

⑬



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

⑪

Numéro de publication:

**0 074 297
B2**

⑫

NOUVEAU FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

④⑤

Date de publication du nouveau fascicule du brevet:
07.12.88

⑤①

Int. Cl.⁴: **H 01 F 40/06**

②①

Numéro de dépôt: **82401529.1**

②②

Date de dépôt: **13.08.82**

⑤④

Capteur de courant hybride compensé.

③①

Priorité: **26.08.81 FR 8118416**

④③

Date de publication de la demande:
16.03.83 Bulletin 83/11

④⑤

Mention de la délivrance du brevet:
21.11.85 Bulletin 85/47

④⑤

Mention de la décision concernant l'opposition:
07.12.88 Bulletin 88/49

⑧④

Etats contractants désignés:
BE CH DE GB IT LI NL SE

⑤⑥

Documents cités:
**CH-A- 295 821
CH-A- 350 710
DE-A- 1 516 193
DE-B- 1 281 545
DE-C- 535 000
DE-C- 2 124 345
DE-U- 1 894 773
FR-A- 514 999
FR-A- 833 139
FR-A- 1 142 618
US-A- 1 182 997
US-A- 3 360 753**

⑦③

Titulaire: **MERLIN GERIN, Rue Henri Tarze,
F-38050 Grenoble Cédex (FR)**

⑦②

Inventeur: **Schueller, Pierre, Merlin Gerin Rue Henri
Tarze, F-38050 Grenoble Cedex (FR)**

⑦④

Mandataire: **Kern, Paul et al, Merlin Gerin Sca.
Brevets 20, rue Henri Tarze, F-38050 Grenoble Cédex
(FR)**

EP 0 074 297 B2

Description

L'invention est relative à un capteur de courant selon le préambule de la revendication 1.

Un tel dispositif de l'art antérieur est décrit dans le document DE-B-1281545, dans lequel l'enroulement secondaire délivre une tension de sortie proportionnelle à dl_1/dt , c'est-à-dire à la variation du courant primaire I_1 pendant le temps t . La constante de temps secondaire d'un tel capteur amagnétique ou à circuit magnétique à entrefer est inférieure à 10 microsecondes. La tension de sortie est appliquée à un circuit intégrateur RC du type à résistance et condensateur série, destiné à délivrer un signal plus ou moins proportionnel au courant primaire I_1 . Un tel capteur ne provoque pas d'échauffement mais n'est pas adapté pour produire un signal de puissance.

Les capteurs conventionnels utilisent d'autre part des transformateurs de courant à noyaux magnétiques sans entrefer dont l'enroulement secondaire délivre un signal de mesure proportionnel au courant primaire, le facteur de proportionnalité correspondant au rapport de transformation du transformateur. La constante de temps secondaire est supérieure à 100 millisecondes. Ce type de transformateur est capable de délivrer un signal de mesure et de puissance, mais la section du circuit magnétique doit être assez importante pour éviter la saturation du circuit magnétique lors du passage de courants importants dans la ligne. Il en résulte un encombrement important et un coût de fabrication élevé.

L'invention a pour but de remédier à ces inconvénients et de réaliser un capteur de courant inductif perfectionné capable de délivrer une puissance secondaire prédéterminée, avec un échauffement réduit et sans aucune source auxiliaire d'alimentation pour le fonctionnement de l'appareillage électronique.

Le capteur inductif selon l'invention est caractérisé par les caractéristiques de la partie caractéristique de la revendication 1.

D'autres avantages ressortiront plus clairement de l'exposé qui va suivre de divers modes de réalisation de l'invention, donnés à titre d'exemples non limitatifs et représentés aux dessins annexés, dans lesquels:

la figure 1 est une vue schématique d'un capteur de courant hybride à tore selon l'invention;

la figure 2 illustre deux courbes représentatives du module (en traits forts) et du déphasage (en traits pointillés) du courant de sortie I_2 , en fonction de la constante de temps secondaire t_2 du capteur selon la fig. 1, la fréquence f du courant primaire I_1 étant de 50 Hz;

