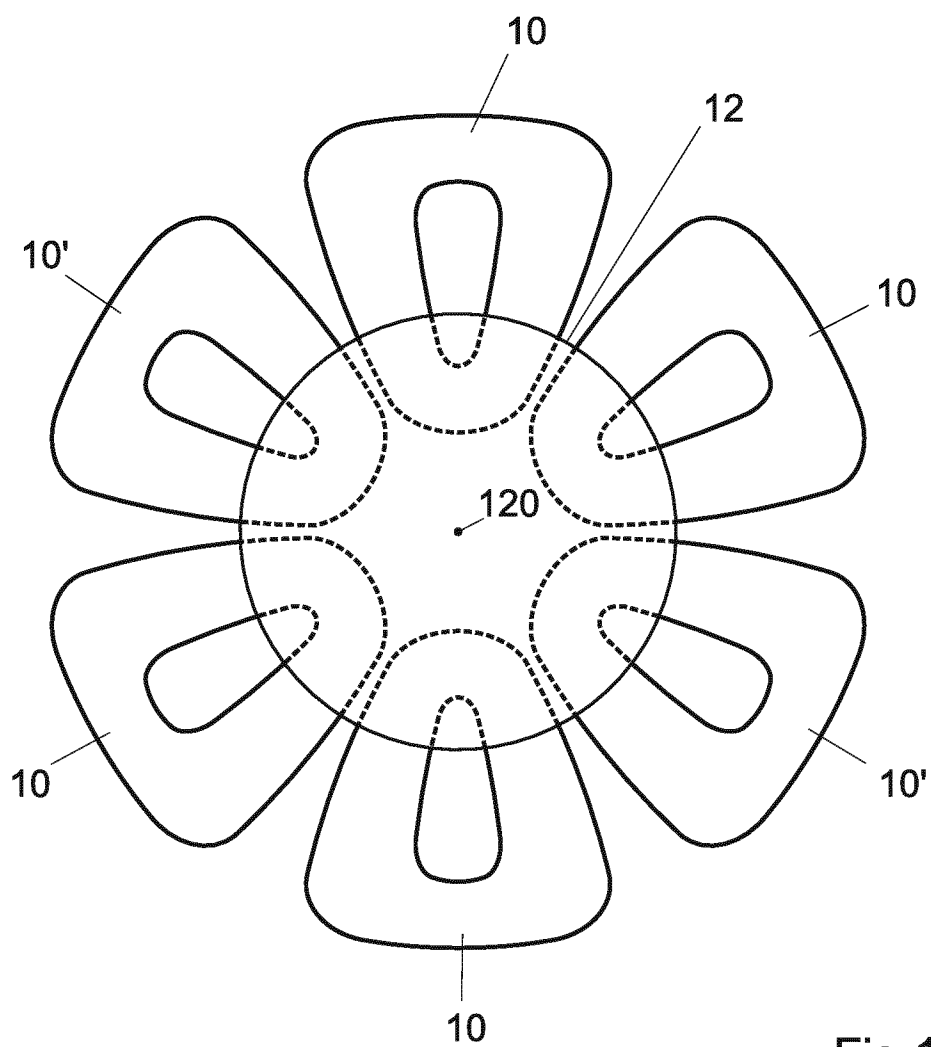


Fig.1

