

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

②①

N° 81 04360

⑤④ Montage destiné à transmettre des signaux sous forme numérique.

⑤① Classification internationale (Int. Cl.³). G 01 R 33/02; G 01 P 3/487; H 03 K 3/45.

②② Date de dépôt..... 4 mars 1981.

③③ ③② ③① Priorité revendiquée : RFA, 6 mars 1980, n° P 30 08 527.9.

④① Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 37 du 11-9-1981.

⑦① Déposant : DODUCO Eugen Dürrwächter, résidant en RFA.

⑦② Invention de : Hans-Jürgen Gevatter et Gerhard Waldhauer.

⑦③ Titulaire : *Idem* ⑦①

⑦④ Mandataire : André Netter, conseil en brevets d'invention,
40, rue Vignon, 75009 Paris.

La présente invention part d'un montage destiné à mesurer, sous forme numérique, un changement d'état, lié à une variation de champ magnétique, et à permettre au signal de réponse numérique, obtenu par cette mesure, d'être transmis
5 par l'intermédiaire d'une boucle de ligne électrique à laquelle est appliquée une tension continue constante ou un courant continu constant et dans laquelle se trouvent le collecteur et l'émetteur d'un transistor ou d'un quadripôle actif analogue dont le circuit de base comprend un transducteur magnéto-
10 électrique.

Il est connu d'interposer entre l'endroit où se produit le changement d'état (lieu de mesure) et l'endroit où le changement d'état est signalé (lieu de signalisation), par exemple un poste de commande, deux lignes électriques de
15 télécommande et de relier celles-ci, soit par une source de courant constant, soit par une source de tension constante ainsi que par des organes de commutation électriques, lesquels comprennent un transistor ou un quadripôle analogue, de façon à obtenir un circuit fermé. Le transistor est monté de façon
20 à être normalement bloqué et à ne devenir conducteur qu'au moment où le transducteur magnéto-électrique du circuit de base transmet un signal déterminé à la base du transistor. Cela provoque d'une part, dans le cas où une tension constante est appliquée au circuit de télécommande, une variation de
25 l'intensité du courant mais d'autre part, dans le cas où un courant constant est appliqué au circuit de télécommande, une variation des conditions de tension dans le circuit de télécommande. Dans les deux cas la variation produite est indiquée par des dispositifs indicateurs connus.

On connaît l'utilisation de composants semiconducteurs sensibles à des champs magnétiques, notamment de générateurs Hall, en tant que transducteurs magnéto-électriques dans des montages de ce genre. Ces transducteurs ont pour inconvénient d'être des composants sensibles à la température et actifs qui
35 nécessitent une alimentation en courant pour la mesure du changement d'état et pour l'émission d'un signal de réponse correspondant.

La présente invention a pour objet de créer un montage du genre mentionné plus haut mais qui soit robuste et,
40 autant que possible, ne nécessite pas de source de courant.

séparée sur le lieu de mesure.

Ce but est atteint suivant l'invention par le fait que le transducteur magnéto-électrique est constitué par un élément magnétique bistable qui est associé par couplage magnétique à un enroulement électrique (détecteur) situé dans le circuit de base du transistor.