les figures 3 et 4 sont deux variantes de réalisation du capteur de courant selon la fig. 1;

la figure 5 représente le schéma équivalent d'un capteur hybride selon les fig. 2 à 4, équipé d'un circuit de compensation de fréquence;

la figure 6 est une vue partielle de la fig. 5 et montre une variante du circuit de compensation de fréquence;

la figure 7 montre les diagrammes représenta-

tifs des amplitudes des tensions de sortie U_2 et U_c du capteur respectivement avant et après la compensation, en fonction de la fréquence f du courant primaire I_1 à mesurer;

la figure 8 représente l'application d'un capteur hybride compensé selon l'invention à un dispositif électronique de commande d'un disjoncteur de protection.

Sur la figure 1, le capteur de courant hybride 10 comporte un circuit magnétique CM en forme de tore doté d'un ou de plusieurs entrefers 12 de longueur totale e . Le circuit magnétique CM est traversé par une ligne 14 d'un réseau d'alimentation en courant alternatif, la ligne 14 jouant le rôle d'enroulement primaire parcouru par un courant I_1 à contrôler. Un enroulement secondaire 16 est bobiné sur le tore et comprend n spires de résistance ohmique R_1 . Une résistance de charge R_2 est connectée aux bornes de sortie de l'enroulement secondaire. La constante de temps secondaire t_2 du capteur hybride est définie par la relation $n^2/Re(R_1+R_2)$. Re étant la réluctance totale du circuit magnétique CM.

L'enroulement secondaire 16 délivre un courant de sortie I_2 représentant une grandeur vectorielle dont le module et le déphasage ϕ par rapport au courant primaire I_1 sont illustrés par les diagrammes de la figure 2 en fonction de la constante de temps secondaire t_2 et pour une fréquence f donnée du courant primaire I_1 . Le module exprimé par le rapport nI_2/I_1 varie entre 0 et 1 lorsque la constante de temps t_2 croît. Pour des constantes de temps t_2 supérieures à 100 millisecondes, le capteur est un transformateur de courant conventionnel. Pour des constantes de temps t_2 inférieures à 10 microsecondes, le capteur est du type amagnétique. Le capteur hybride occupe la zone intermédiaire. La section de l'enroulement secondaire d'un capteur inductif étant proportionnelle au produit nI_2 , on remarque sur la figure 2 que c'est le transformateur de courant où nI_2 est voisin de I_1 , qui exige le volume de bobinage le plus important et qui est donc le plus coûteux.

Un capteur hybride dont la constante de temps t_2 est comprise entre 10 microsecondes et 100 millisecondes, nécessite un enroulement secondaire considérablement réduit par rapport à un transformateur de courant équivalent. Ou encore dans un encombrement donné, entre un transformateur de courant conventionnel et un capteur hybride d'intensités nominales primaires identiques, c'est ce dernier qui est le siège de l'échauffement le plus réduit. Il suffira par conséquent de choisir les valeurs de la résistance de charge R_2 , de la section S du circuit magnétique CM et de la longueur de l'entrefer e pour déterminer la valeur de t_2 . Des essais ont montré que la longueur totale de l'entrefer e devait être comprise entre 0,5 et 20 millimètres, et la résistance de charge R_2 était comprise entre 10 et 1 000 Ohms selon l'intensité du courant nominal I_1 à contrôler circulant dans la ligne 14.

Sur la figure 3, le tore à un entrefer 12 de la fig. 1 a été remplacé par un circuit magnétique CM

rectangulaire à deux entrefers 12a, 12b, comprenant deux parties élémentaires en U situées en regard l'une de l'autre, de manière à confiner une fenêtre traversée par la ligne 14. Un enroulement secondaire 16 unique est bobiné sur le circuit magnétique CM.

Selon la figure 4, l'enroulement secondaire est formé par deux bobines 16a, 16b connectées en série ou en parallèle, le reste étant identique au capteur de la fig. 3. La position relative des bobines 16a, 16b par rapport aux entrefers peut être quelconque. Les caractéristiques du capteur hybride 10 selon les figures 1 à 3 dépendent néanmoins de la variation de fréquence du courant I_1 à mesurer. L'amplitude et la phase de la tension de sortie U_2 aux bornes de l'enroulement secondaire 16 varient en effet avec la fréquence. C'est pourquoi un circuit de compensation 18 (fig. 5) de fréquence est associé au capteur hybride.

