

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

②

**N° 81 17348**

---

⑤4 Détecteur de champ magnétique de faible valeur à transistor unijonction.

⑤1 Classification internationale (Int. Cl. 3). G 01 R 33/02; G 01 V 3/08.

②2 Date de dépôt..... 14 septembre 1981.

③3 ③2 ③1 Priorité revendiquée :

④1 Date de la mise à la disposition du  
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 11 du 18-3-1983.

---

⑦1 Déposant : Etablissement public dit : CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
(CNRS). — FR.

⑦2 Invention de : Georges Kamarinos et Jean Brini.

⑦3 Titulaire : *Idem* ⑦1

⑦4 Mandataire : Cabinet Beau de Loménie,  
55, rue d'Amsterdam, 75008 Paris.

Détecteur de champ magnétique de faible valeur à transistor unijonction.

La présente invention a pour objet un détecteur de champ magnétique de faible valeur à transistor unijonction, constitué par un oscillateur à résistance négative comprenant un transistor unijonction qui constitue un élément semi-conducteur non linéaire formant capteur de champ magnétique, au moins un condensateur monté en parallèle entre l'émetteur et la première base du transistor unijonction, au moins une résistance dont une première extrémité est connectée à l'extrémité du condensateur qui est raccordée à l'émetteur du transistor unijonction, et des moyens de polarisation du transistor unijonction qui comprennent une source de tension connectée entre la deuxième extrémité de ladite résistance et la première base du transistor unijonction, et une source de tension connectée entre les première et deuxième bases du transistor unijonction.

On connaît déjà de nombreux types de capteurs magnétiques utilisant diverses techniques, tels que les détecteurs à solénoïdes ou les détecteurs à sonde Josephson. Parmi les différents capteurs connus figurent notamment des dispositifs utilisant des éléments à semiconducteurs, qui se caractérisent essentiellement par des dimensions réduites.

Les capteurs de champ magnétique à semi-conducteur peuvent se répartir en trois catégories, suivant l'effet physique exploité.

Une première catégorie utilise les effets galvanomagnétiques dus au champ magnétique c'est-à-dire l'effet Hall et les effets de magnétorésistance.

Une seconde catégorie utilise les effets de magnétoconcentration des porteurs sur les faces d'une couche semiconductrice, associés à une détection des variations de ces concentrations (magnétodiodes à sonde

Schottky par exemple).

Une troisième catégorie de capteurs exploite les effets de filamentation de courant et de résistance négative qui apparaissent lorsqu'on a simultanément une forte injection de porteurs et un champ électrique important dans un semiconducteur, ces effets étant affectés par la présence d'un champ magnétique perpendiculaire aux lignes de courant.

Dans cette troisième catégorie de capteurs de champ magnétique à semiconducteur, il a été proposé par Vikulin et al dans un article paru dans la revue "Radio Engineering and Electronics" n° 17, p.1347 de 1972, d'utiliser une diode longue à double base, encore appelée transistor unijonction pour mettre en évidence la présence d'un champ magnétique ou mesurer l'intensité d'un champ magnétique. Selon cet article de Vikulin, la diode à double base est associée à un condensateur pour réaliser un oscillateur magnétosensible qui délivre des oscillations dont l'amplitude est influencée par l'action d'un champ magnétique.

Le dispositif préconisé dans l'article précité n'est toutefois prévu que pour la mise en évidence de champs magnétiques statiques et prévoit dans ce cas d'exploiter des variations d'amplitude des oscillations produites, ce qui tend à compliquer le traitement ultérieur du signal représentatif de la valeur du champ magnétique détecté. Par ailleurs, les conditions de fonctionnement prévues pour l'oscillateur décrit dans l'article précité tendent à limiter fortement la sensibilité du système.

La présente invention vise précisément à remédier aux inconvénients précités et à réaliser un dispositif à la fois extrêmement simple, ce qui le rend aisément miniaturisable à faible coût, et très sensible, pour la détection et la mesure d'un champ magnétique de

faible valeur, aussi bien statique qu'alternatif.

