RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE

SERVICE
de la PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

BREVET D'INVENTION

P.V. n° 46.282, Rhône

N° 1.453.433

Classification internationale : A 62 c

BIBLIOTHÈQUE DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS - ORSAY

Perfectionnements aux détecteurs de température et analogues, notamment pour la protection contre l'incendie, et aux dispositifs pour leur mise en œuvre.

(Invention : Jean GACOGNE.)

Société dite : SOCIÉTÉ GÉNÉRALE DE PROTECTION INCENDIE résidant en France (Seine).

Demandé le 3 août 1965, à 15 heures, à Lyon.

Délivré par arrêté du 16 août 1966.

(*Bulletin officiel de la Propriété industrielle*, n° 39 du 23 septembre 1966.)

(*Brevet d'invention dont la délivrance a été ajournée en exécution de l'article 11, § 7, de la loi du 5 juillet 1844 modifiée par la loi du 7 avril 1902.*)

La présente invention a trait aux détecteurs de température, notamment à ceux qu'on utilise en vue de signaler les débuts d'incendie. On sait que de tels détecteurs comportent fréquemment des résistances électriques thermo-sensibles combinées à des circuits appropriés de façon que la variation de résistance effective résultant de leur échauffement déclenche un processus de signalisation d'alarme, détermine la mise en action de moyens extincteurs, etc. Les résistances du genre en question peuvent être soit à coefficient de température positif (résistances en fil métallique, par exemple), soit à coefficient de température négatif (éléments dits thermistances). Les premières ont une caractéristique ascendante substantiellement linéaire dans le domaine des températures usuelles, tandis que la caractéristique des secondes s'abaisse très rapidement suivant une loi exponentielle, ce qui présente l'avantage d'une plus grande sensibilité. Les deux types présentent toutefois l'inconvénient d'être affectés par les variations de la température ambiante, ce qui réduit évidemment la sensibilité qu'on peut attendre des détecteurs si l'on veut éviter les risques de déclenchement intempestifs. Pour pallier cet inconvénient l'on doit recourir à des dispositions plus compliquées.

La présente invention vise à permettre de réaliser des détecteurs de température, et notamment des détecteurs d'incendie, qui comportent un seuil de fonctionnement déterminé au-dessous duquel ils sont substantiellement insensibles aux variations de température, alors qu'au contraire au-dessus ils peuvent présenter leur sensibilité maximale sans pour autant comporter un risque de déclenchement intempestif tant que la température ambiante n'a pas dépassé le seuil prévu.

Suivant l'invention l'on utilise en guise de résistances détectrices des éléments semi-conducteurs présentant aux basses températures un coefficient de température presque nul, mais qui, à partir d'une température déterminée, dite point d'inversion, prend une forte valeur positive. On comprend que dans ces conditions le détecteur demeure pratiquement insensible aux variations de la température ambiante tant que cette dernière reste inférieure au point d'inversion, mais qu'au contraire au-dessus de celui-ci il puisse présenter une très grande sensibilité sans que cette dernière puisse constituer un inconvénient à la seule condition que le point d'inversion se situe au-dessus de la plus forte température susceptible d'être atteinte dans des conditions normales.

En pratique les éléments utilisés conformément à l'invention peuvent être à base de titanate de baryum. Aux basses températures le coefficient de température de tels éléments n'est pas rigoureusement nul, mais comporte une valeur négative suffisamment faible pour ne pas constituer une gêne pour l'agencement général et le bon fonctionnement du détecteur. A partir du point d'inversion, qui correspond à un point de Curie, la structure cristalline des éléments du genre en question commence à passer du système tétragonal au système cubique; on entre alors dans la zone dite de transition et le coefficient de température prend brusquement une forte valeur positive particulièrement favorable pour l'application envisagée. La température continuant à s'élever, la modification cristalline s'achève et l'on sort de la zone de transition, le coefficient redevenant faible et négatif. Ce retour à un coefficient de température faiblement négatif pour les hautes températures ne peut d'ailleurs intervenir dans le fonctionnement normal d'un détecteur étant donné que celui-ci est le plus souvent agencé de

66 2191 0 73 657 3 ◆ Prix du fascicule : 2 francs

telle manière qu'une fois l'alarme déclenchée, l'ensemble ne puisse être ramené à la position de repos que par intervention d'un opérateur, même si le signal qui a provoqué le déclenchement a disparu.