Le circuit de compensation de fréquence 18 (fig. 5) est formé par un circuit série RC branché en parallèle aux bornes de la résistance de charge R_2 . Le signal image du courant I_1 à mesurer est la tension U_c aux bornes du condensateur C. Les valeurs de R et C du circuit 18 sont définies par la relation suivante:

$$RC = 1/(2\pi f_0)^2 t_2$$

où f_0 est la fréquence centrale de compensation (55 Hz par exemple).

Sur la figure 6, le circuit de compensation 18 est constitué par un circuit série à inductance L et résistance R, branché en parallèle aux bornes de R_2 , le signal image de mesure du courant I_1 étant dans ce cas la tension U_R aux bornes de la résistance R.

La figure 7 compare les amplitudes des tensions de sorties U_2 et U_c avant et après la compensation en fonction de la fréquence f du courant I_1 à mesurer, les valeurs de la constante de temps t_2 et de l'intensité du courant I_1 étant données. On remarque que l'amplitude de la tension image U_c est sensiblement constante lorsque la fréquence f du courant I_1 est comprise dans une fourchette prédéterminée autour de la fréquence centrale f_0 de compensation. Le courant I_1 à mesurer et la tension U_c sont en phase lorsque la fréquence du courant I_1 est égale à la fréquence f_0 centrale.

La figure 8 représente l'application d'un capteur hybride compensé décrit en référence à la fig. 5, et délivrant un signal secondaire combiné de mesure et d'alimentation à un dispositif de commande électronique ou déclencheur statique d'un disjoncteur à propre courant dont l'un des contacts 20 est inséré dans la ligne 14. Le signal image de mesure U_c du circuit de compensation 18 est injecté dans un système de traitement 22 électronique par l'intermédiaire d'un premier conducteur de liaison 24. La tension U_2 non compensée de l'enroulement secondaire 16 sera utilisée avantageusement pour l'alimentation du système de traitement 22 grâce à un deuxième conducteur 26 de liaison. Lors de l'apparition d'un

défaut de surcharge ou de court-circuit sur la ligne 14, la sortie du système de traitement 22 délivre un ordre de déclenchement à une bobine 28 de commande qui provoque d'une manière classique le déverrouillage du mécanisme 30 et l'ouverture des contacts 20 du disjoncteur de protection.

Revendications

1. Capteur de courant (10) destiné à contrôler le courant dans une ligne (14) d'un système d'alimentation en énergie électrique, ledit capteur inductif étant couplé à la ligne et comprenant:

- un circuit magnétique ou noyau CM entourant la ligne (14) et étant doté d'au moins un entrefer (12, 12a, 12b) amagnétique de longueur prédéterminée (e), ledit circuit ayant une réductance R_e ,
- un enroulement secondaire (16, 16a, 16b) bobiné sur le circuit magnétique CM, et ayant un nombre de tours n et une résistance ohmique R_1 ,
- une résistance de charge connectée électriquement aux bornes de sortie de l'enroulement secondaire et ayant une résistance ohmique R_2 , caractérisé en ce que le capteur inductif (10) est associé à un déclencheur statique d'un disjoncteur et est du type hybride ayant une constante de temps secondaire t_2 définie par la relation $n^2/R_e(R_1+R_2)$ dont la valeur est comprise entre 10 microsecondes et 100 millisecondes, et que l'enroulement secondaire (16, 16a, 16b) dudit capteur hybride (10) coopère avec un circuit de compensation (18) en fréquence connecté aux bornes de la résistance de charge R_2 , pour délivrer un signal image de mesure dont l'amplitude est sensiblement constante lorsque la fréquence f du courant primaire I_1 circulant dans la ligne (14) est comprise dans une fourchette prédéterminée autour d'une fréquence centrale f_0 de compensation, ledit signal image de mesure du circuit de compensation (18) étant injecté dans un système de traitement (22) électronique dudit déclencheur délivrant un ordre de déclenchement à une bobine (28) de commande du disjoncteur lorsque le signal image dépasse un seuil prédéterminé, l'alimentation du système de traitement (22) s'effectuant au moyen de la tension U_2 non compensée prélevée aux bornes de la résistance de charge R_2 .