Ces buts sont atteints grâce à un détecteur du type mentionné en tête de la description, caractérisé en ce que le transistor unijonction est agencé sur un support non métallique opaque de manière à pouvoir recevoir transversalement le champ magnétique à mesurer, tout en étant isolé de la lumière ambiante, en ce que les moyens de polarisation et les éléments de l'oscillateur extérieurs au transistor unijonction sont ajustés de façon que les conditions de fonctionnement de l'oscillateur ne se situent que très légèrement au-dessus de l'amorçage des oscillations et en ce que les caractéristiques du champ magnétique à détecter sont mises en évidence par la variation de l'un au moins des paramètres du signal oscillatoire fourni par l'oscillateur lorsque celui-ci est mis en présence dudit champ magnétique à détecter.

De façon plus particulière, dans le détecteur selon l'invention, la source de tension connectée entre les première et deuxième bases du transistor unijonction est réglée à une valeur telle que la résistance dynamique  $\alpha$  du transistor unijonction ne soit que très faiblement négative et présente une valeur absolue  $|\alpha|$  inférieure à environ 1 kilohm; ladite résistance est ajustée à une valeur proche de la valeur absolue  $|\alpha|$  de la résistance dynamique du transistor unijonction, mais légèrement inférieure à celle-ci; et la source de tension connectée entre la deuxième extrémité de la résistance et la première base du transistor unijonction est ajustée de telle manière que la droite de charge de l'oscillateur soit tangente à la caractéristique d'émetteur  $I_E = f(V_E)$  du transistor unijonction au point de fonctionnement choisi.

Selon une première application du détecteur selon l'invention, il est réalisé une conversion directe champ magnétique-fréquence, et une mesure du champ magnétique à détecter est fournie directement par la variation de la fréquence du signal oscillatoire  
5 fourni par l'oscillateur. Dans ce cas, la fréquence du signal oscillatoire fourni par l'oscillateur est de préférence comprise entre environ 20 Hz à 9 kHz.

On notera que le type de conversion directe champ magnétique-fréquence est particulièrement  
10 avantageux dans la mesure où il offre de grandes facilités pour le traitement numérique des résultats et où la transmission de données codées en fréquence présente une haute immunité au bruit. Ceci rend le détecteur selon  
15 l'invention particulièrement bien adapté aux mesures à distance.

Selon une seconde application, le détecteur selon l'invention est adapté pour fournir une mesure d'un champ magnétique alternatif à détecter par la  
20 variation de l'amplitude du signal oscillatoire fourni par l'oscillateur, selon un phénomène de résonance paramétrique.

Dans ce cas, la fréquence du signal oscillatoire fourni par l'oscillateur est de préférence  
25 comprise entre environ 10 kHz et 50 kHz.

Le détecteur selon l'invention présente dans cette seconde application non seulement une grande sensibilité, mais également une excellente sélectivité vis à vis de la fréquence du champ magnétique incident,  
30 ce qui permet d'exploiter le signal fourni sans filtrage supplémentaire.

Dans les différents cas d'application

possibles, l'efficacité du détecteur selon l'invention peut encore être accrue par la mise en oeuvre de moyens de concentration de flux magnétique disposés au voisinage du capteur constitué par le transistor unijonction (TUJ).

5 Le détecteur selon l'invention est ainsi adapté à la détection ou la mesure de champs magnétiques de faible valeur, statiques ou alternatifs, et permet une transmission des signaux avec une haute immunité au bruit. Le détecteur peut naturellement être intégré dans  
10 un système plus vaste destiné à détecter, mesurer, contrôler un champ magnétique, ou à asservir une variable extérieure à un champ magnétique. Le détecteur selon l'invention se prête également à une automatisation des ajustements des paramètres de fonctionnement ainsi qu'à  
15 une réalisation sous forme de circuit intégré.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront de la description qui fait suite de modes particuliers de réalisation, en référence au dessin annexé, sur lequel :

- 20 - la figure 1 est une vue schématique du circuit de base du détecteur selon l'invention,  
- la figure 2 est un diagramme  $I_E = f(V_E)$  donnant le courant d'émetteur  $I_E$  en fonction de la tension d'émetteur du TUJ et montrant le choix d'un point  
25 de fonctionnement,  
- les figures 3 et 4 représentent des caractéristiques  $I_E = f(V_E)$  respectivement pour différents choix de polarisation (tension  $V_{BB}$  du TUJ) et pour différentes valeurs du champ magnétique à détecter,  
30 - la figure 5 montre diverses courbes donnant les variations relatives de fréquence  $\frac{f}{f_0}$  de l'oscillateur de la figure 1 en fonction du champ magnétique B pour divers modes de fonctionnement possibles,  
- la figure 6 montre la forme d'un signal oscillatoire délivré sur l'émetteur du TUJ de la  
35

figure 1 en l'absence de champ magnétique.

