

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 80 10911

(54) Dispositif de mesure de la fréquence d'un courant électrique représentative d'une grandeur variable.

(51) Classification internationale (Int. Cl.³). G 01 R 23/10; F 02 P 17/00.

(22) Date de dépôt..... 14 mai 1980.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 47 du 20-11-1981.

(71) Déposant : JAEGER, société anonyme, résidant en France.

(72) Invention de : Jean-Jacques Bezard et Bernard Delevallée.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : F. Seytre, société Jaeger,
2, rue Baudin, 92303 Levallois-Perret Cedex.

Le dispositif, objet de la présente invention, concerne les appareils de mesure de la fréquence d'un courant électrique, représentative d'une grandeur variable telle que, par exemple, la vitesse de rotation d'un arbre tournant ou l'allumage des cylindres d'un moteur.

5 Un type d'appareil de mesure couramment utilisé dans ce cas, notamment pour mesurer la vitesse et la distance parcourue par un véhicule automobile est dit "à aimant tournant". Il comporte en effet un aimant dont la rotation est fonction de la variable à mesurer et qui coopère avec un rotor en matériau conducteur dans lequel naissent des courants de Foucault engendrés par la rotation de l'aimant. Ces courants étant eux-mêmes soumis à l'action du champ, déterminent un couple d'entraînement proportionnel à la vitesse de rotation. Ce type d'appareil présente de nombreux avantages : robustesse, linéarité de la graduation, entraînement direct du totalisateur de distance parcourue par l'aimant, après démultiplication convenable. Le point délicat de l'ensemble se situe au niveau de la transmission, à l'aimant, du mouvement représentant l'information. La solution la plus classique est une transmission par arbre flexible reliant l'arbre tournant dont on veut mesurer la vitesse à l'axe de l'aimant de l'équipage mobile de mesure. Ce procédé présente des inconvénients, notamment des contraintes d'installation et d'entretien ; de plus, il ne permet pas l'utilisation directe des signaux provenant du dispositif d'allumage. On a donc été amené à remplacer la transmission mécanique par arbre flexible par une transmission électrique, laquelle utilise d'une part un transmetteur qui fournit un signal de fréquence proportionnelle à la variable à mesurer et d'autre part, par exemple, un moteur dont la vitesse moyenne de rotation est proportionnelle à la fréquence du courant qui l'alimente et qui entraîne à son tour, l'équipage mobile de l'appareil de mesure. Cependant, le recours à un moteur pour l'entraînement de l'équipage mobile de mesure présente encore quelques inconvénients : les moteurs du type asynchrone-synchronisé ne démarrent que lorsque la tension fournie par le transmetteur est suffisante, c'est-à-dire à partir d'une vitesse minimale ; inversement, les moteurs pas à pas qui ont un couple élevé à très basse vitesse voient celui-ci diminuer lorsque la vitesse croît à cause de l'augmentation de sa force contre-électromotrice.

La présente invention propose un nouveau moyen d'entraînement de l'équipage mobile de mesure à l'aide d'un champ magnétique d'allure rotatoire, fonction de la variable à mesurer et agissant sur le système aimant-rotor de l'équipage mobile. Pour ce faire, le dispositif selon l'invention comporte un bobinage composé de n bobines fixes (dans lequel n est au moins égal à deux) faisant entre elles un angle prédéterminé et délimitant un

espace interne dans lequel est disposé l'équipage mobile ; les dites bobines étant reliées à un circuit de réception et de distribution des impulsions issues du dispositif émetteur de la fréquence à mesurer, agissant selon un mode de répartition capable de créer dans l'aimant un champ magnétique d'allure rotatoire et de valeur constante.

L'invention sera décrite plus en détail dans ce qui va suivre à l'aide des dessins annexés donnés à titre d'exemples non limitatifs et dans lesquels :

- la figure 1 représente un indicateur de mesure selon l'invention ;
- la figure 2 représente une vue de dessus de l'indicateur ;
- la figure 3 est un schéma synoptique d'un dispositif d'alimentation des bobines ;
- la figure 4 est un schéma synoptique d'un second dispositif d'alimentation des bobines ;
- la figure 5 est un diagramme tension-champ magnétique créés par un dispositif conforme à la figure 3 ;
- la figure 6 est un diagramme tension-champ magnétique créés par une variante du dispositif d'alimentation conforme à la figure 8 ;
- la figure 7 est un schéma électronique du dispositif selon la figure 3 ;
- la figure 8 est une variante du même dispositif ;
- la figure 9 est un schéma électronique du dispositif selon la figure 4.