2. Capteur de courant selon la revendication 1, caractérisé par le fait que ledit circuit de compensation (18) en fréquence comporte un système déphaseur de mise en phase du signal image de mesure avec le courant primaire I_1 à contrôler lorsque la fréquence de ce dernier correspond à la fréquence centrale f_0 .

3. Capteur de courant selon la revendication 1 ou 2, caractérisé par le fait que le circuit de compensation (18) en fréquence est formé par un circuit série à résistance R et condensateur C, branché en parallèle aux bornes de la résistance de charge R_2 tel que le signal image de mesure du courant I_1 soit représenté par la tension U_c aux

bornes du condensateur C, les valeurs de la résistance R et du condensateur C du circuit série étant déterminées par la constante de temps RC définie par la relation $1/(2\pi f_0)^2 t_2$, f_0 étant la fréquence centrale de compensation et t_2 la constante de temps secondaire du capteur hybride (10).

4. Capteur de courant selon la revendication 1 ou 2, caractérisé par le fait que le circuit de compensation (18) en fréquence est constitué par un circuit série à inductance L et résistance R, branché en parallèle aux bornes de la résistance de charge R_2 , le signal image de mesure du courant I_1 étant la tension U_R aux bornes de la résistance R.

5. Capteur de courant selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé par le fait que le matériau du noyau CM est ferromagnétique ou fritté, et que le noyau CM comporte deux parties élémentaires en U séparées l'une de l'autre par deux entrefers (12a, 12b) disposés de part et d'autre de la ligne (14) jouant le rôle d'enroulement primaire.

6. Capteur de courant selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé par le fait que la longueur totale e de ou des entrefers (12, 12a, 12b) magnétiques du noyau CM est comprise entre 0,5 et 20 millimètres, et que la valeur de la résistance de charge R_2 est comprise entre 10 et 1000 Ohms.

Patentansprüche

1. Stromwandler (10) zum Kontrollieren des Stromes in einer Leitung (14) eines elektrischen Energieversorgungssystems, wobei der induktive Stromwandler mit der Leitung gekuppelt ist und aufweist:

- einen Magnetkreis oder Kern CM, der die Leitung (14) umgibt, und der mit mindestens einem unmagnetischen Luftspalt (12, 12a, 12b) von vorbestimmter Länge a versehen ist, wobei der genannte Kreis einen magnetischen Widerstand R_e besitzt,

- eine auf den Magnetkreis CM gewickelte Sekundärwicklung (16, 16a, 16b) mit n Wicklungen und einem ohmschen Widerstand R_1 ,

- einen Belastungswiderstand, der elektrisch mit den Ausgangsklemmen der Sekundärwicklung verbunden ist und einen ohmschen Widerstand R_2 besitzt, dadurch gekennzeichnet, dass der induktive Stromwandler (10) mit einem statischen Auslöser eines Schalters verbunden ist und von hybrider Art ist, mit einer durch die Gleichung $n^2/Re(R_1+R_2)$ bestimmte Sekundärzeitkonstante t_2 , deren Wert zwischen 10 Mikrosekunden und 100 Millisekunden liegt, und dass die Sekundärwicklung (16, 16a, 16b) des genannten hybriden Stromwandlers (10) mit einer Frequenz-Kompensationsschaltung (18) zusammenarbeitet, die mit den Klemmen des Belastungswiderstandes R_2 verbunden ist, um ein Mess-Bildsignal abzugeben, dessen Amplitude ziemlich konstant ist, wenn die Frequenz f des in der Leitung (14) flies-

senden Primärstromes I_1 in einem vorbestimmten Bereich liegt, nahe einer zentralen Kompensationsfrequenz f_0 , wobei das genannte Mess-Bildsignal der Kompensationsschaltung (18) in ein elektronisches Verarbeitungssystem (22) des genannten Auslösers eingegeben wird, das einen Auslösebefehl an eine Spule (28) abgibt zur Steuerung des Leistungsschalters, wenn das Bildsignal eine vorbestimmte Schwelle überschreitet, wobei die Versorgung des Verarbeitungssystems (22) durch die nicht kompensierte Spannung U_2 geschieht, die an den Klemmen des Belastungswiderstandes R_2 abgenommen wird.