- la figure 7 donne la valeur quadratique moyenne des oscillations obtenues avec le circuit de la figure 1 en fonction de la valeur efficace du champ magnétique appliqué, pour la détection d'un champ magnétique alternatif dans une bande de fréquence très étroite,

- la figure 8 est une courbe représentant pour un champ magnétique d'une valeur efficace donnée, la réponse en fréquence du détecteur adapté à la détection de champs magnétiques alternatifs.

Les éléments de base du détecteur 10 selon l'invention seront tout d'abord décrits en référence à la figure 1.

Le détecteur 10 est constitué par un oscillateur bâti autour d'un transistor unijonction (TUV) 1 du type barreau, encore appelé diode à double base, qui est un élément semiconducteur qui comprend un émetteur E, une première base B<sub>1</sub> et une deuxième base B<sub>2</sub>. Le TUV 1 incorporé dans l'oscillateur peut être un élément standard dont on a ôté le capot métallique et qui a été placé sur un support non métallique, par exemple en plexiglas. Ce support comporte en outre un cache destiné à supprimer les effets photovoltaïques. Le TUV 1 constitue le capteur de champ magnétique et présente un fonctionnement qui est modifié lorsqu'un champ magnétique est appliqué transversalement par rapport au barreau semiconducteur qui constitue le TUV.

Les variations des caractéristiques de fonctionnement du TUV 1 en fonction de l'application d'un champ magnétique peuvent être mises en évidence par le fait que le TUV 1 est monté dans un ensemble formant oscillateur. Ainsi, un condensateur 2 est monté en parallèle entre l'émetteur E et la première base B<sub>1</sub> du TUV 1, une résistance 3 est connectée par une première extrémité

au point A qui relie le condensateur 2 à l'émetteur E du TUV 1, et par une deuxième extrémité au pôle positif d'une source de tension de polarisation 5 de valeur  $E_0$  dont le pôle négatif est relié à la première base  $B_1$  du TUV 1. Une deuxième source de polarisation 6 est connectée entre les première et deuxième bases  $B_1, B_2$  du TUV 1 pour appliquer au TUV 1 une tension interbase  $V_{BB}$  qui permet de contrôler la forme de la caractéristique  $I_E = f(V_E)$  du TUV 1, comme on peut le voir sur la figure 3. L'inductance 4 visible sur la figure 1 n'est pas un composant séparé, mais représente les effets selfiques du TUV 1.

De même des résistances de base, non représentées, pourraient être connectées entre chacune des bases  $B_1, B_2$  et le pôle correspondant de la source de polarisation 6. Les éléments essentiels de l'oscillateur 10 restent cependant le TUV 1, qui constitue un élément à résistance négative, le condensateur 2, la résistance 3 et les sources de polarisation 5 et 6.

La figure 3 représente les caractéristiques courant d'émetteur  $I_E$  en fonction de la tension d'émetteur  $V_E$  pour un TUV 1 particulier, en fonction de la tension  $V_{BB}$  appliquée par la source de polarisation 6 et pour un champ magnétique B d'intensité nulle. On voit d'après les courbes 11, 12, 13 que la tension  $V_{BB}$  permet de contrôler de façon continue la forme de la caractéristique  $I_E = f(V_E)$ , depuis une caractéristique du type diode longue (courbe 11) jusqu'à une caractéristique en S (courbe 13) présentant une portion de résistance négative. Ainsi, la tension  $V_{BB}$  permet de faire apparaître ou disparaître une résistance négative et d'accentuer ou non la valeur de celle-ci.

La figure 4 représente les courbes caractéristiques

téristiques 14, 15, 16 courant d'émetteur  $I_E$  en fonction de la tension d'émetteur  $V_E$  pour un TUV 1 particulier, en fonction du champ magnétique transversal  $B$  appliqué et pour une valeur déterminée de tension  $V_{BB}$ . La figure 5 4 montre que le champ magnétique statique permet lui aussi d'affecter la forme de la caractéristique  $I_E = f(V_E)$  et la présence (courbe 16) ou l'absence (courbe 14) de résistance négative. Cet effet est dû à la modulation de la conductivité de la partie  $EB_1$  du barreau.