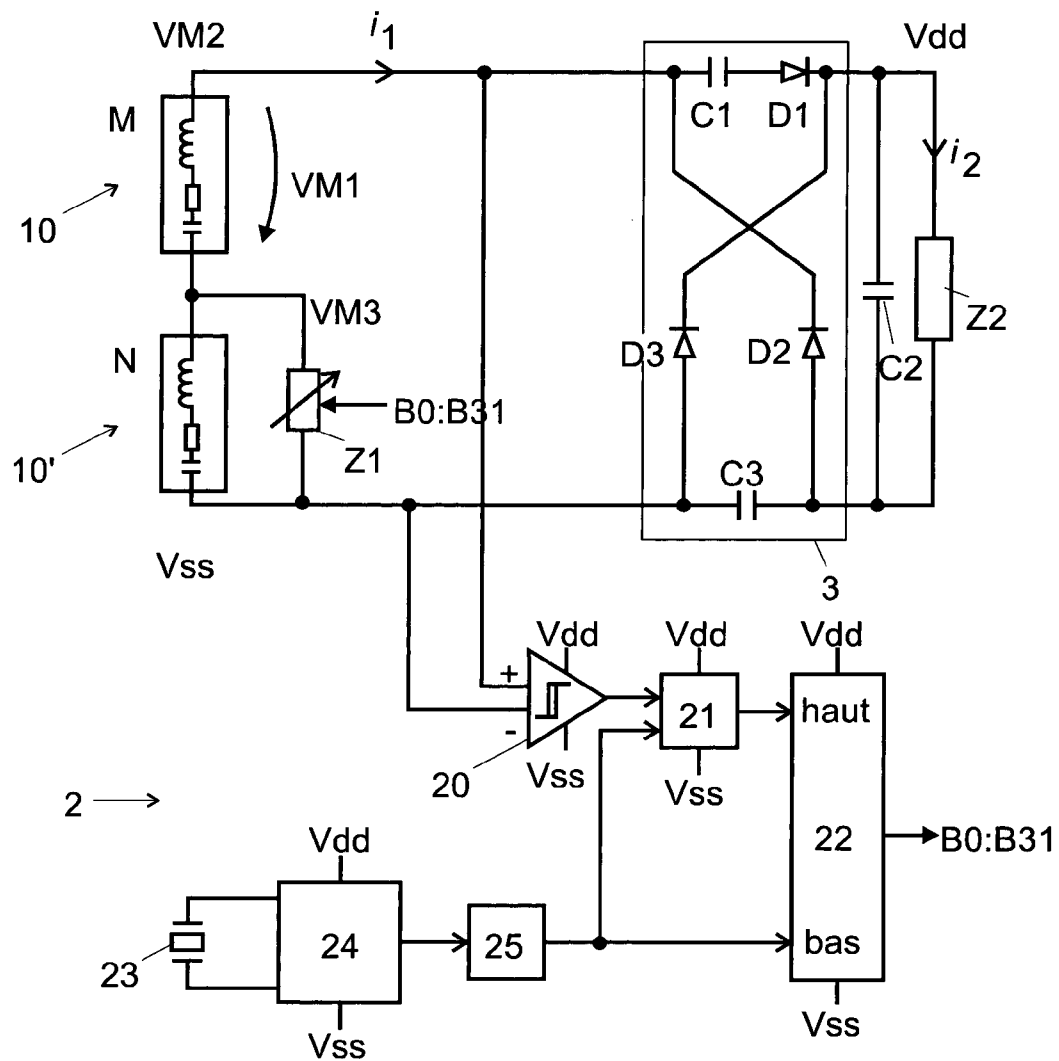


Fig.2

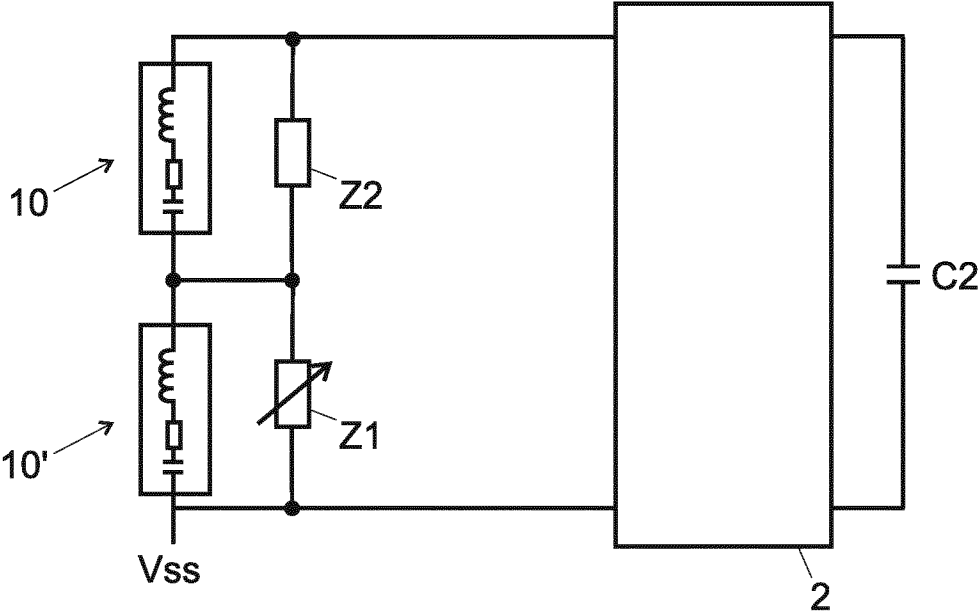