Dans l'exemple représenté figure 1 et 2, le dispositif comporte deux bobines fixes 1 et 2 disposées à 90°, un aimant 3 monté en rotation, autour d'un axe 4, avec lequel coopère un rotor 5, en forme de cloche et réalisé en matériau conducteur. Le rotor 5 est solidaire d'un axe 6 lequel porte l'aiguille indicatrice 7 et le ressort spiral 8 de rappel, monté de façon à exercer un couple antagoniste à la rotation du rotor 5. L'alimentation du bobinage polyphasé se fait à partir d'un capteur d'impulsions (non représenté) branché, par exemple, sur la boîte de vitesse ou l'allumage d'un véhicule automobile et dont la fréquence du signal est proportionnelle à une vitesse (celle du véhicule, celle du moteur...). Les impulsions délivrées par le capteur sont appliquées (figure 3) à un compteur¹³ suivi d'un décodeur 14 binaire-décimal dont les sorties sont branchées sur l'entrée d'un dispositif de distribution 9 des impulsions à deux inverseurs 10a et 10b alimentant respectivement les bobines 1 et 2 alternativement dans un sens ou dans l'autre. Dans la distribution représentée fig. 5 et dont le

schéma du circuit électronique est donné figure 7, chaque impulsion issue du décodeur est distribuée alternativement à chaque bobine dans un sens puis dans l'autre, conformément au diagramme 5b, correspondant à la bobine 1 et 5c, correspondant à la bobine 2. Chaque impulsion reçue par une bobine magnétise ainsi l'aimant dans une direction perpendiculaire à la précédente (figure 5d), il se trouve ainsi balayé radialement par un champ magnétique d'allure rotatoire et de valeur constante ; il est donc soumis à un couple moteur dont la valeur moyenne, dans un temps donné, est proportionnelle au nombre d'impulsions reçues sur les bobinages. La rotation de l'aimant donne naissance dans le rotor 5 à des courants de Foucault qui, étant soumis eux-mêmes à l'action du champ, déterminent un couple d'entraînement proportionnel à la vitesse de rotation. Le rotor 5 tourne d'un angle tel que le couple de rappel du ressort spiral 8 soit égal au couple d'entraînement, l'aiguille 7 indique donc la vitesse.

15 L'axe 4, solidaire de l'aimant entraîne également (figure 1) un totalisateur 11 de distance parcourue au moyen d'un engrenage démultiplicateur 12 de rapport convenable.

Le dispositif décrit utilise deux bobines montées perpendiculairement l'une par rapport à l'autre, mais cette disposition n'est pas limitative ; on peut concevoir d'utiliser trois bobines disposées à 60° et ainsi de suite... le but étant d'obtenir, toujours, une rotation de l'équipage mobile d'un angle constant, pour une vitesse des impulsions constante..

Une autre possibilité pour obtenir un couple moteur est de distribuer les impulsions sur les deux bobines, non plus alternativement, mais selon la règle séquentielle suivante, dans laquelle U est la tension de crête des impulsions :

Tableau 1

		Séquences							
	Bobine 1	0	U	U	U	0	-U	-U	-U
	Bobine 2	-U	-U	0	U	U	U	0	-U

Le diagramme des impulsions selon ce mode est donné figure 6, dans laquelle la figure 6a représente une séquence d'impulsions issues du décodeur 14, la figure 6b l'allure de la tension aux bornes de la bobine 1

et la figure 6c l'allure de la tension aux bornes de la bobine 2. On voit (figure 6d) que lorsque les deux bobines sont alimentées en même temps, l'aimant est soumis à un champ magnétique résultant décalé de 45° par rapport à sa position précédente.

5 Si l'on veut s'affranchir de la nécessité du dispositif inverseur, on peut utiliser des bobines comportant chacune deux bobinages enroulés en sens inverse, l'alimentation de chacun de ces bobinages créant de ce fait, deux champs de sens opposés. Dans ce cas (figure 4) le dispositif de commande 9 alimente alternativement et séquentiellement les quatres bobinages 10 1a, 1b, 2a et 2b de la façon suivante :

Tableau 2

		Séquences			
15	Bobine 1	Bobinage 1a	0	U	0
		Bobinage 1b	0	0	-U
	Bobine 2	Bobinage 2a	0	0	U
		Bobinage 2b	-U	0	0

A titre d'exemple, on va donner, ci-après, la description de dispositifs électroniques permettant d'obtenir les distributions d'impulsions énoncées ci-dessus. Tels que représentés, ces dispositifs alimentent 25 deux bobines, leur adaptation à un plus grand nombre de bobine est évidente.

La figure 7 représente un dispositif de commande permettant d'obtenir la distribution alternative des impulsions. La fréquence F à mesurer est appliquée un à compteur d'impulsions 13 dont deux sorties 13a' et 13b' sont connectées respectivement aux entrées 14a et 14b d'un convertisseur 14 30 binaire des impulsions reçues du compteur 13, en code décimal et délivrant lesdites impulsions sur quatre de ses sorties 14a', 14b', 14c' et 14d' à un adaptateur de puissance 15. Les niveaux des impulsions apparaissant sur les sorties du décodeur 14 correspondent aux combinaisons du niveau des impulsions d'entrée de la façon suivante :

Tableau 3

		a	b	a'	b'	c'	d'
40	0	0	1	0	0	0	0
	0	1	0	1	0	0	0
	1	0	0	0	1	0	0
	1	1	0	0	0	1	0

On voit d'après ce tableau, que chaque sortie du décodeur 14 est alimentée à son tour, et, par conséquent, chaque entrée de l'adaptateur 15. La bobine 2 est montée entre les points communs E_1 des émetteurs de deux transistors NPN 20 et PNP 21 et E_2 des émetteurs de deux transistors NPN 22 et PNP 23. De façon systématique, la bobine 1 est montée entre les points communs E_3 des émetteurs de deux transistors NPN 24 et PNP 25 et E_4 de deux transistors NPN 26 et PNP 27. La sortie 15a' de l'adaptateur 15 est reliée par la résistance 28, à la base d'un transistor 16 dont l'émetteur reçoit la tension d'alimentation du dispositif et le collecteur est relié à la base des transistors 22 et 23, par la résistance 32. Lorsqu'une impulsion apparaît sur la sortie 15a', le transistor 16 devient conducteur et la bobine 2 est alimentée dans le sens E_2-E_1 , à travers les transistors 22 et 21.