Le détecteur peut comporter un ou plusieurs éléments du genre précité. Ces éléments peuvent être exposés de même manière à la température ambiante pour réaliser une détection purement thermostatique; en variante certains peuvent être relativement isolés de sorte que le détecteur est alors sensible à la vitesse de variation de la température (détection thermovélocimétrique); enfin l'on peut imaginer des combinaisons des deux modes de détection pour réaliser une plus grande sécurité.

L'invention vise encore des dispositions de circuits électriques à transistors assurant la signalisation ou autre opération prévue, non seulement dans le cas d'une élévation de température anormale, mais également pour les incidents susceptibles d'affecter le détecteur et de compromettre son fonctionnement (coupure d'un conducteur, par exemple).

Le dessin annexé, donné à titre d'exemple, permettra de mieux comprendre l'invention, les caractéristiques qu'elle présente et les avantages qu'elle est susceptible de procurer :

Figure 1 indique un schéma simplifié de détecteur thermostatique établi suivant l'invention;

Figure 2 montre l'allure de la courbe caractéristique résistance-température des éléments semi-conducteurs utilisés dans ce schéma;

Figure 3 représente le schéma d'un détecteur thermovélocimétrique;

Figure 4 montre l'allure des courbes de réponse résistance-temps des éléments semi-conducteurs dans le schéma de figure 3;

Figure 5 indique le schéma d'un détecteur à la fois thermostatique et thermovélocimétrique;

Figure 6 montre l'allure des courbes de réponse des éléments semi-conducteurs de figure 5 en détection thermovélocimétrique;

Figure 7 montre l'allure des courbes de réponse en détection thermostatique, c'est-à-dire des caractéristiques résistance-température de ces mêmes éléments de figure 5;

Figure 8 représente en coupe comment l'on peut disposer les éléments semi-conducteurs de figure 5 dans une forme de réalisation pratique;

Figure 9 est un schéma montrant comment l'on peut grouper sur un seul circuit plusieurs détecteurs élémentaires séparés du genre de celui de figure 5;

Figure 10 montre une première forme d'exécution d'un ensemble de circuits à transistors propre à remplacer le pont de Wheatstone de figures 5 ou 9;

Figure 11 indique une autre forme d'exécution;

Figures 12 et 13 sont des vues partielles de schémas du genre de celui de figure 11, mais adaptés à d'autres genres de détecteurs.

Dans le schéma de figure 1 une source de courant 1 alimente un pont Wheatstone ABCD. Deux branches opposées AB et DC de ce pont sont constituées par des éléments semi-conducteurs 2, 2′ du genre précité, tandis que les deux autres branches sont établies à l'aide de résistances 3, 3′ à coefficient de température nul ou très faible (constantan, manganine). Dans la diagonale du pont est disposé un appareil 4 propre à déceler le déséquilibre (galvanomètre, relais, circuit à déclenchement, etc.).

Le pont est équilibré pour une température déterminée quelconque qu'on supposera être égale à 0 °C pour simplifier les idées. Lorsque la température ambiante s'élève, les deux résistances 3, 3′ ou résistances d'équilibre ne varient pas. Quant aux éléments 2, 2′, comme ils se trouvent en-dessous de leur point d'inversion, ils présentent un coefficient de température négatif très faible, de sorte que la valeur de leur résistance ohmique s'abaisse de façon presque insensible comme indiqué en MN en figure 2, dans laquelle les abscisses correspondent aux températures T et les ordonnées aux résistances R. Toutefois lorsque la température atteint le point d'inversion I, le coefficient de température desdits éléments 2, 2′ devient brusquement positif et très grand, de sorte que leur résistance ohmique augmente ensuite très fortement avec la température, comme l'indique la courbe NP.