En tant qu'éléments magnétiques bistables, également appelés noyaux de commutation magnétiques bistables, il convient d'utiliser notamment des fils du type dit Wiegand dont la constitution et la fabrication sont décrites dans la Demande de Brevet allemand publiée N° 2 143 326. Des fils Wiegand sont, quant à leur composition, des fils ferromagnétiques homogènes (par exemple en un alliage de fer et de nickel, de préférence 48 % de fer et 52 % de nickel, ou en un alliage de fer et de cobalt, ou en un alliage de fer avec du cobalt et du nickel, ou encore en un alliage de cobalt avec du fer et du vanadium, de préférence 52 % de cobalt, 38 % de fer et 10 % de vanadium), qui par suite d'un traitement mécanique et thermique spécial possèdent un noyau magnétique doux et une enveloppe magnétique dure, c'est-à-dire que l'enveloppe présente une force coercitive supérieure à celle du noyau. Des fils Wiegand présentent typiquement une longueur de 5 à 50 mm, de préférence de 20 à 30 mm. Si un fil Wiegand, dans lequel le sens d'aimantation du noyau magnétique doux correspond au sens d'aimantation de l'enveloppe magnétique dure, est placé dans un champ magnétique extérieur dont la direction correspond à la direction de l'axe du fil mais dont le sens est opposé au sens d'aimantation du fil Wiegand, alors le sens d'aimantation du noyau doux du fil Wiegand se trouve inversé en cas de dépassement d'une intensité de champ d'environ 16 A/cm. Cette inversion est également appelée remise à l'état initial. En cas d'une nouvelle inversion du sens du champ magnétique extérieur, le sens d'aimantation du noyau s'inverse à nouveau dès que l'intensité du champ magnétique excède une valeur critique, de sorte que le noyau et l'enveloppe se trouvent de nouveau aimantés parallèlement. Cette inversion du sens d'aimantation s'effectue très rapidement et s'accompagne d'une forte variation correspondante du flux magnétique par unité de temps (effet Wiegand). Cette variation du flux magnétique peut induire dans une bobine d'induction une impulsion de tension (impulsion Wiegand) courte et très forte (pouvant en

fonction du nombre de spires et de la résistance de charge de la bobine d'induction atteindre jusqu'à environ 12 volts).

Lors de la remise du noyau à son état initial une impulsion est également produite dans une bobine d'induction
5 mais cette impulsion présente, par rapport au cas du passage du sens d'aimantation antiparallèle à celui parallèle, une amplitude sensiblement plus faible et de signe contraire.

Si l'on choisit comme champ magnétique extérieur un champ alternatif, capable d'inverser d'abord l'aimantation du
10 noyau et ensuite celle de l'enveloppe et de les amener chacun à l'état de saturation magnétique, alors il se produit, par suite du changement du sens d'aimantation du noyau magnétique doux, des impulsions Wiegand présentant alternativement une polarité positive et une polarité négative et on peut alors
15 parler d'une excitation symétrique du fil Wiegand. Pour cela il faut des intensités de champ d'environ - (80 à 120 A/cm) à + (80 à 120 A/cm). L'inversion de l'aimantation de l'enveloppe se produit également brusquement et conduit aussi à une impulsion dans la bobine d'induction, mais cette impulsion est
20 beaucoup plus faible que celle induite lors de l'inversion de l'aimantation du noyau et n'est pas exploitée dans la plupart des cas.

Si l'on choisit, par contre, comme champ magnétique extérieur un champ capable d'inverser seulement le sens d'aimantation du noyau doux et non pas celui de l'enveloppe dure,
25 alors les fortes impulsions Wiegand ne se produisent qu'avec une même polarité et on peut alors parler d'une excitation asymétrique du fil Wiegand. Pour cela il faut dans un sens une intensité de champ d'au moins 16 A/cm (pour ramener le fil
30 Wiegand à l'état initial) et dans le sens inverse une intensité de champ d'environ 80 à 120 A/cm.

Il est caractéristique de l'effet Wiegand que les impulsions produites par cet effet sont, quant à leurs amplitude et
largeur, dans une large mesure indépendantes de la vitesse de
35 variation du champ magnétique extérieur et présentent un rapport signal/bruit élevé.

Dans le cadre de l'invention peuvent également être utilisés des éléments magnétiques bistables conçus différemment,
à condition que ceux-ci comportent deux régions couplées magnéti-
40 quement entre elles et présentant l'une par rapport à l'autre une

dureté magnétique (force coercitive) différente et puissent, de manière analogue à des fils Wiegand, servir à la génération d'impulsions par inversion rapide, induite, de l'aimantation de la région magnétique douce. Ainsi il est décrit par exemple
5 dans le Brevet allemand N° 2 514 131 un noyau de commutation magnétique bistable présenté sous la forme d'un fil qui est constitué d'un noyau magnétique dur (par exemple en nickel-cobalt), d'une couche intermédiaire conductrice de l'électricité (par exemple en cuivre) déposée sur le noyau et d'une
10 couche magnétique douce (par exemple en nickel-fer) déposée sur la couche intermédiaire. Une autre variante comporte en outre un noyau formé d'un conducteur intérieur dépourvu de perméance (par exemple en béryllium-cuivre) sur lequel est alors déposée la couche magnétique dure sur laquelle est
15 ensuite déposée la couche intermédiaire qui est enfin recouverte de la couche magnétique douce. Ce noyau de commutation magnétique bistable connu génère toutefois des impulsions de commutation plus faibles que celles générées par un fil Wiegand.