Conformément au tableau 3, la deuxième impulsion de niveau 1 apparaît à la sortie 15b' de l'adaptateur, c'est donc la base du transistor 17 qui est alimentée par la résistance 29, ledit transistor devient donc conducteur, son collecteur étant relié par la résistance 34 à la base des transistors 24 et 25, le bobinage 1 se trouve, à son tour, alimenté dans le sens E_3-E_4 à travers les transistors 24 et 27. De la même façon, l'apparition de la troisième impulsion de niveau 1 sur la sortie 15c' rendra conducteur le transistor 18, par la résistance 30. Celui-ci étant branché, à travers la résistance 33 à la base des transistors 20 et 21, le bobinage 2 est alimenté dans le sens E_1-E_2 , à travers les transistors 20 et 23. La quatrième impulsion provoque ensuite la conduction du transistor 19 et l'alimentation de la bobine 1 dans le sens E_4-E_3 , à travers les transistors 26 et 25.

Bien entendu, ce schéma est donné à titre indicatif, et l'on pourra concevoir tout autre dispositif de reproduction des séquences d'alimentation des deux bobinages sans sortir du cadre de la présente invention.

La figure 8 illustre un mode d'alimentation des bobinages permettant d'obtenir une distribution des impulsions conforme au tableau 1. Pour ce faire, ce sont trois sorties du compteur 13 qui sont reliées à trois entrées du décodeur 14 dont on utilise huit sorties sélectionnées l'une après l'autre pour laisser apparaître une impulsion de niveau 1 à partir du code binaire délivré par le compteur 13, de la façon suivante :

=

=

=

=

=

Tableau 4

Entrées du décodeur 14 :			Sorties du décodeur 14							
a	b	c	a'	b'	c'	d'	e'	f'	g'	h'
0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1

Chacune des sorties paires du décodeur 14 est connectée à une entrée de l'adaptateur 15 et à une seule alors que chaque sortie impaire est reliée aux sorties paires immédiatement précédente et suivante. La sortie de poids le plus élevé étant rebouclée sur la sortie de poids le plus faible, de façon à obtenir la distribution suivante :

Tableau 5

Sorties du décodeur 14								Entrées de l'adaptateur 15			
a'	b'	c'	d'	e'	f'	g'	h'	a	b	c	d
1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0
0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0
0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1
0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1

Les mêmes séquences se retrouvent en sortie de l'adaptateur 15 et donc sur la base des transistors 16, 17, 18 et 19 qui commandent l'alimentation des bobinages 1 et 2 selon le mode prévu au tableau 1 et illustré figure 6.

5 La figure 9 illustre un mode de réalisation de l'alimentation des bobines, selon la figure 4 et le tableau 2, dans lequel chaque bobine comporte deux bobinages a et b, enroulés en sens inverse l'un de l'autre. La distribution des impulsions en sortie de l'adaptateur 15 est représentée dans le cas du tableau 3, le transistor 36 qui est rendu conducteur en premier, alimente le bobinage 2b, le transistor 37 alimente le bobinage 1a, le
10 transistor 38 le bobinage 2a et le transistor 39 le bobinage 1b.

Une distribution alternée simultanée telle que celle des tableaux 4 et 5 est également adaptable, sans difficulté, à ce cas.

15 Outre les avantages énoncés plus haut, le dispositif décrit offre l'avantage d'être insensible aux variations de tension. En effet, la vitesse de rotation de l'aimant mobile qui entraîne la totalisation ne dépend que de la fréquence du signal délivré tandis que la vitesse de rotation de la cloche qui entraîne l'indicateur de vitesse ne dépend que de l'induction de l'aimant. Celui-ci est réglé en place, par désaimantation progressive.

REVENDECATIONS

- 1 - Dispositif de mesure de la fréquence d'un courant électrique représentative d'une grandeur variable du type comportant un moyen électrique de transmission de ladite fréquence et un moyen d'indication de la mesure constitué d'un équipage mobile en rotation, composé d'un aimant entraîné par un dispositif capable d'assurer ladite rotation, coopérant d'une part avec un rotor en matériau conducteur solidaire d'un axe supportant une aiguille indicatrice et d'autre part avec un totalisateur entraîné après démultiplication convenable par un axe solidaire de l'aimant, caractérisé en ce que le dispositif capable d'assurer l'entraînement de l'aimant comporte un bobinage composé de n bobines fixes, dans lequel n est au moins égal à deux, faisant entre elles un angle prédéterminé et délimitant un espace interne dans lequel est disposé l'équipage mobile; lesdites bobines étant reliées à un circuit de réception et de distribution des impulsions issues du dispositif émetteur de la fréquence à mesurer, agissant selon un mode de répartition capable de créer dans l'aimant un champ magnétique d'allure rotatoire et de valeur constante.
- 2 - Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que chaque bobine est composée de deux bobinages enroulés en sens inverse l'un de l'autre.
- 3 - Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que le moyen de distribuer les impulsions aux bobines comporte un dispositif inverseur du courant dans lesdites bobines.
- 4 - Dispositif selon la revendication 3, caractérisé en ce que le dispositif inverseur est constitué de deux paires de transistors NPN et PNP montés en émetteur commun, dont le point commun est branché à chaque borne d'une bobine.
- 5 - Dispositif selon l'une des revendications 1, 3 ou 4, caractérisé en ce qu'il comporte un moyen de commande du dispositif inverseur de chacune des bobines activant alternativement celui-ci dans un sens puis dans l'autre toutes les n impulsions.
- 6 - Dispositif selon la revendication 5, caractérisé en ce qu'il comporte n moyen de distribution séquentiel alterné des impulsions audit moyen de commande, dont la séquence comprend 2^n impulsions, chaque moyen étant activé toutes les n impulsions.
- 7 - Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce que le moyen de distribution séquentiel alterné des impulsions à séquence 2^n , est branché aux bornes du dispositif d'alimentation des bobines, et alimente une fois et une seule chaque bobinage par séquence.