On conçoit aisément que l'appareil détecteur de déséquilibre 4, même établi sous forme relativement sensible, puisse ne pas être affecté par la très faible diminution de la résistance ohmique des éléments 2, 2′ entre 0 °C et le point d'inversion I (partie MN de la courbe), mais que ce même appareil soit actionné dès qu'on aura dépassé le point N de la courbe, c'est-à-dire la température d'inversion I. On aura donc bien réalisé un détecteur de température dont la sensibilité n'est mise en œuvre qu'à partir d'une limite I. Si cette limite correspond à la plus forte température ambiante qu'on puisse normalement rencontrer, le schéma de figure 1 résout le problème de la détection thermostatique des incendies.

Dans le schéma de figure 3 les deux éléments thermosensibles 2, 2′ sont disposés sur deux branches successives AB et BC du pont, mais l'un d'eux est entouré d'une enveloppe calorifuge 5 qui l'isole quelque peu de l'ambiance. Les deux résistances d'équilibre 3, 3′ occupent les deux autres branches AD et DC du pont.

On conçoit que si la température s'élève très lentement, les deux éléments thermosensibles 2, 2′ sont affectés de même manière et l'appareil 4 ne répond pas. Si au contraire, par suite d'un début d'incendie ou pour toute autre cause, l'élévation de température est rapide, l'élément 2′ s'échauffe moins vite que l'élément 2. Le pont se déséquilibre donc

dès que l'on a dépassé le point d'inversion, en provoquant ainsi l'actionnement de l'appareil 4. Pour mieux faire ressortir ce fonctionnement on se réfèrera à la figure 4 dans laquelle les ordonnées représentent toujours les résistances ohmiques R, tandis que les abscisses correspondent non plus aux températures, comme en figure 2, mais aux temps t. Au départ (temps zéro) les deux éléments thermosensibles sont à la même température (0 °C par exemple) et présentent donc la même valeur OM. On applique à l'ensemble une brusque élévation de température. L'élément thermosensible 2 qui se trouve dans la branche BC suit pratiquement l'ambiance de sorte qu'au bout d'un temps t_1 très court, il atteint le point d'inversion; sa résistance croît ensuite très vite comme indiqué par la courbe P. Au contraire l'élément thermosensible 2′ qui se trouve dans la branche BC s'échauffe beaucoup plus lentement et il n'atteint le point d'inversion qu'au bout d'un temps t_2, bien supérieur à t_1, comme indiqué par la courbe en traits interrompus MN′P′. On voit qu'à partir du temps t^1 le pont se déséquilibre, de sorte que l'appareil 4 est actionné. Le schéma de figure 2 permet donc de réaliser une détection thermovélocimétrique qui ne fonctionne qu'au-dessus de la température d'inversion, c'est-à-dire qui reste insensible aux brusques variations de températures susceptibles de se produire normalement par suite de courants d'air, par exemple.

Figure 5 montre schématiquement comment on peut agencer des éléments semi-conducteurs du genre précité pour établir une détection combinée thermostatique et thermovélocimétrique. On a prévu trois éléments thermosensibles 2, 2′ et 2″ du genre en question. L'élément 2 comporte un point d'inversion relativement bas et un coefficient de température positif modéré dans la zone de transition. L'élément 2′ est identique à l'élément 2, mais il est en partie isolé de l'ambiance par une enveloppe 5. Quant à l'élément 2″, sa résistance à froid est nettement plus faible que celle des éléments 2 et 2′, son point d'inversion est plus élevé et au-dessus de celui-ci son coefficient positif de température est beaucoup plus fort. Les éléments 2 et 2″ sont montés en série dans la branche AB du pont, l'élément calorifugé 2′ étant disposé dans la branche BC.