10 Il a ainsi été constaté que pour un oscillateur à transistor unijonction utilisé comme détecteur de champ magnétique, le choix de la tension  $V_{BB}$  est particulièrement important. Selon l'invention, on fixe la tension  $V_{BB}$  de telle façon que la résistance dynamique 15 que  $\alpha$  du TUV soit très faiblement négative (de l'ordre de quelques centaines d'ohms). Il convient d'éviter que la résistance dynamique soit trop fortement négative afin de conserver une sensibilité suffisante. On notera cependant que le fait que la forme de la caractéristi- 20 que  $I_E = f(V_E)$  du transistor unijonction soit affectée à la fois par la valeur de la tension  $V_{BB}$  et par la valeur du champ magnétique appliqué, de façon indépendante, permet de localiser la zone de forte sensibilité du détecteur (c'est-à-dire de provoquer la présence d'une ré- 25 sistance dynamique  $\alpha$  faiblement négative) au voisinage de n'importe quelle valeur de champ magnétique, en agissant sur la tension  $V_{BB}$ . Le détecteur selon l'invention, permet ainsi de détecter de faibles variations de champ magnétique (quelques gauss au voisinage d'une valeur 30 statique forte (jusqu'à 1 tesla).

D'une manière générale, l'oscillateur 10 permet une bonne détection de champs magnétiques de faible valeur si la polarisation extérieure du TUV 1 est réalisée de telle manière que l'on ne se trouve que très 35 légèrement au-dessus de l'amorçage des oscillations.

Ainsi, lorsque la valeur de  $V_{BB}$  a été fixée de telle manière que la résistance dynamique  $\alpha$  du TUV soit très faiblement négative, la valeur  $R$  de la résistance de polarisation 3 est ajustée à une valeur aussi proche que possible de  $|\alpha|$ , quoique légèrement inférieure, de manière à assurer la présence des oscillations. Enfin, la valeur  $E_0$  de la source de tension de polarisation 5 est elle-même ajustée de façon que la droite de charge 8 soit tangente en un point de fonctionnement 9 de coordonnées  $I_0, V_0$  sur la caractéristique 7 d'émetteur du TUV 1 précédemment déterminée par le choix de la tension  $V_{BB}$  de la source de polarisation 6 (voir figure 2).

Dans les conditions optimales définies ci-dessus, le signal délivré sur l'émetteur E du TUV 1 est constitué d'oscillations quasi harmoniques dont les caractéristiques sont affectées par la présence d'un champ magnétique extérieur et dont la fréquence dépend de la valeur de la capacité C du condensateur 2.

Le détecteur selon l'invention peut être adapté à différents types de fonctionnement différents.

Ainsi, selon une première application, on tire parti du fait que la présence d'un champ magnétique provoque des variations de fréquence de l'oscillateur 10.

Les courbes 17 à 20 de la figure 5 donnent les variations relatives de fréquence  $\frac{f}{f_0}$  de l'oscillateur 10 en fonction du champ magnétique B pour diverses valeurs de la capacité C du condensateur 2 correspondant à des fréquences différentes  $f_0$  d'oscillations harmoniques à champ magnétique nul. Comme on peut le constater, la variation est maximale lors de la transition entre le régime harmonique et le régime de relaxation. Il s'ensuit que l'écart entre la fréquence  $f_0$  d'oscillations harmoniques et la fréquence  $f$  de relaxa-

tion est maximal si l'on travaille dans la zone des basses fréquences (de l'ordre de 20 Hz à 200 Hz environ). d'une part, et à l'amorçage des oscillations d'autre part.

5 Dans ces conditions, la sensibilité en fréquence du dispositif peut atteindre une valeur de l'ordre de 0,5 Hz par gauss pour une fréquence d'amorçage de l'ordre de 250 Hz. Le champ magnétique minimal détectable sans précautions particulières concernant la  
10 stabilité en température est alors de l'ordre du gauss.

Un avantage décisif du détecteur proposé dans le cadre de cette première application est la réalisation d'une conversion directe champ magnétique-fréquence. Ce type de conversion offre en effet de grandes facilités  
15 pour le traitement numérique des résultats. En particulier, l'inclusion du dispositif dans une boucle d'asservissement à microprocesseur est d'une extrême simplicité.

D'autre part, on sait que la transmission de données codées en fréquence présente une haute  
20 immunité au bruit. Le dispositif proposé est donc particulièrement bien adapté aux mesures à distance.