- 8 - Dispositif selon la revendication 5,
caractérisé en ce qu'il comporte un moyen de distribution séquentiel des impulsions au moyen de commande distribuant alternativement puis simultanément les impulsions audit moyen de commande.
- 5 9 - Dispositif selon la revendication 8,
caractérisé en ce que lorsque $n = 2$ la séquence du moyen de distribution est de huit impulsions, chaque moyen de commande étant activé dans le même sens durant trois impulsions successives et les deux moyens étant activés simultanément toutes les deux impulsions.
- 10 10 - Dispositif selon la revendication 2,
caractérisé en ce que le moyen de distribution séquentiel des impulsions distribue alternativement puis simultanément les impulsions au dispositif d'alimentation des bobinages composant chaque bobine.

PL. I/6

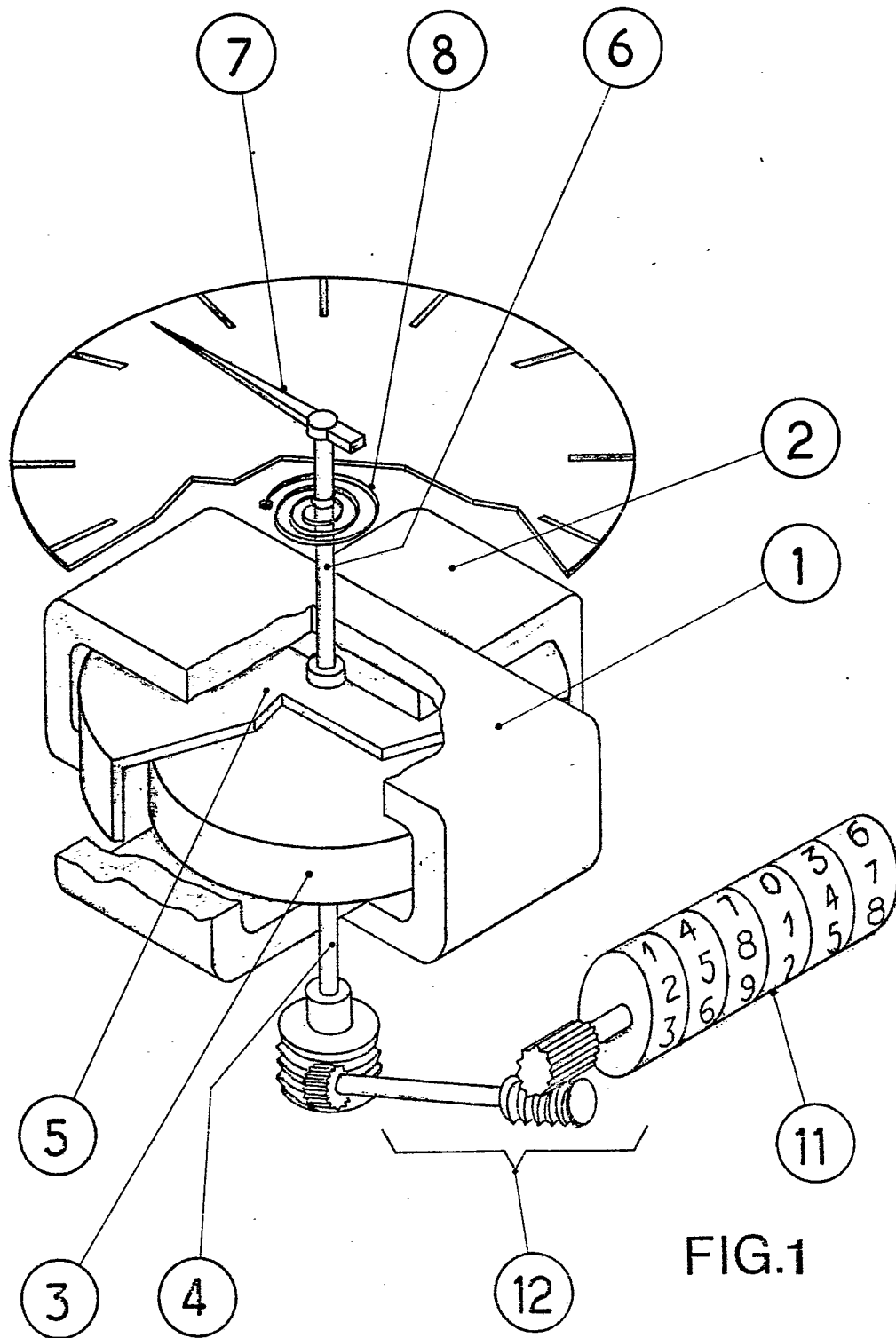
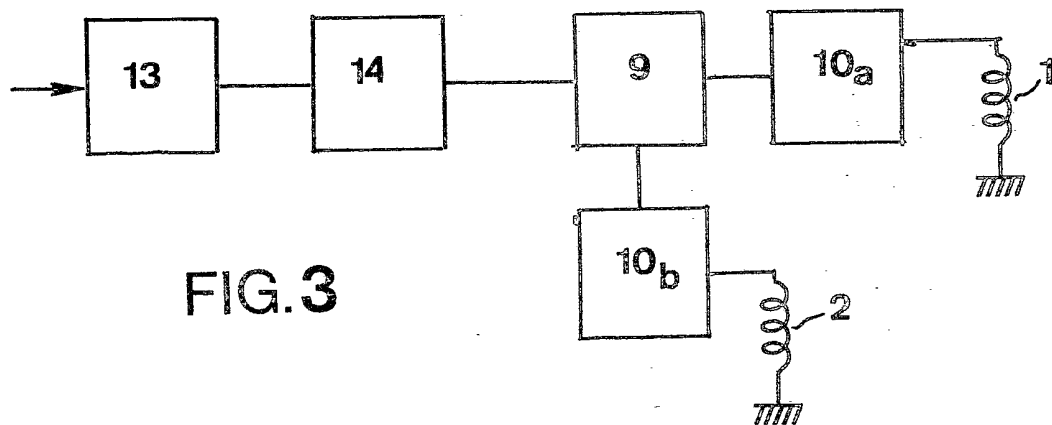
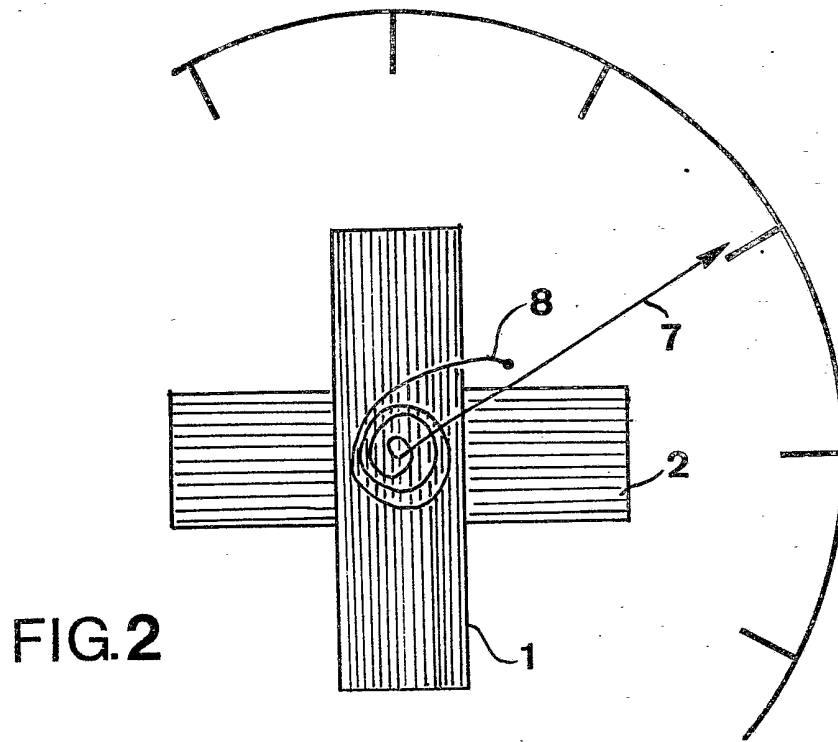