2. Stromwandler gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Frequenz-Kompensationsschaltung (18) ein Phasenschiebersystem aufweist zur Phasenregelung des Mess-Bildsignals mit dem zu kontrollierenden Primärstrom I_1 , wenn die Frequenz des letztgenannten der zentralen Frequenz f_0 entspricht.

3. Stromwandler gemäß Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Frequenz-Kompensationsschaltung (18) von einer Serienschaltung mit Widerstand R und Kondensator C gebildet wird, parallel zu den Klemmen des Belastungswiderstandes R_2 geschaltet, so dass das Mess-Bildsignal des Stromes I_1 durch die Spannung U_c an den Klemmen des Kondensators C dargestellt wird, wobei die Werte des Widerstandes R und des Kondensators C der Serienschaltung von der Zeitkonstante RC bestimmt werden, welche durch die Gleichung $1/(2\pi f_0)^2 t_2$ definiert wird, wobei f_0 die zentrale Kompensationsfrequenz und t_2 die Sekundär-Zeitkonstante des hybriden Stromwandlers (10) darstellt.

4. Stromwandler gemäß Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Frequenz-Kompensationsschaltung (18) von einer Serienschaltung mit einer Induktanz L und einem Widerstand R gebildet wird, die parallel zu den Klemmen des Belastungswiderstandes R_2 geschaltet sind, wobei das Mess-Bildsignal des Stromes I_1 die Spannung U_R an den Klemmen des Widerstandes R darstellt.

5. Stromwandler gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Material des Kernes CM ferromagnetisch oder gesintert ist, und dass der Kern CM zwei U-förmige Grundteile aufweist, die voneinander durch zwei Luftspalte (12a, 12b) getrennt sind, welche diesseits und jenseits der Leitung (14), die die Rolle einer Primärwicklung spielt, angeordnet sind.

6. Stromwandler gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Gesamtlänge e des oder der unmagnetischen Luftspalte (12, 12a, 12b) des Kernes CM zwischen 0,5 und 20 Millimetern liegt, und dass der Wert des Belastungswiderstandes R_2 zwischen 10 und 1000 Ohms liegt.

Claims

1. Current sensor (10) intended to control the

current in a line (14) of an electrical energy supply system, said inductive sensor coupled with the line and comprising:

- a magnetic circuit or core CM enclosing the line (14) and equipped with at least one amagnetic air-gap (12, 12a, 12b) of predetermined length e, said circuit having a reluctance R_e ,
- a secondary winding (16, 16a, 16b) wound about the magnetic circuit CM and having a number of winding turns n and an ohmic resistance R_1 ,
- a load resistance connected electrically to the output terminals of the secondary winding and having an ohmic resistance R_2 , characterized in that the inductive sensor (10) is associated with a trip device of a circuit breaker and is of hybrid type with a secondary time constant t_2 defined by the relation $n^2/R_e(R_1+R_2)$, the value of which is comprised between 10 microseconds and 100 milliseconds, and that the secondary winding (16, 16a, 16b) of said hybrid sensor (10) cooperates with a frequency compensating circuit (18) connected to the load resistance R_2 terminals, in order to generate a measuring image signal of which the amplitude is almost constant when the primary current I_1 frequency f flowing in the line (14) is comprised in a predetermined bracket about a compensation central frequency f_o , the image signal of the compensation circuit (18) measurement being injected into an electronic processing system (22) of said trip device generating a tripping order to said circuit breaker operation coil (28) when the image signal exceeds a predetermined threshold, the processing system (22) supply being carried out by means of the non-compensated voltage U_2 taken between the load resistance R_2 terminals.