Suivant l'invention un élément magnétique bistable
20 et l'enroulement détecteur correspondant, lequel est relié par voie de conduction électrique à la base du transistor, servent ensemble à déclencher un signal électrique en forme d'impulsion, en tant que réponse à une certaine variation de champ magnétique au niveau de l'élément magnétique bistable, ainsi qu'à transmettre
25 cette impulsion par l'intermédiaire de lignes de télécommande au lieu de signalisation, puisque cette impulsion produite dans l'enroulement détecteur est amenée à la base du transistor et rend ce dernier conducteur de sorte que dans la boucle de ligne entre le lieu de mesure et le lieu de signalisation (circuit
30 émetteur-collecteur du transistor) il se produit, en cas d'application d'une tension constante, une variation de l'intensité du courant mais, en cas d'application d'un courant constant, une variation de la tension.

Or l'élément magnétique bistable et l'enroulement
35 détecteur peuvent fonctionner sans source de tension extérieure et il suffit, sur le lieu de mesure, d'établir une connexion électrique entre l'enroulement détecteur et le transistor.

Un avantage particulier du montage suivant l'invention réside en ce que le processus d'inversion de l'aimantation de
40 l'élément magnétique bistable, qui déclenche l'impulsion caracté-

ristique, est dans un large intervalle de température sensiblement indépendant de la température. En outre, les impulsions produites présentent un rapport signal/bruit élevé et la forme et l'amplitude des impulsions sont indépendantes du mode particulier et de la vitesse du déclenchement des impulsions.

L'utilisation d'un élément magnétique bistable dans le montage suivant l'invention a donc pour avantage de permettre un fonctionnement très sûr et de réduire le risque d'incident à un minimum.

Pour obtenir des signaux avec un bon rendement, il est recommandable d'utiliser, comme élément magnétique bistable, un fil Wiegand et de placer l'enroulement détecteur autour de l'élément magnétique bistable.

L'excitation de l'élément magnétique bistable en vue de produire des impulsions peut se réaliser de toutes les manières possibles. La condition de toute excitation est évidemment que l'élément magnétique bistable se trouve au niveau d'un champ magnétique variable dans le temps, la façon dont le champ magnétique est créé étant de peu d'importance. Si le champ magnétique est alternatif et varie suffisamment pour permettre une excitation symétrique (dans le cas de fils Wiegand il faut pour cela des intensités de champ d'environ $\pm$ (80 à 120 A/cm), alors il est déclenché dans l'enroulement détecteur un train d'impulsions alternatives dont cependant seules les impulsions d'une polarité peuvent être utilisées pour rendre le transistor conducteur. Des champs magnétiques alternatifs plus faibles ne permettent que l'excitation asymétrique de l'élément magnétique bistable qui, dans le cas de fils Wiegand, nécessite dans un sens, à savoir pour inverser le sens d'aimantation de la région magnétique douce de façon à le rendre parallèle au sens d'aimantation de la région magnétique dure, une intensité de champ d'environ 80 à 120 A/cm, alors que pour faire passer le sens d'aimantation de la région magnétique douce à nouveau de l'orientation parallèle à celle antiparallèle il faut un champ magnétique, en sens opposé, d'environ - 16 A/cm seulement. En cas d'excitation asymétrique par un champ magnétique alternatif correspondant il se produit dans l'enroulement détecteur une suite d'impulsions de polarité constante.

L'une des nombreuses applications possibles pour le montage suivant l'invention est la surveillance, sans contact,

de la vitesse de rotation de rotors. A cette fin on peut monter sur le rotor des aimants qui présentent des sens d'aimantation opposés et sont amenés, par la rotation du rotor, à passer périodiquement devant l'élément magnétique bistable de façon à créer, au niveau de l'élément magnétique bistable, un champ magnétique alternatif qui produit dans l'enroulement détecteur un train d'impulsions dont la fréquence est directement proportionnelle à la vitesse de rotation du rotor. Etant donné que la durée des impulsions dans le cas de fils Wiegand est typiquement de 20 microsecondes, le fil Wiegand peut produire des fréquences d'impulsions allant jusqu'au delà de 10 kHz.