FIG.1



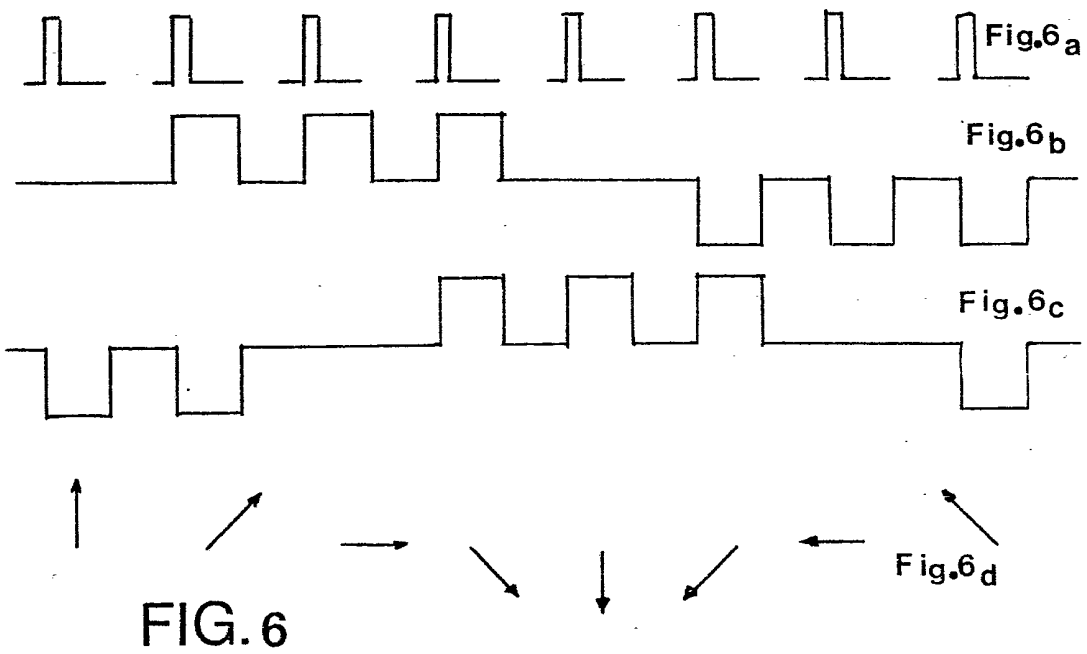
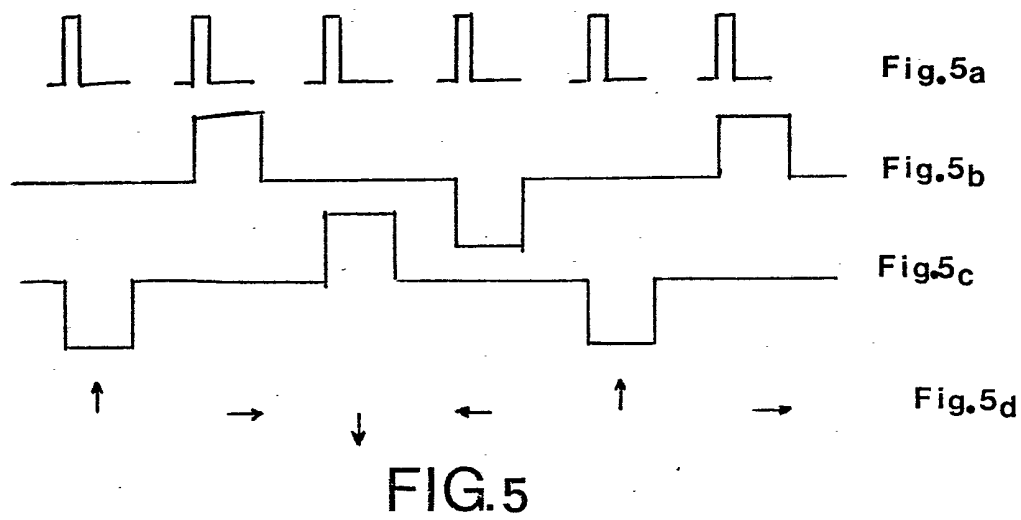