De plus, le dispositif n'utilise que des composants courants dont la technologie est bien maîtrisée. L'intégration ne présente par conséquent aucune difficulté et permet d'obtenir un capteur de très faible  
25 encombrement. Le dispositif peut donc être placé dans un entrefer de circuit magnétique très étroit. En lui associant un concentrateur de flux magnétique composé par exemple de ferrites à grande perméabilité ( $\mu = 130$ ) de  
30 forme conique, on peut obtenir une amplification magnétique de l'ordre de  $10^3$ , ce qui amène la sensibilité du dispositif à 500 Hz/Gauss, le champ minimal détectable étant alors de  $10^{-4}$  gauss.

Le détecteur selon l'invention, peut être  
35 utilisé par exemple dans des appareils à touches (calcu-

lettres, téléphone, orgues) ou pour détecter la présence d'une masse métallique (signalisation automatique, contrôle de machines-outil, industrie automobile). Il est tout particulièrement adapté aux systèmes de contrôle à distance comme les indicateurs d'état de vannes (contrôles électriques, travaux de prospection pétrolière).

Selon une autre application importante, le détecteur selon l'invention peut servir à la détection et à la mesure d'un champ magnétique alternatif de faible valeur dans une bande de fréquences très étroite située dans une gamme de fréquence comprise entre environ 10 et 50 kHz. Une telle application peut être particulièrement utile dans le domaine des télécommunications sous-marines par exemple.

Dans le cadre d'une telle application, il n'est plus question de la détection d'un champ magnétique statique par la mise en évidence de variations de fréquence de l'oscillateur 10 de la figure 1, mais de la détection d'un champ magnétique alternatif par la mise en évidence de variations d'amplitudes du signal oscillatoire, par un phénomène de résonance paramétrique, lorsque le signal oscillatoire est réglé sur une fréquence qui correspond à celle du champ magnétique à détecter.

On a indiqué précédemment (figure 4) que la caractéristique statique du T.U.J. 1 du circuit 10 est fortement déformée par un champ magnétique transversal de faible valeur auquel est soumis le T.U.J. Ce champ magnétique peut ainsi faire varier la résistance dynamique correspondant au point de polarisation choisi pour un champ magnétique statique donné, ou une absence de champ magnétique. Par ailleurs, le choix du point de polarisation détermine également la nature du signal produit : oscillations de relaxation, oscillations quasi-harmoniques, ou signal continu.

En présence d'un champ magnétique alternatif de faible valeur, la résistance dynamique d'émetteur  $\alpha$  du TUJ varie sinusoidalement sous l'action du champ magnétique, et le courant d'émetteur du TUJ est  
5 lui-même oscillatoire, ce qui donne au système la possibilité de présenter des comportements de résonance paramétrique très sélectifs autour d'une fréquence donnée.

Dans les conditions de polarisation définies plus haut, qui correspondent à un fonctionnement de  
10 l'oscillateur 10 dans lequel on est légèrement au-dessus de l'amorçage des oscillations, le signal délivré sur l'émetteur E du TUJ en l'absence de champ magnétique a l'allure donnée figure 6. Ce sont des oscillations quasi-harmoniques auxquelles vient se superposer un important  
15 bruit BF caractéristique de ce type de fonctionnement (fluctuations critiques). L'application d'un champ magnétique extérieur alternatif à la fréquence exacte des oscillations naissantes provoque alors une forte augmentation de l'amplitude de ces dernières. La figure  
20 7 donne la valeur quadratique moyenne des oscillations en fonction de la valeur efficace du champ appliqué. A titre d'exemple, la fréquence de fonctionnement a été choisie égale à 46 kHz. On constate que dans le domaine étudié ( $0 - 10^{-6}$  T, la réponse est sensiblement linéaire. La sensibilité est de l'ordre de 300mV/Gauss, et le  
25 champ minimum détectable est de l'ordre de  $10^{-7}$  T.

Le détecteur selon l'invention appliqué à la détection d'un champ magnétique alternatif possède en outre une très grande sélectivité relativement à la  
30 fréquence du champ B incident. La figure 8 illustre cette propriété en donnant pour un champ d'une valeur efficace de  $5 \cdot 10^{-7}$  T, la réponse en fréquence du détecteur. On voit que le coefficient de qualité du détecteur est supérieur à 500.