2. Current sensor according to claim 1, characterized in that said frequency compensating circuit (18) comprises a phase-shifter system of phasing the measuring image signal with the primary current I_1 to control when the frequency of this last one corresponds to the central frequency f_o .

3. Current sensor according to claim 1 or 2, characterized in that the frequency compensating circuit (18) consists of a series circuit comprising a resistance R and a capacitor C, connected in parallel to the load resistance R_2 terminals as the image signal of current I_1 measurement is represented by the voltage U_c between the capacitor C terminals, the values of the series circuit resistance R and capacitor C being determined by the time constant RC defined by the relation $1/(2\pi f_o)^2 t_2$, f_o being the compensation central frequency and t_2 the secondary time constant of the hybrid sensor (10).

4. Current sensor according to claim 1 or 2, characterized in that the frequency compensating circuit (18) comprises a series circuit with inductance L and resistance R, connected in parallel to the load resistance R_2 terminals, the image signal of current I_1 measurement being the voltage U_R between the resistance R terminals.

5. Current sensor according to any of the former claims 1 to 4, characterized in that the core CM material is ferromagnetic or sintered, and that the core CM comprises two U-shaped elementary portions separated from each other by two air-gaps (12a, 12b) disposed on both sides of the line (14) acting as primary winding.

6. Current sensor according to any of the claims 1 to 5, characterized in that the total length e of one or several amagnetic air-gaps (12, 12a, 12b) of core CM is advantageously comprised between 0.5 and 20 millimeters, and the load resistance R_2 value in the neighbourhood of 10 to 1000 ohms.