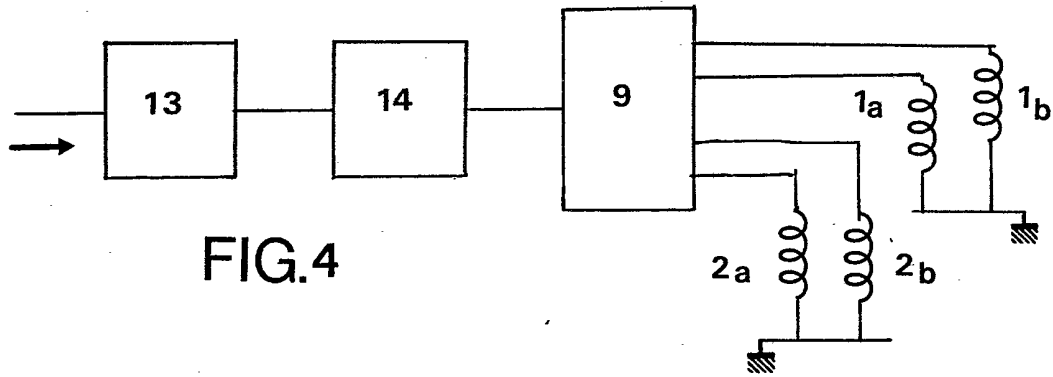
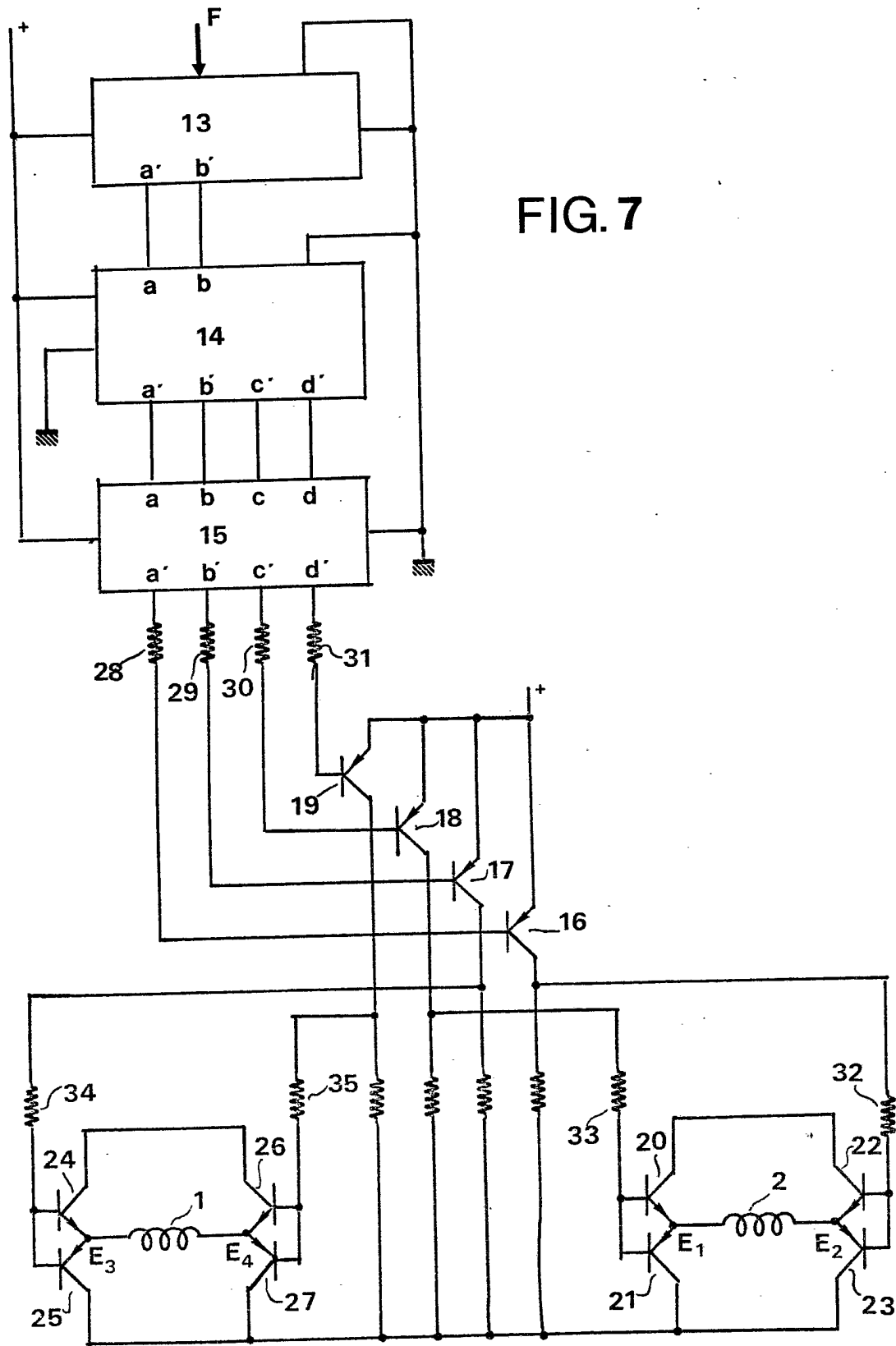