Comme dans le cas de l'application du détecteur 10 à la mesure ou la détection de champs magnétiques statiques, le détecteur 10 appliqué à la mesure ou à la détection de champs magnétiques statiques peut être réalisé de telle sorte que le TUV servant de capteur soit inclus dans un entrefer de circuit magnétique à haute perméabilité (avec un coefficient de perméabilité magnétique par exemple de l'ordre de  $\mu = 130$ ) qui réalise un amplificateur magnétique de l'ordre de  $10^3$ . Ceci peut permettre d'obtenir une sensibilité de l'ordre de 300 V/gauss avec un champ magnétique minimum détectable de l'ordre de  $10^{-10}$  tesla.

## REVENDICATIONS

1. Détecteur de champ magnétique de faible valeur à transistor unijonction, constitué par un oscillateur à résistance négative (10) comprenant un transistor unijonction (1) qui constitue un élément semiconducteur non linéaire formant capteur de champ magnétique, au moins un condensateur (2) monté en parallèle entre l'émetteur (E) et la première base (B<sub>1</sub>) du transistor unijonction (1), au moins une résistance (3) dont une première extrémité est connectée à l'extrémité (A) du condensateur (2) qui est raccordée à l'émetteur (E) du transistor unijonction (1), et des moyens de polarisation (5,6) du transistor unijonction (1) qui comprennent une source de tension (5) connectée entre la deuxième extrémité de ladite résistance (3) et la première base (B<sub>1</sub>) du transistor unijonction (1), et une source de tension (6) connectée entre les première et deuxième bases (B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>) du transistor unijonction (1), caractérisé en ce que le transistor unijonction (1) est agencé sur un support non métallique opaque de manière à pouvoir recevoir transversalement le champ magnétique (B) à mesurer, tout en étant isolé de la lumière ambiante, en ce que les moyens de polarisation (5,6) et les éléments de l'oscillateur (2,3) extérieurs au transistor unijonction (1) sont ajustés de façon que les conditions de fonctionnement de l'oscillateur (10) ne se situent que très légèrement au-dessus de l'amorçage des oscillations et en ce que les caractéristiques du champ magnétique (B) à détecter sont mises en évidence par la variation de l'un au moins des paramètres du signal oscillatoire (21) fourni par l'oscillateur (10) lorsque celui-ci est mis en présence dudit champ magnétique (B) à détecter.

2. Détecteur selon la revendication 1, caractérisé en ce que la source de tension (6) connectée entre les première et deuxième bases (B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>) du transis-

tor unijonction (1) est réglée à une valeur telle que la résistance dynamique  $\alpha$  du transistor unijonction (1) ne soit que très faiblement négative et présente une valeur absolue  $|\alpha|$  inférieure à environ 1 kilohm; en ce que ladite résistance (3) est ajustée à une valeur proche de la valeur absolue  $|\alpha|$  de la résistance dynamique du transistor unijonction (1), mais légèrement inférieure à celle-ci; et en ce que la source de tension (5) connectée entre la deuxième extrémité de la résistance (3) et la première base ( $B_1$ ) du transistor unijonction (1) est ajustée de telle manière que la droite de charge (8) de l'oscillateur soit tangente à la caractéristique d'émetteur  $I_E = f(V_E)$  du transistor unijonction (1) au point de fonctionnement choisi (9).

3. Détecteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 2, caractérisé en ce qu'il est adapté pour fournir une mesure du champ magnétique (B) à détecter par variation de la fréquence du signal oscillatoire fourni par l'oscillateur (10).

4. Détecteur selon la revendication 3, caractérisé en ce que la fréquence du signal oscillatoire fourni par l'oscillateur (10) est comprise entre environ 20 Hz et 9kHz.

5. Détecteur selon l'une quelconque des revendications 1 et 2 caractérisé en ce qu'il est adapté pour fournir une mesure d'un champ magnétique (B) alternatif à détecter par variation de l'amplitude du signal oscillatoire fourni par l'oscillateur (10).

6. Détecteur selon la revendication 5, caractérisé en ce que la fréquence du signal oscillatoire fourni par l'oscillateur (10) est comprise entre environ 10 kHz et 50 kHz.

7. Détecteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce qu'il est associé à des moyens de concentration de flux magnétique disposés au voisinage du capteur constitué par le transistor unijonction.

