

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication :
(A n'utiliser que pour les
commandes de reproduction).

2 459 448

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21) **N° 79 15490**

(54) Procédé et dispositif pour la détection de défauts d'épaisseur d'une bande en défilement continu.

(51) Classification internationale (Int. Cl. 3). **G 01 B 7/06; B 21 C 51/00.**

(22) Date de dépôt..... 18 juin 1979, à 13 h 45 mn.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 2 du 9-1-1981.

(71) Déposant : SOCIETE DES FORGES DE BASSE-INDRE, société anonyme, résidant en France.

(72) Invention de : Hervé Giblat et Gérard Plessis.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Bonnet-Thirion, G. Foldés,
95, bd Beaumarchais, 75003 Paris.

La présente invention concerne d'une manière générale le contrôle de l'épaisseur d'une bande en défilement continu dans une quelconque ligne de traitement, et concerne plus particulièrement le cas où des défauts alternatifs d'épaisseur d'une telle bande, rapidement variables et groupés, sont à déceler.

5 C'est le cas, par exemple, pour une bande de métal en cours de laminage.

Il n'est pas rare, en effet, qu'en raison d'un phénomène de résonance, les cylindres de travail d'un laminoir viennent à imprimer sur la bande de métal en cours de laminage des défauts 10 transversaux périodiques, connus usuellement sous le nom de défauts de broutage ou défauts de chattering, dont il résulte une variation périodique d'épaisseur pour cette bande de métal.

En pratique, le phénomène de résonance à l'origine de tels 15 défauts n'intervient qu'épisodiquement, et il est possible de le pallier en ralentissant, à compter de sa détection, la vitesse de travail du laminoir, au prix, il est vrai, d'une perte de rendement.

Mais, il reste qu'une portion de la bande de métal en cours 20 de travail, celle traitée entre le moment où apparaît un tel phénomène de résonance et celui où, sur intervention sur la vitesse de travail du laminoir, disparaît ce phénomène de résonance, se trouve affectée de défauts de broutage, et présente donc une épaisseur variable.

25 Pour certaines applications au moins, il est possible de se satisfaire des variations d'épaisseur correspondantes.

Il n'en est pas de même pour d'autres applications, et c'est le cas notamment pour les bandes de fer blanc destinées à l'industrie de la conserve.

30 La raison en est double.

D'une part, lors de la refusion de l'étain déposé par électrolyse sur une telle bande, celle-ci sert de résistance chauffante ; il en résulte que cette refusion se fait de manière irrégulière si l'épaisseur de la bande n'est pas uniforme, ce qui 35 peut conduire à un zébrage de cette bande.

D'autre part, il peut s'avérer très difficile, voire impossible, de faire des corps de boîte cylindriques à partir de flans découpés dans une bande de métal affectée de défauts de broutage, le rayon de la courbure que prend un tel flan lors de son formage 40 variant avec son épaisseur.

Il importe donc, dans ce cas, de pouvoir éliminer une portion de bande de métal considérée comme mauvaise parce que affectée de défauts de broutage inacceptables, ou de la marquer en vue d'une telle élimination.

5 Sans autre, une jauge d'épaisseur mise en oeuvre à cet effet ne saurait donner satisfaction.

En effet, le signal de réponse d'une telle jauge est instantané.

Or, en pratique, une portion de bande de métal affectée de 10 défauts de broutage ne doit raisonnablement être considérée comme mauvaise que si la densité de ses défauts, c'est-à-dire le nombre de défauts d'épaisseur par unité de longueur de la bande présentant une amplitude supérieure à une valeur donnée, dépasse un seuil donné.

15 La présente invention a pour objets un procédé et un dispositif propres à la détection de défauts d'épaisseur d'une bande en défilement continu donnant au contraire satisfaction.

Suivant l'invention, on met en oeuvre, de manière connue en 20 soi, une jauge d'épaisseur sensible à l'épaisseur de la bande à contrôler et apte à délivrer un signal de sortie image de ladite épaisseur, dit ci-après signal d'épaisseur.

Mais, suivant l'invention, s'agissant donc de la détection 25 de défauts d'épaisseur rapidement variables et longitudinalement groupés sur la bande de métal à contrôler, on assure une détection de crête, avec mémorisation temporisée, du signal d'épaisseur délivré par la jauge d'épaisseur mise en oeuvre, pour obtention d'un signal dit ci-après signal de crête, on assure une détection de vallée, avec mémorisation temporisée, dudit signal d'épaisseur, pour obtention d'un signal dit ci-après signal de vallée, on assure 30 la formation d'un signal, dit ci-après signal de défaut, image de la différence entre le signal de crête et le signal de vallée, et, en pratique par mise en oeuvre d'un détecteur de seuil, on actionne un quelconque récepteur lorsque la valeur du signal de défaut atteint la valeur d'un seuil déterminé, dit ci-après 35 seuil de déclenchement.