Dans d'autres applications il peut suffire qu'un changement d'état sur le lieu de mesure ne soit signalé que par une seule impulsion, comme par exemple en cas d'actionnement de touches de commutation ou de commutateurs de fin de course. Pour cela un coulisseau de commande solidaire du commutateur peut être muni d'un aimant permanent qui, en cas d'actionnement du commutateur, s'approche de l'élément magnétique bistable de façon à permettre à celui-ci de produire une impulsion, ou bien à côté de l'élément magnétique bistable peut être disposé, de manière fixe par rapport à ce dernier, un aimant permanent qui est influencé de telle manière par une pièce ferromagnétique en mouvement que son champ varie au niveau de l'élément magnétique bistable et que celui-ci se trouve amené à produire une impulsion.

Si le changement d'état se produisant sur le lieu de mesure et devant être signalé ne détermine pas directement un changement de signe d'un champ magnétique mais seulement une variation de l'intensité d'un champ sans changement de signe, on peut néanmoins permettre à l'élément magnétique bistable d'être excité de façon à produire une impulsion en associant à ce dernier, par couplage, un aimant permanent dont le champ magnétique est opposé au champ magnétique variable et qui soumet l'élément magnétique bistable à une "polarisation" magnétique, c'est-à-dire qu'il lui communique une préaimantation. Le champ magnétique statique et le champ magnétique variable se superposent alors au niveau de l'élément magnétique bistable. Si, par exemple, le champ variable au niveau de l'élément magnétique se trouve modifié du fait qu'un aimant permanent s'approche de l'élément magnétique bistable, alors cet aimant permanent affaiblit d'abord le champ de

l'autre aimant permanent, au niveau de l'élément magnétique bistable jusqu'à ce que, pour une distance déterminée, le champ magnétique résultant change de sens, après quoi pour une distance plus réduite le champ de l'aimant en mouvement prévaut sur le champ statique de l'aimant immobile. Ainsi l'élément magnétique bistable peut, moyennant des intensités de champ suffisantes, être excité tant asymétriquement que symétriquement.

Au lieu de polariser l'élément magnétique bistable au moyen d'un aimant permanent, on peut également utiliser dans ce but un enroulement parcouru par un courant continu et, dans le cas du montage suivant l'invention, cela est possible sans dépenses supplémentaires, car l'enroulement détecteur peut servir d'enroulement destiné à préaimanter l'élément magnétique bistable et le courant continu constant nécessaire est fourni par la source de courant constant qui doit être prévue de toute façon pour appliquer le courant continu aux lignes de télécommande. Les lignes de télécommande servent en même temps à amener le courant continu à l'enroulement détecteur.

Dans bien des cas, à savoir lorsque le champ magnétique variable lié à l'état à surveiller et qui déclenche certes, une impulsion dans l'enroulement détecteur lorsqu'un changement d'état déterminé se produit, mais ne déclenche pas d'autre impulsion pour le même changement d'état, puisque le champ est statique ou ne présente que des fluctuations insuffisantes pour permettre, lorsque le changement d'état déterminé s'est produit, de créer, au niveau de l'élément magnétique bistable, un champ alternatif changeant de signe dans le temps et apte à exciter l'élément magnétique bistable asymétriquement, il est toutefois désirable de permettre à un événement ou à un changement d'état, comme par exemple le franchissement d'une valeur limite ou l'actionnement d'une touche, de se manifester non seulement par un signal fugitif sous la forme d'une seule impulsion, mais par un signal persistant ou périodique. A cette fin l'impulsion unique produite peut évidemment être convertie, dans un circuit de maintien, en un signal persistant mais il faut alors également un signal spécial, qui, en indiquant par exemple qu'une grandeur devient inférieure à la valeur limite citée ou qu'une touche est libérée, supprime le signal de sortie du circuit de maintien.

La présente invention offre une solution plus simple et plus élégante en proposant de superposer au champ magnétique continu variable un champ magnétique alternatif périodique.