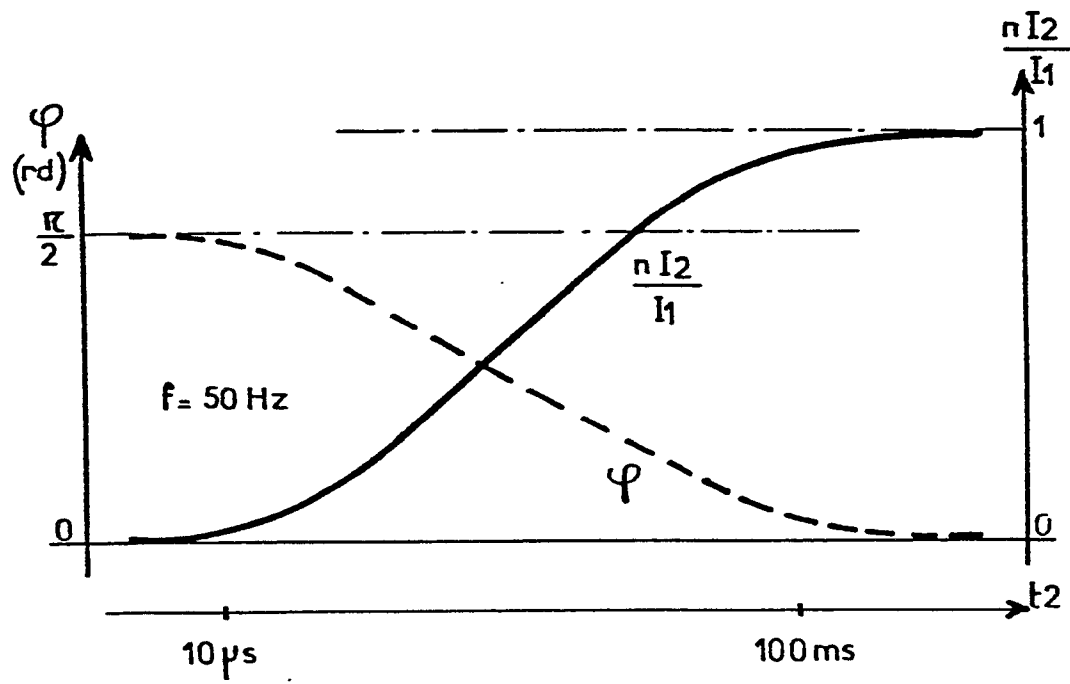
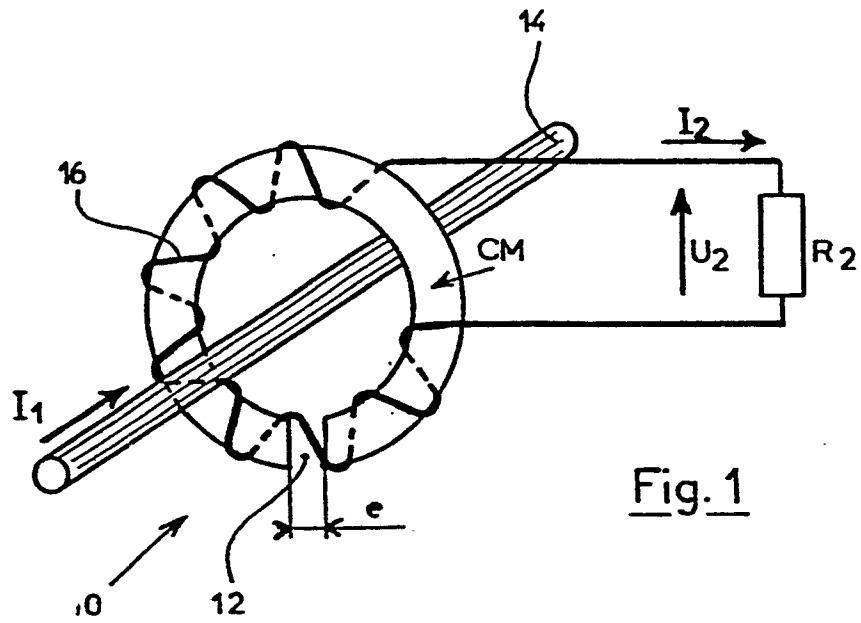
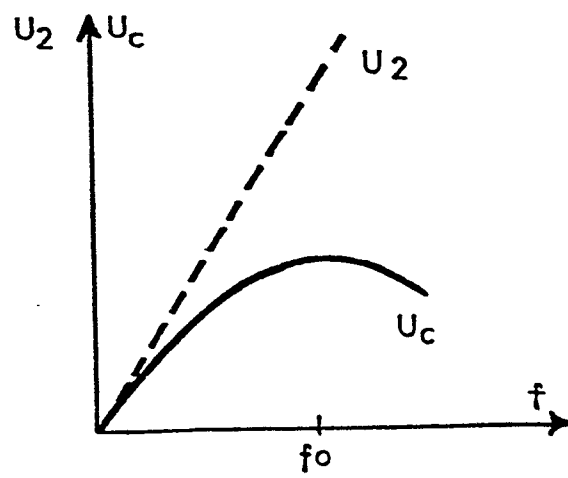
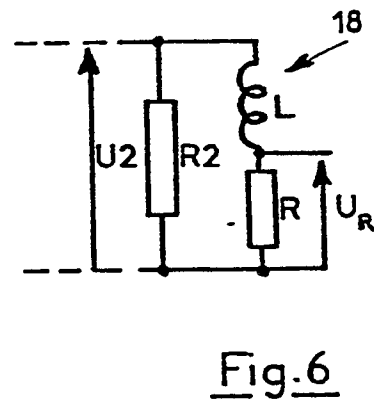
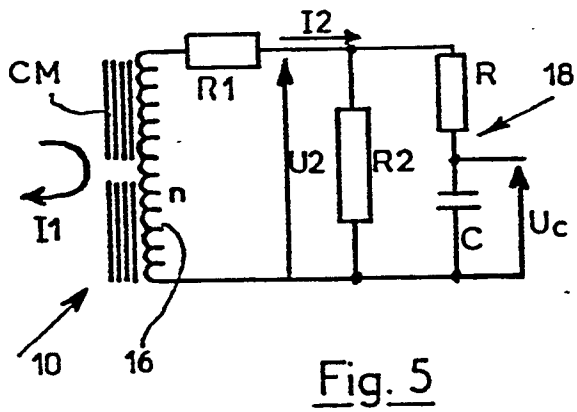
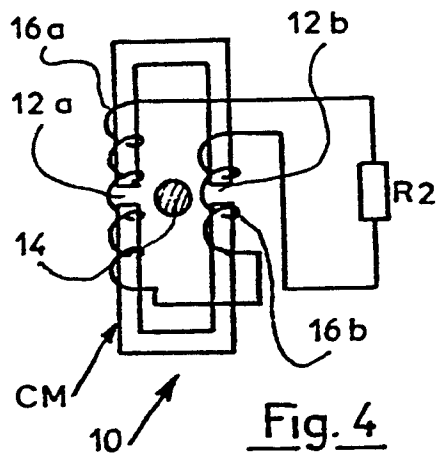
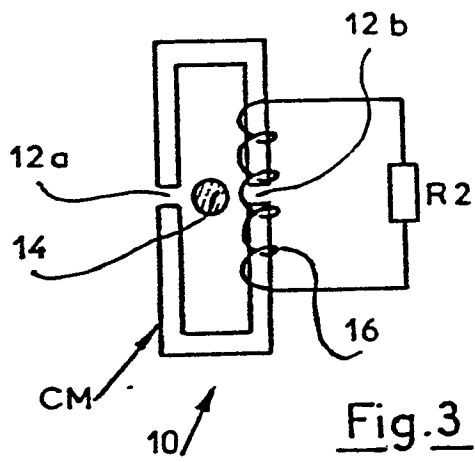