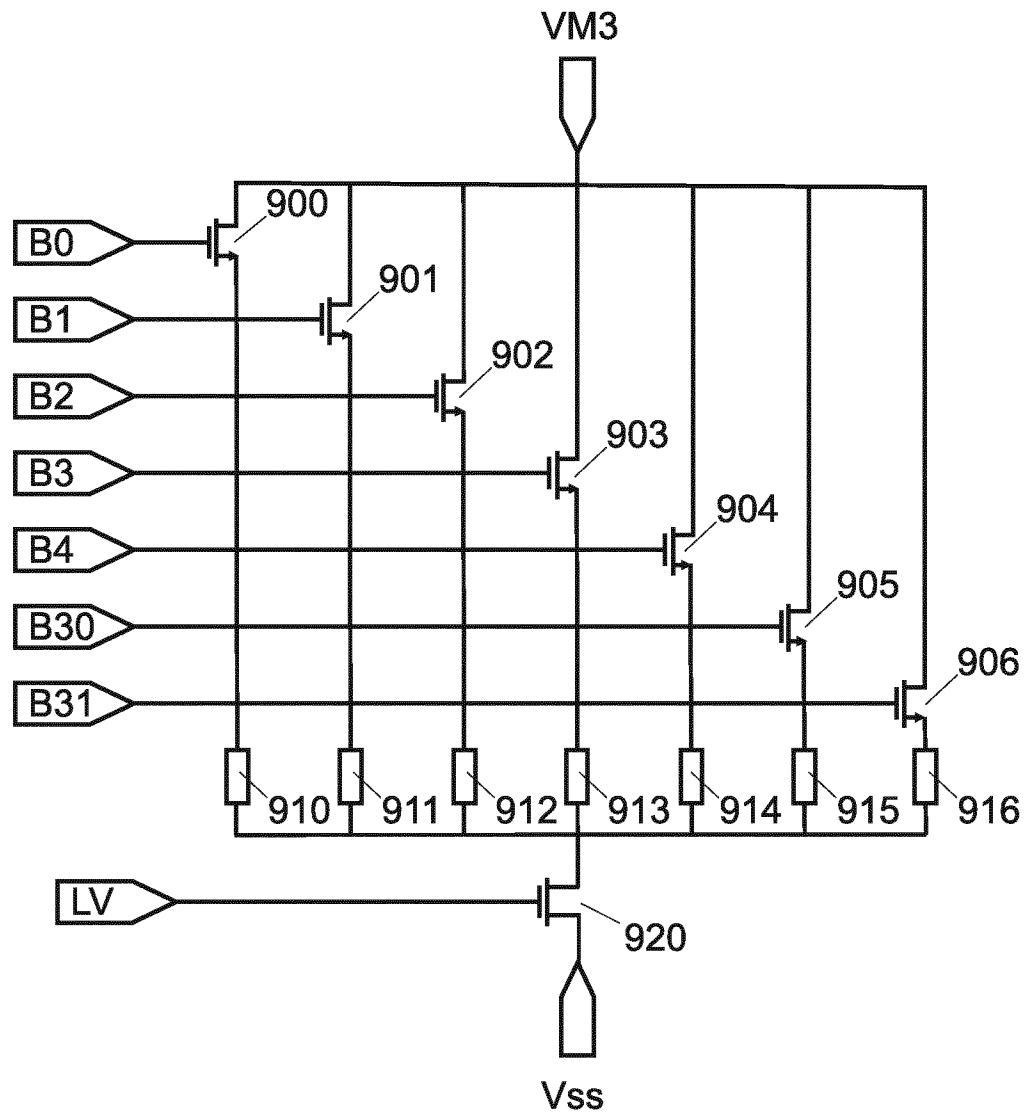


Fig.3



Z1

Fig.4