Figure 6 montre en fonction du temps la variation de la valeur des résistances des éléments 2, 2′, 2″ dans le cas où l'ensemble est affecté par une brusque élévation de température de l'ambiance. Au départ, c'est-à-dire à la température initiale de 0 °C par exemple, l'élément 2 présente une résistance OM. Comme il n'est pas calorifugé, il s'échauffe très rapidement avec l'ambiance elle-même et au bout d'un temps t_1 il atteint son point d'inversion à partir duquel sa résistance croît assez rapidement (courbe M N P). L'élément 2′ présente une courbe de variation de résistance semblable à celle de l'élément 2, mais décalée dans le temps, puisqu'en raison de l'enveloppe 5 il s'échauffe moins vite que l'ambiance. Si pour simplifier l'on néglige l'effet du faible coefficient négatif initial, cet élément 2 suit la courbe M′ N′ P′, étant entendu que le point M′ coïncide avec le point M. Quant à l'élément 2″ sa résistance initiale OM″ est plus faible que celle des deux précédents. Si là encore on néglige le faible coefficient négatif initial, cette résistance reste constante assez longtemps, en raison du point d'inversion relativement élevé de cet élément; ce point n'est atteint qu'à un temps t_2 nettement postérieur à t_1, mais à partir de cet instant (point N″) la valeur de la résistance s'élève très rapidement, le tout comme indiqué par la courbe M″ N″, P″.

Si lors d'un début d'incendie la température ambiante s'élève brusquement, le pont se déséquilibre au bout du temps t_1, lequel est en pratique très court, et l'alarme est déclenchée par l'appareil 4 (détection thermovélocimétrique). Si au contraire l'élévation de température de l'ambiance est trop lente pour que les éléments 2 et 2′ se comportent de façon nettement différente, c'est-à-dire pour que les courbes M N P et M′ N′ P′ se distinguent pratiquement l'une de l'autre (fig. 7), le pont demeure substantiellement à l'équilibre tant que la température n'a pas atteint le point d'inversion de l'élément 2″, puisque les éléments 2 et 2′ restent pratiquement identiques l'un à l'autre et que la résistance à froid de l'élément 2″ est très faible.

Mais à partir de cette température la brusque élévation de résistance de l'élément 2″ provoque un déséquilibre notable déclenchant ainsi l'alarme. On a donc bien réalisé ainsi une détection thermostatique pure.

En pratique, et comme le montre figure 8, l'élément 2′ peut être placé à l'intérieur du boîtier de connexion 9 dans lequel arrive le câble 10 propre à relier les éléments détecteurs au circuit d'alarme. Les éléments 2 et 2″ sont au contraire disposés extérieurement contre la face inférieure de ce boîtier.

Figure 9 montre comment l'on peut monter en série plusieurs détecteurs élémentaires coopérant avec un même pont comparateur. Comme on peut le voir dans cette figure les éléments respectifs des divers détecteurs sont purement et simplement branchés les uns à la suite des autres dans les deux branches AB et BC. En partant du point A on rencontre donc le premier élément 2 du premier détecteur, le premier élément 2a du second et le premier élément 2b du troisième et ainsi de suite. On comprend immédiatement que toute variation de résistance de l'un quelconque des éléments détermine un déséquilibre du pont, l'isolement relatif des éléments 2′, 2′a, 2′b assurant la détection thermovélocimétrique. Bien entendu l'ordre des élé-

ments dans chaque branche est sans importance.

Dans ce qui précède on a supposé que le détecteur de température suivant l'invention comportait un montage en pont de Wheatstone de type classique avec, dans la diagonale verticale, un appareil également classique (galvanomètre, relais, etc., éventuellement combiné à un amplificateur). Mais conformément à l'invention l'on utilise préférablement en guise de pont des dispositions de circuits électriques à transistors propres à assurer le déclenchement de l'alarme ou autre lors d'un incident quelconque susceptible d'affecter le fonctionnement.