Fig. 2



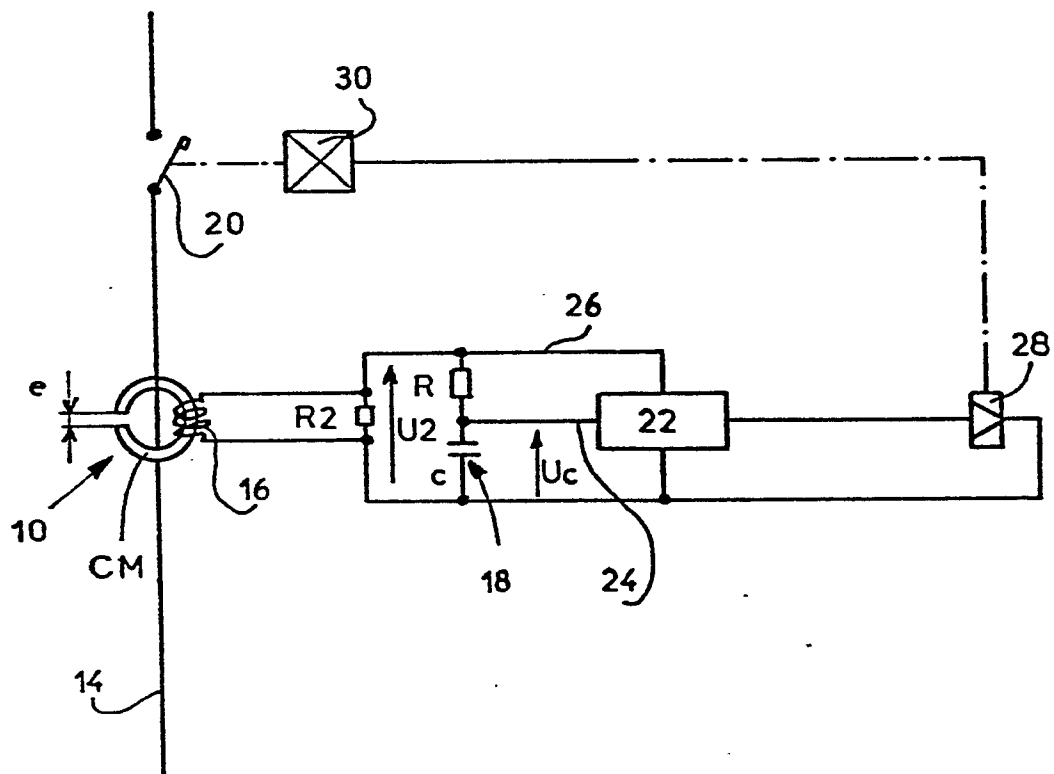


Fig. 8