FIG. 1

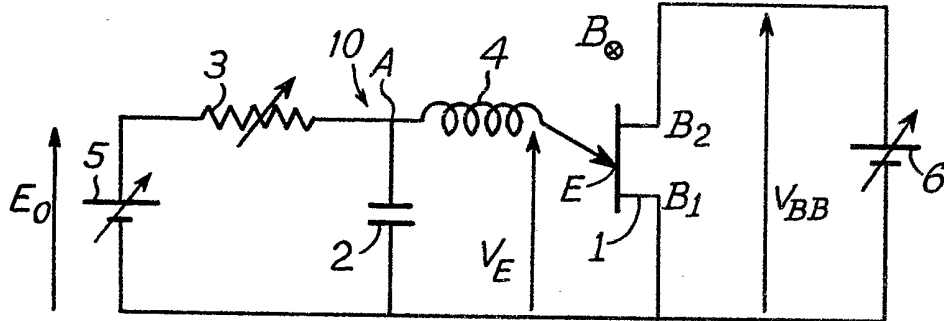


FIG. 2

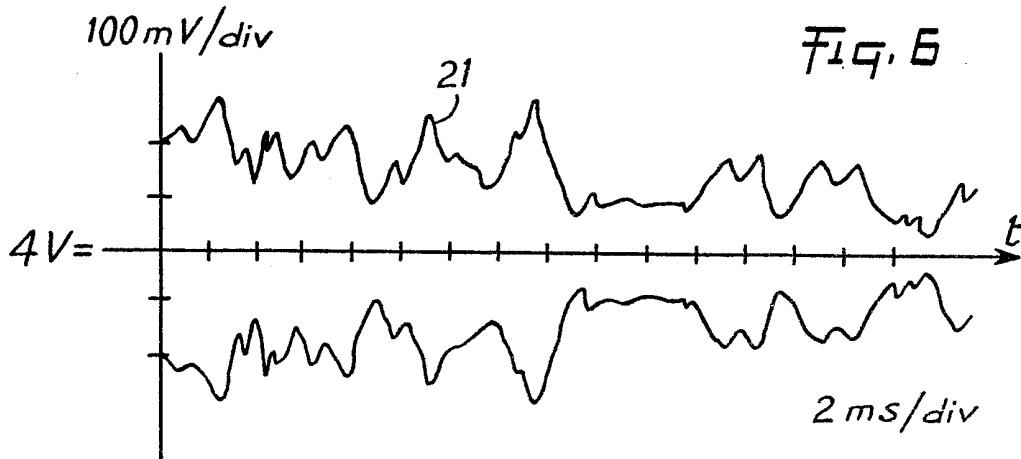
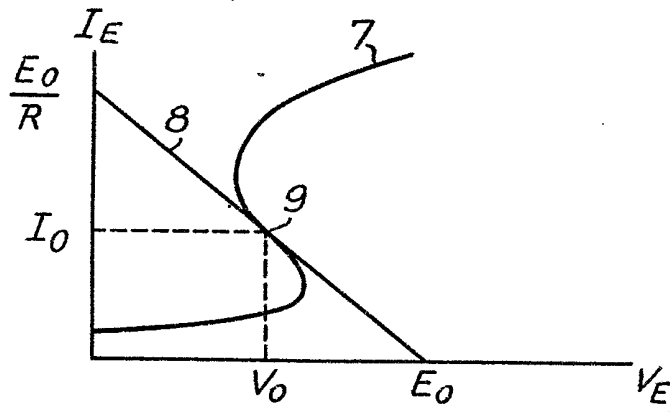