Dans la disposition de figure 10 le point intermédiaire B de la chaîne d'éléments 2, 2', 2''-2*a*, 2'*a*, 2''*a*, etc., est relié à un conducteur 11. Entre ce conducteur 11 et le conducteur négatif 12, relié au point C, sont interposées successivement une diode 13 et la résistance 14 d'un potentiomètre. On a d'autre part établi une première bascule comprenant deux transistors T_1 et T_2 de type N P N dont les collecteurs sont reliés au conducteur positif 15 par des résistances individuelles 16, respectivement 17, tandis que leurs deux émetteurs sont de leur côté reliés au conducteur négatif 12 par une résistance commune 18. La base du transistor T_1 est reliée au curseur 19 du potentiomètre 14 tandis que celle du transistor T_2 est polarisée par un diviseur de tension 20, 21 branché entre le collecteur de T_1 et le conducteur négatif 12. La sortie 22 est prélevée sur le collecteur de T_2.

Le potentiomètre 14 est réglé de façon que T_1 se trouve à l'état conducteur et T_2 à l'état non-conducteur.

Il est prévu une seconde bascule, rigoureusement identique à la précédente et que pour cette raison on a affecté des mêmes références avec l'indice *a*. Toutefois dans cette bascule le transistor T_1a est réglé à la non-conduction, c'est-à-dire à l'inverse de ce qui est le cas pour la première bascule.

Dans ces conditions l'on comprend que toute variation du potentiel du point B déclenche, suivant son sens, le basculement de l'une ou de l'autre des deux bascules, de telle sorte que le système détecteur commande l'alarme, soit par la sortie 22 soit par la sortie 22*a*. On est donc assuré d'avoir un déclenchement non seulement pour correspondre à la détection thermostatique ou thermovélocimétrique d'un début d'incendie, mais encore lors de tout autre incident affectant l'équilibre général des circuits (Mauvais contact, coupure franche, court-circuit, etc.).

Les sorties 22 et 22*a* peuvent être reliées à des relais, à des thyratrons, etc., soit directement, soit par l'intermédiaire d'amplificateurs.

Dans la variante de figure 11 le point intermédiaire B est relié par une résistance 23 à l'émetteur d'un transistor uni-jonction UJT, du genre comprenant un émetteur 24 et deux bases 25 et 26. La base 25 est directement reliée au conducteur négatif 12, tandis qu'entre la base 26 et le conducteur positif 15 est interposée une résistance de charge 27. Une résistance variable 28 est insérée entre le conducteur négatif 12 et le point A de la chaîne détectrice, le point C étant relié au conducteur positif 15. Cette résistance 28 permet de régler le potentiel du point intermédiaire B à une valeur légèrement inférieure à la « tension de sommet » du transistor UJT, de manière que celui-ci soit à l'état faiblement conducteur. Dans ces conditions la tension entre ses deux bases 25 et 26 est élevée et le courant d'émetteur I_E est pratiquement négligeable. Mais si pour une raison quelconque, et notamment par suite de la réponse de la chaîne détectrice à un commencement d'incendie, le potentiel du point B vient à s'élever « la tension de sommet » est atteinte et UJT devient conducteur. La tension entre l'émetteur et la base 25 diminue brusquement jusqu'à la valeur connue sous le nom de « tension de vallée ». tandis que I_E prend une valeur notable. On comprend qu'il est possible de brancher sur la base 26 un relais ou autre dispositif qui utilise la conduction de UJT pour déclencher l'alarme.

On peut d'autre part utiliser la chute de tension dans la résistance 23 pour débloquer un transistor T_3 de type PNP dont la base est polarisée par un potentiomètre 29 branché entre l'émetteur 24 et le conducteur positif 15. En effet lorsque UJT devient conducteur, sa tension d'émetteur s'abaisse en raison de la présence de la résistance 23, ce qui agit sur la base de T_3. L'émetteur de T_3 est relié au conducteur 15 par une résistance de contre-réaction 30, tandis que son circuit de collecteur est utilisé pour allumer une lampe ou voyant 31 et pour déclencher l'alarme par une diode 32, un potentiomètre 33 et un transistor amplificateur T_4, de type NPN, dont le collecteur alimente la sortie 34.