FIG. 7



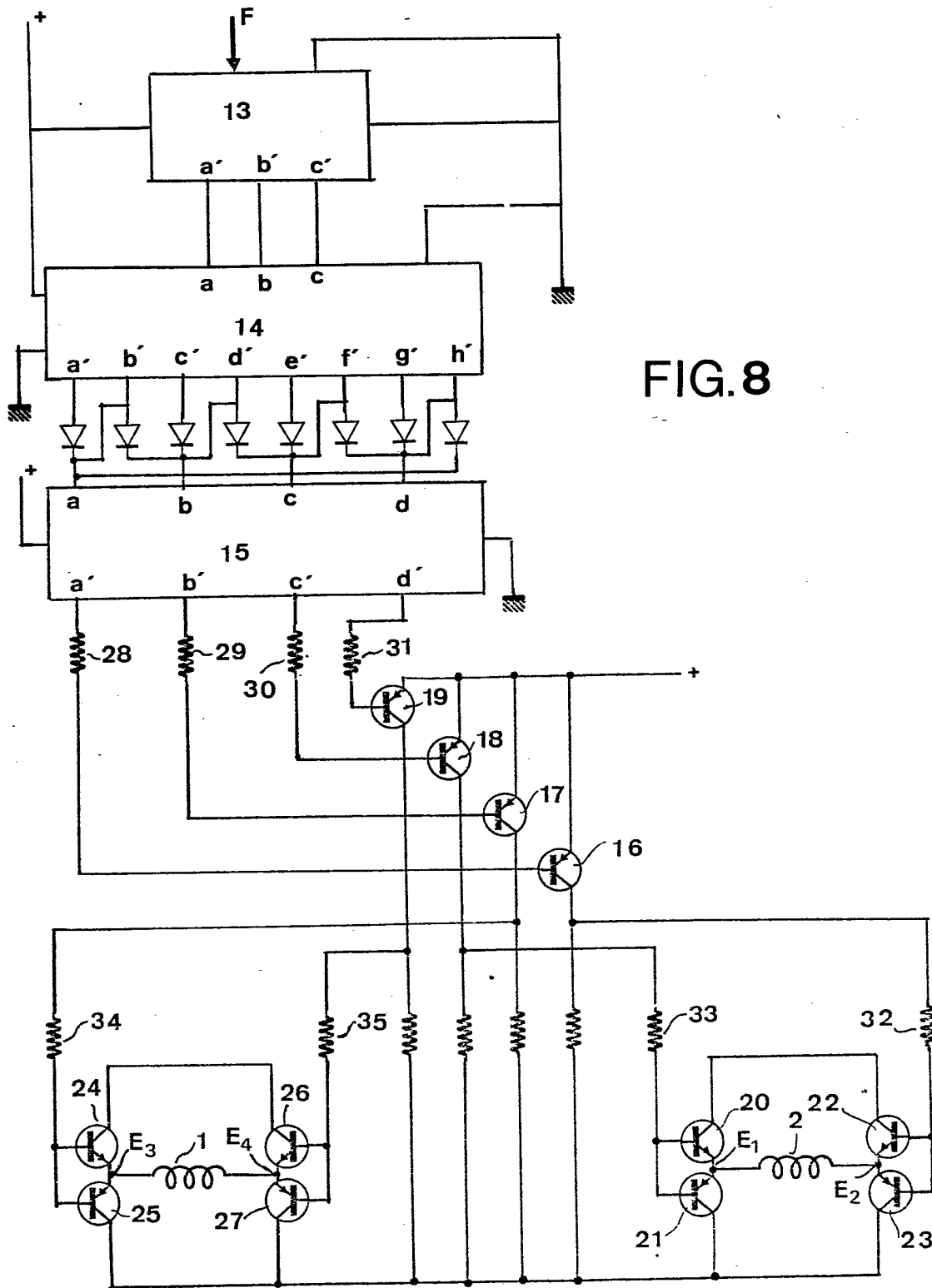


FIG.8

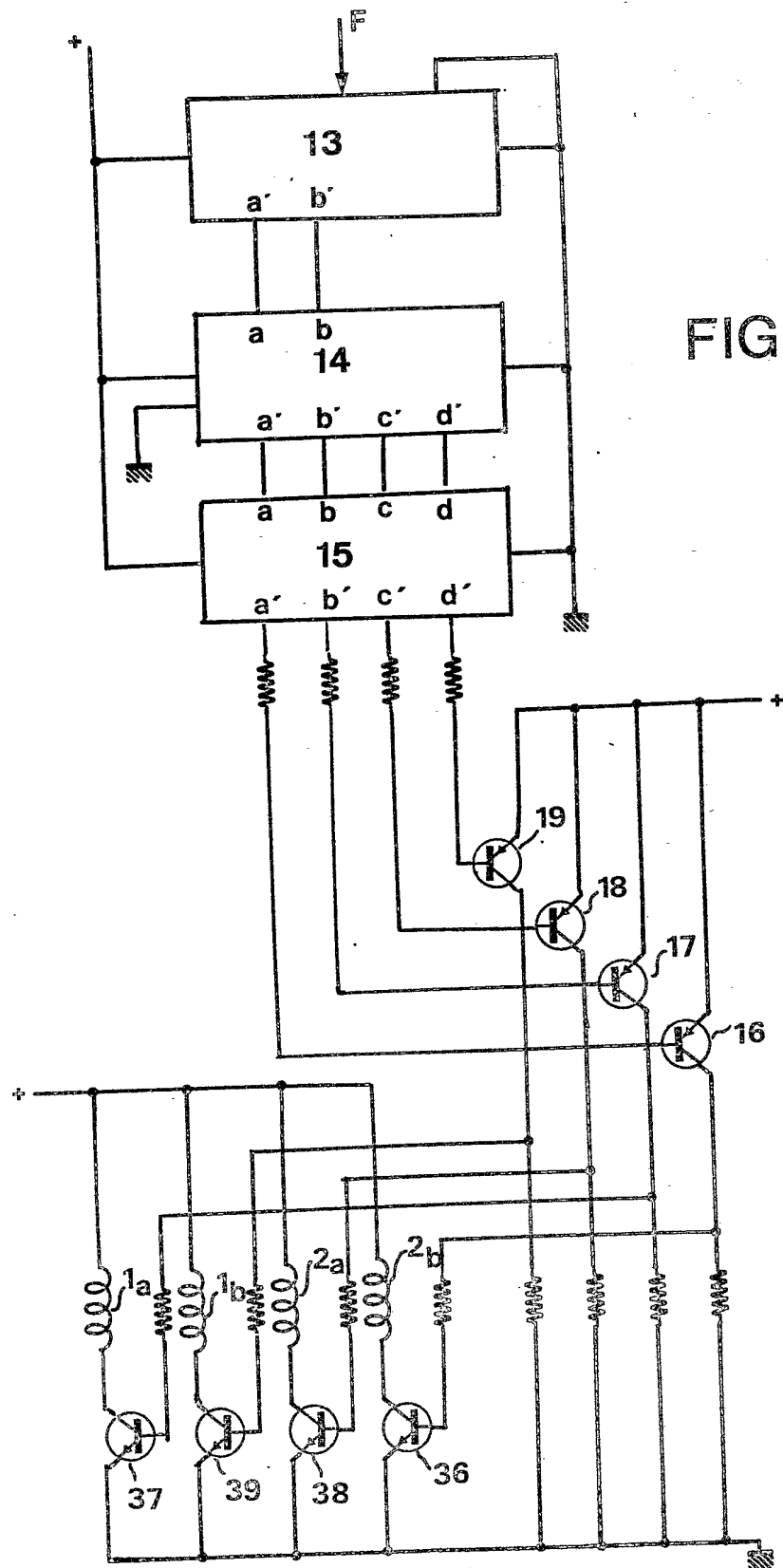


FIG.9