Ce champ magnétique alternatif périodique peut en principe être

5 créé par voie non électrique, par exemple au moyen d'un aimant permanent rotatif. Il est cependant préférable de le créer par

voie électrique au moyen d'un enroulement : parcouru par un courant alternatif. Ceci a pour effet que le champ magnétique résultant, au niveau de l'élément magnétique bistable, est un

10 champ magnétique pulsatoire qui dans un état (par exemple "valeur limite non encore atteinte") est un champ continu pulsatoire ou un champ alternatif qui, dans un sens, est cependant si faible qu'il ne présente même pas l'intensité de champ

15 nécessaire pour ramener l'élément magnétique bistable, par voie magnétique, à son état antérieur, ce qui est la condition de l'excitation asymétrique de l'élément magnétique bistable, alors

que dans l'autre état (par exemple "valeur limite dépassée") le champ résultant est devenu, par variation de sa composante de champ continu, un champ alternatif dont l'amplitude est au moins

20 suffisante pour permettre l'excitation asymétrique de l'élément magnétique bistable. Dans cet état il se produit donc, dans l'enroulement détecteur, un train d'impulsions périodiques, c'est-à-

dire qu'en cas d'excitation asymétrique il se produit une impulsion au cours de chaque période du courant alternatif excitateur, alors

25 qu'en cas d'excitation symétrique il se produit, dans chaque période du courant alternatif excitateur, deux impulsions de signe contraire.

Ce train d'impulsions persiste tant que l'état concerné continue d'exister.

30 Des exemples de réalisation de l'invention sont décrits ci-dessous en se référant au dessin annexé dans lequel :

. la figure 1 représente un montage dans lequel une tension constante est appliquée à la boucle de ligne entre le lieu de mesure et le lieu de signalisation ;

35 . la figure 2 représente un montage dans lequel un courant constant est appliqué à la boucle de ligne ; et

. la figure 3 représente un montage analogue à celui de la figure 2 mais permettant d'obtenir un signal de sortie périodique.

40 La figure 1 montre deux lignes de télécommande 1 et 2

qui s'étendent entre un lieu de mesure 3 et un lieu de signalisation 4. Les deux lignes de télécommande 1 et 2 sont, au niveau du lieu de mesure 3, connectées à l'émetteur et au collecteur d'un transistor npn 5 et, au niveau du lieu de signalisation 4, reliées entre elles par une source de tension continue 6 qui applique à la boucle de ligne ainsi fermée la tension constante U_0 . Entre la base et l'émetteur du transistor est prévu un enroulement 7 qui entoure, en tant qu'enroulement détecteur, un fil Wiegand 8. A côté du fil Wiegand 8 se trouve, parallèlement à celui-ci, un aimant permanent en forme de barreau 9 servant d'aimant de remise à l'état antérieur et qui est capable de ramener le fil Wiegand 8 par voie magnétique à son état antérieur, c'est-à-dire d'inverser la polarité du noyau magnétique doux du fil Wiegand de façon que son sens d'aimantation devienne antiparallèle, au lieu de parallèle, par rapport au sens d'aimantation de l'enveloppe magnétique dure.

Si l'on superpose au champ de l'aimant de remise à l'état antérieur 9 un champ magnétique opposé plus intense, par exemple en rapprochant, suivant la flèche 11, un aimant en forme de barreau plus puissant 10 de polarité inverse, alors le champ de l'aimant 10 devient, au-dessous d'une distance déterminée, suffisamment supérieur au champ de l'aimant 9 pour que le sens d'aimantation du noyau magnétique doux du fil Wiegand 8 s'inverse et devienne parallèle de façon à induire dans l'enroulement détecteur 7 une impulsion Wiegand qui rend le transistor 5 conducteur. L'impulsion Wiegand peut cependant également, à condition de choisir la polarisation en conséquence, bloquer un transistor précédemment conducteur. Dans les deux cas ceci provoque, dans la boucle de ligne fermée constituée par les lignes de télécommande 1 et 2, en raison de la tension constante appliquée à cette boucle une variation d'intensité de courant qui au niveau du lieu de mesure 4 peut être mesurée à travers une résistance de mesure R et enregistrée.