FIG. 5

2/3

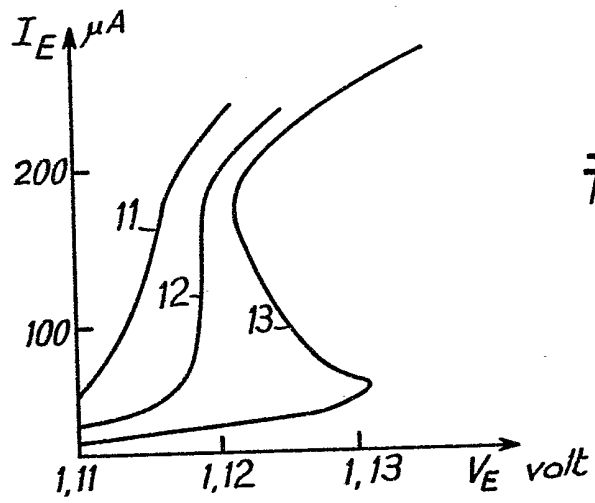


Fig. 3

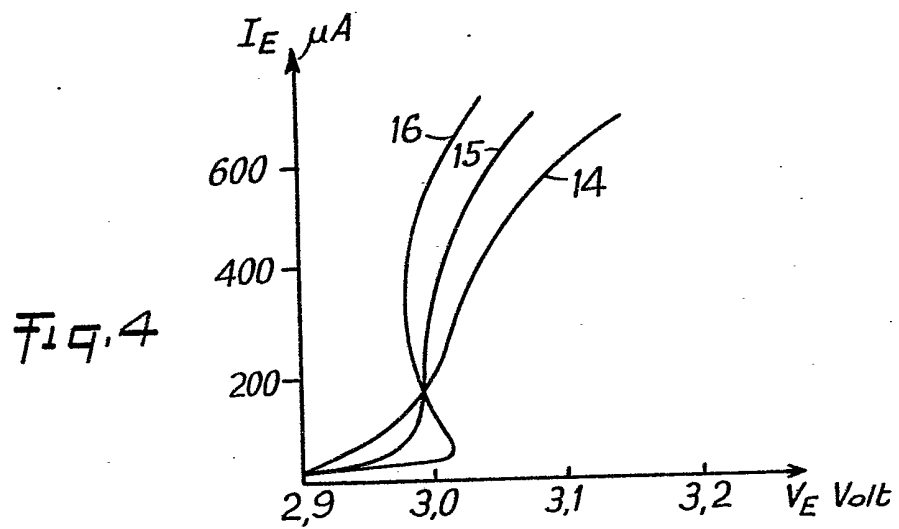


Fig. 4

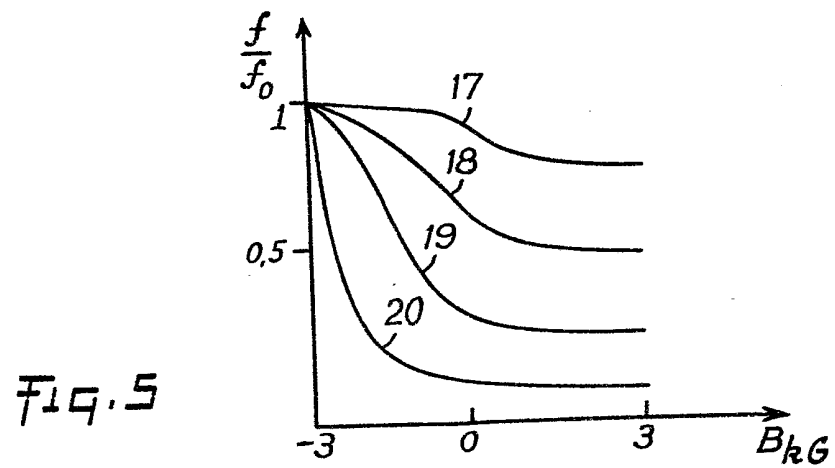


Fig. 5

Fig. 7

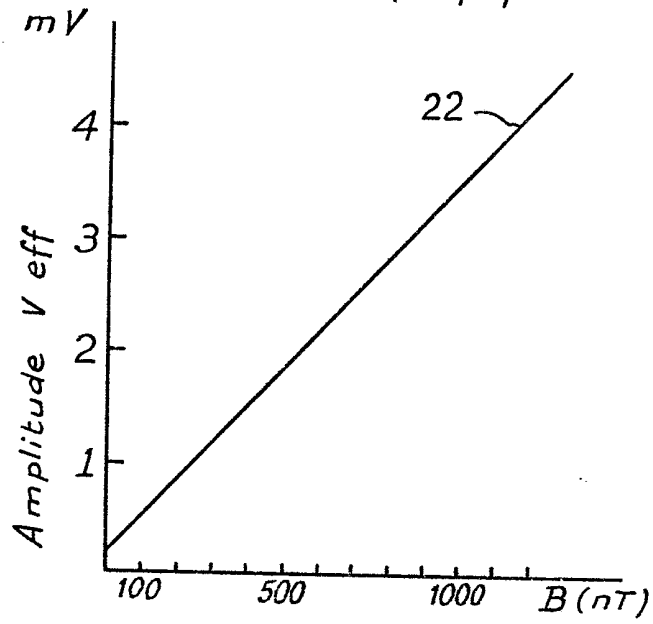


Fig. 8