Il est important de noter que l'alarme ou signalisation reste déclenchée après disparition de la cause de déséquilibre qui l'a provoquée, le passage du courant I_E maintenant ce déséquilibre. Pour ramener l'ensemble à la position de repos il faut couper un court instant l'alimentation générale ou court-circuiter momentanément la branche AB par un bouton de ré-enclenchement tel que 35.

Il est facile de vérifier que là encore, s'il apparaît un défaut quelconque, l'alarme déclenche également par suite de la variation correspondante du potentiel du point intermédiaire B. Si ce potentiel s'élève, le déclenchement se produit comme en cas d'incendie. S'il s'abaisse, c'est le transistor T_3 qui déclenche, la seule différence étant que l'alarme cesse dès que le défaut disparaît.

Si même l'ampoule signalisatrice 31 vient à « griller », le faible courant résiduel de repos du transistor T_3 passe alors par le potentiomètre 33 et suffit pour déclencher le transistor de sortie T_4.

On peut encore remarquer que l'installation est insensible aux faibles variations de tension, du fait que le rapport tension de sommet/tension interbase reste constant pour un même transistor unijonction. Le dispositif n'exige donc qu'une stabilisation assez grossière de la source d'alimentation.

La même installation peut recevoir plusieurs chaînes différentes de détecteurs élémentaires dont les diodes de sortie viennent se brancher en parallèle sur la diode 32, comme indiqué en 32'.

Il est à noter que les schémas ou montages de figures 10 et 11 peuvent s'appliquer à la détection de tout seuil d'une grandeur électrique variable, que celle-ci représente une température, une pression, un niveau, etc.

A titre d'exemple figure 12 indique l'application du schéma de figure 11 à la détection de température par thermo-couples. Entre les points B et C on a disposé une résistance fixe 35, tandis qu'entre les points A et B l'on a monté une série de thermo-couples détecteurs 36. La résistance variable 28 permet de régler l'ensemble au repos, de telle façon que le potentiel du point B soit légèrement inférieur à la « tension de sommet » du transistor unijonction UJT (fig. 11). Dans ces conditions dès que les thermo-couples 36 sont soumis à une différence de température entre leur soudure chaude et leur soudure froide, la légère force électro-motrice ainsi produite vient s'ajouter à la chute de tension dans la résistance 28 pour déplacer le potentiel du point B et pour déclencher le basculement du transistor UJT en donnant ainsi l'alarme.

Dans la forme d'exécution de figure 13 on a remplacé les thermo-couples 36 de figure 12 par des contacts 37, normalement fermés. Le phénomène à détecter se traduit par l'ouverture de l'un au moins de ces contacts et il est clair qu'il provoque ainsi la variation du potentiel du point B pour déclencher l'alarme.

Il doit d'ailleurs être entendu que la description qui précède n'a été donnée qu'à titre d'exemple et qu'elle ne limite nullement le domaine de l'invention dont on ne sortirait pas en remplaçant les détails d'exécution décrits par tous autres équivalents.

RÉSUMÉ

I. Détecteur de température, notamment pour la protection des incendies, du genre comportant des résistances thermosensibles, remarquable en ce que ces résistances sont constituées par des éléments semi-conducteurs présentant à basse température un coefficient de température presque nul, mais qui, à partir d'une température déterminée ou point d'inversion, prend une forte valeur positive, ledit détecteur pouvant en outre comporter les autres caractéristiques envisagées ci-après, séparément ou en combinaison :

1° Les éléments semi-conducteurs thermosensibles sont à base de titanate de baryum;

2° Le détecteur comporte, monté en série, un premier élément à point d'inversion relativement bas et à coefficient de température positif modéré, un second élément identique au premier, mais protégé de l'ambiance dans une certaine mesure, et un troisième élément à point d'inversion assez élevé et à coefficient de température positif très fort, la détection s'opérant par déplacement du potentiel d'un point intermédiaire convenablement choisi.