L'exemple de réalisation de la figure 2 se distingue essentiellement de celui de la figure 1 par le fait qu'à la boucle de ligne formée par les lignes de télécommande 1 et 2 est appliqué, par une source de courant 12, un courant constant I_0 au lieu d'une tension constante. Au niveau du lieu de mesure 3, les lignes de télécommande 1 et 2 sont reliées au collecteur

et à l'émetteur d'un transistor pnp 5'. Entre la base et l'émetteur du transistor 5' se trouve un enroulement 7 qui entoure, en tant qu'enroulement détecteur, un fil Wiegand 8. Entre la base et le collecteur du transistor 5' est montée une
5 résistance série R_V qui est grande en comparaison de la résistance ohmique de l'enroulement détecteur 7. Afin d'obtenir à coup sûr que le transistor soit normalement bloqué, une diode 13 est encore prévue en amont de l'émetteur.

Lorsque l'aimant 10 s'approche du fil Wiegand 8
10 suivant la flèche 11, le champ de l'aimant 10 devient, au-dessous d'une distance déterminée, suffisamment intense au niveau du fil Wiegand 8 pour induire dans l'enroulement détecteur 8 une impulsion Wiegand. Cette impulsion rend le transistor 5' conducteur. Il en résulte, en raison du courant constant I_0
15 appliqué à la boucle de ligne, une variation de la tension collecteur-émetteur qui, au niveau du lieu de signalisation 4, peut être mesurée entre les bornes 14 et 15 et être enregistrée.

Lorsque l'aimant 10 s'éloigne à nouveau, le fil Wiegand 8 peut être ramené par voie magnétique à son état antérieur par
20 le champ magnétique créé par le courant I_0 dans l'enroulement 7 et est alors prêt à produire une nouvelle impulsion lorsque l'aimant 10 s'en approche.

L'exemple de réalisation de la figure 3 comprend, par rapport à celui de la figure 2, en outre encore un enroulement
25 excitateur 16 monté sur le fil Wiegand 8 et relié à une source de courant alternatif 17. Cela permet à l'aimant 10, en cas de franchissement du seuil de distance fixé à l'avance, de produire, dans l'enroulement détecteur 7, non pas une seule impulsion mais un train d'impulsions périodiques qui persiste tant que ce seuil
30 de distance reste franchi, et à cet égard on obtient au cours de chaque période du courant alternatif excitateur, en cas d'excitation asymétrique, une impulsion Wiegand et, en cas d'excitation symétrique, deux impulsions Wiegand de polarité contraire.

REVENDICATIONS

1. Montage destiné à mesurer, sous forme numérique, un changement d'état, lié à une variation de champ magnétique, et à permettre au signal de réponse numérique, obtenu par cette
- 5 mesure, d'être transmis par l'intermédiaire d'une boucle de ligne électrique à laquelle est appliquée une tension continue constante ou un courant continu constant et dans laquelle se trouvent le collecteur et l'émetteur d'un transistor ou d'un quadripôle actif analogue dont le circuit de base comprend un
- 10 transducteur magnéto-électrique, caractérisé en ce que le transducteur magnéto-électrique est constitué par un élément magnétique bistable (8) qui est associé, par couplage magnétique, à un enroulement électrique (7) (enroulement détecteur) situé dans le circuit de base du transistor (5, 5').
- 15 2. Montage suivant la revendication 1, caractérisé en ce que l'élément magnétique bistable (8) est un fil Wiegand.
3. Montage suivant la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que l'enroulement détecteur (7) entoure l'élément magnétique bistable (8).
- 20 4. Montage suivant l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'il est associé à l'élément magnétique bistable (8) un aimant (9) qui crée, au niveau de l'élément magnétique bistable (8), un champ magnétique statique.
5. Montage suivant l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'il est associé à l'élément magnétique bistable (8) un aimant (16, 17) qui crée, au niveau de l'élément magnétique bistable (8), un champ magnétique alternatif.
- 25 6. Montage suivant la revendication 5, caractérisé en ce que l'aimant destiné à produire le champ alternatif est un enroulement (16) placé de préférence autour de l'élément magnétique bistable et relié à une source de courant alternatif (17).
- 30