II. Montage de circuits électriques propre à déceler le seuil d'une grandeur électrique variable, représentative d'une température, d'une pression, d'un niveau, etc., comprenant deux chaînes d'éléments résistants ou propres à engendrer une force électro-motrice, et des moyens pour déclencher une signalisation en fonction des variations de potentiel du point intermédiaire, ledit montage pouvant en outre comporter les autres caractéristiques envisagées ci-après, séparément ou en combinaison :

1° Il comporte deux bascules à transistors dont l'une est déclenchée par une élévation du potentiel du point intermédiaire, l'autre par un abaissement de ce potentiel;

2° Il comprend un transistor unijonction réglé de manière à se trouver légèrement au-dessous de sa « tension de sommet », de façon à déclencher l'alarme lorsque celle-ci est atteinte par déplacement dans un sens du potentiel du point intermédiaire, tandis qu'il est prévu un transistor triode qui déclenche l'alarme pour une variation en sens inverse du potentiel dudit point.

Société dite :
SOCIÉTÉ GÉNÉRALE DE PROTECTION INCENDIE
Par procuration :
Jh. MONNIER

Pour la vente des fascicules, s'adresser à l'IMPRIMERIE NATIONALE, 27, rue de la Convention, Paris (15e).

N° 1.453.433 Société dite : 2 planches. - Pl. I

Société Générale de Protection Incendie

Fig. 1

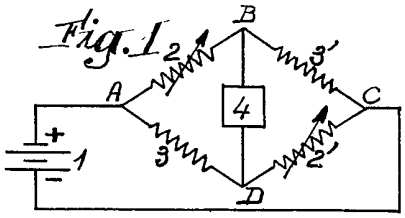


Fig. 2

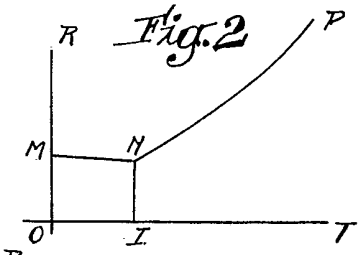


Fig. 3

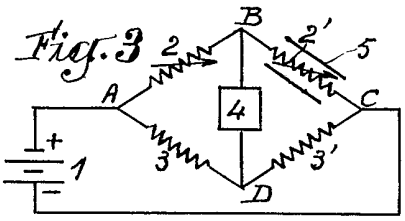


Fig. 4

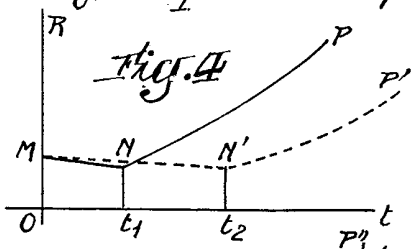


Fig. 5

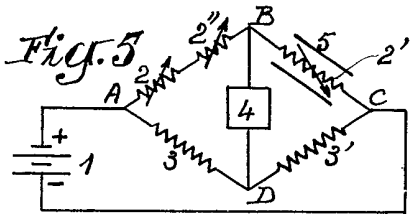


Fig. 6

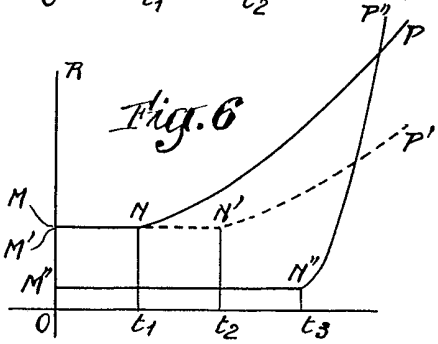


Fig. 7

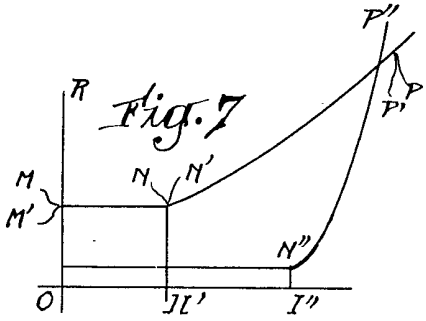


Fig. 8

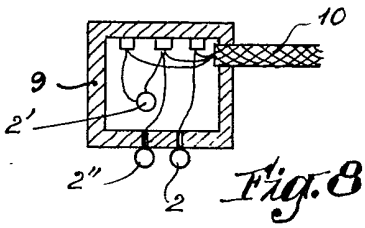
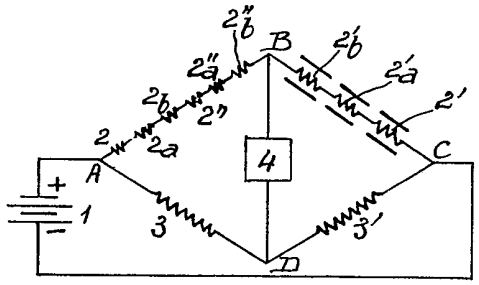


Fig. 9



Société Générale de Protection Incendie

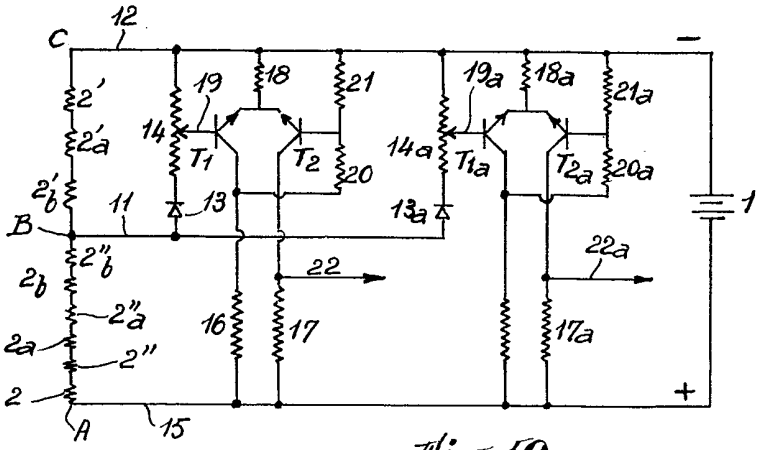


Fig. 10

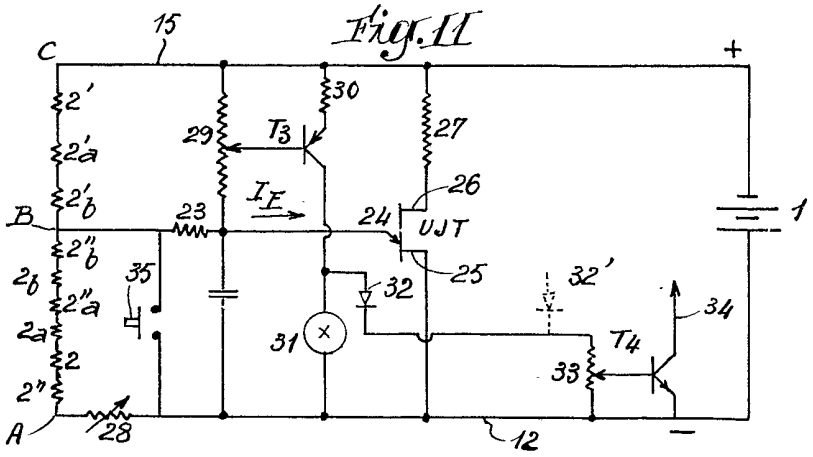


Fig. 11

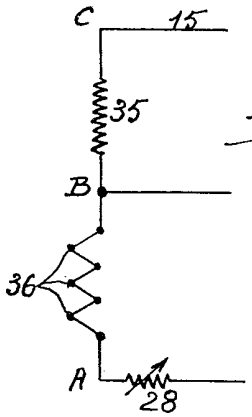


Fig. 12

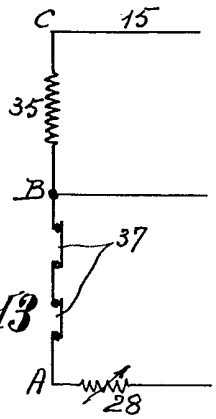


Fig. 13