Un tel récepteur peut être constitué ou comprendre un organe 40 passif, tel que par exemple un moyen indicateur, visuel ou sonore ; il peut également être constitué ou comprendre un organe actif, tel que par exemple un moyen de marquage ou un moyen de cisaillage et d'aiguillage propre directement à l'élimination de

la portion de bande de métal contrôlée non satisfaisante.

Plus simplement, il peut s'agir d'un relais propre à la commande d'un tel organe.

Quoi qu'il en soit, la constante de temps que comporte suivant l'invention la mémoire temporisée des détecteurs mis en oeuvre pour la détection de crête et la détection de vallée à assurer, a avantageusement un double effet.

D'une part, elle fixe la longueur minimale du défaut répétitif devant être détecté : cette longueur minimale est d'autant plus réduite que la constante de temps des mémoires en question est élevée.

D'autre part, par l'affaiblissement du signal qu'elle entraîne, elle permet par elle-même de supprimer la signalisation de défauts lorsque ceux-ci, abstraction faite de la temporisation qu'elle implique, ont disparu.

Les caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront d'ailleurs de la description qui va suivre, à titre d'exemple, en référence aux dessins schématiques annexés sur lesquels :

la figure 1 est un bloc diagramme d'un dispositif suivant l'invention ;

la figure 2 est un diagramme temporel illustrant schématiquement le mode d'intervention des divers constituants de ce dispositif ;

la figure 3 est un schéma pratique de réalisation du dispositif suivant l'invention.

D'une manière générale, et tel qu'illustré par le bloc diagramme de la figure 1, le dispositif suivant l'invention, qui est destiné à la détection de défauts d'épaisseur rapidement variables et groupés d'une bande de métal 10 en défilement continu dans une quelconque ligne de traitement, du type des défauts de broutage ou chattering susceptibles de se produire dans un laminoir, comporte une jauge d'épaisseur 11, qui est sensible à l'épaisseur e d'une telle bande 10, et qui est apte à délivrer un signal de sortie E image de ladite épaisseur e, dit ci-après signal d'épaisseur.

En pratique, la jauge d'épaisseur 11 mise en oeuvre, qui est de type usuel, doit avoir un faible temps de réponse et une sensibilité adaptés à la nature du défaut périodique à détecter, et notamment au pas et à l'amplitude de celui-ci, ainsi qu'à la vitesse de la bande 10 dans la jauge 11. Dans la plupart des cas

un temps de réponse ne dépassant pas 10 millisecondes est convenable.

En effet, la tolérance admise sur l'épaisseur de la bande 10 peut être plus sévère pour les défauts périodiques de broutage 5 ou chattering à déceler que pour un défaut constant d'épaisseur.

C'est ainsi que, pour une tôle de 0,25 mm d'épaisseur nominale, on peut par exemple se satisfaire d'une tolérance de plus ou moins 0,02 mm pour des défauts d'épaisseur ponctuels, et considérer au contraire comme inacceptables des défauts périodiques 10 ayant une amplitude de crête à crête de 0,02 mm, lorsque ces défauts périodiques se reproduisent par exemple à un pas de 5 cm.

Les jauge d'épaisseur commercialisées sous la référence VBM 2065 par la Société VOLLMER présentent à cet égard des temps de réponse et une sensibilité satisfaisants.

15 Une telle jauge d'épaisseur est bien connue par elle-même, et ne faisant pas partie de la présente invention, elle ne sera pas décrite en détail ici.

La ligne I du diagramme temporel de la figure 1 donne cependant l'allure de son signal de sortie, qui constitue le signal 20 d'épaisseur E, lors d'un défaut de broutage ou chattering à déceler.

Il s'agit d'une allure globalement ondulée se caractérisant par une alternance de crête c et de vallée v.

Pour le traitement d'un tel signal d'épaisseur E en vue de 25 la détection recherchée, le dispositif suivant l'invention comporte en outre, globalement, un premier détecteur à mémoire temporisé 12C, qui reçoit le signal d'épaisseur E et qui est apte à délivrer un signal image de l'écart entre une crête c du signal d'épaisseur E et la valeur nominale n de celui-ci, dit ci-après 30 signal de crête C, un deuxième détecteur à mémoire temporisée 12V, qui reçoit également le signal d'épaisseur E, en parallèle vis-à-vis du premier détecteur 12C, et qui est apte à délivrer un signal image de l'écart entre une vallée v de ce signal d'épaisseur E et la valeur nominale n de celui-ci, dit ci-après signal de 35 vallée V, un sommateur 13, qui reçoit le signal de crête C et le signal de vallée V, et qui est apte à élaborer un signal D, dit ci-après signal de défaut, image de la différence entre le signal de crête C et le signal de vallée V, tel que $D = G (C-V)$, G étant 40 un quelconque facteur de proportionnalité, un détecteur de seuil 14, qui reçoit le signal de défaut D et qui est apte à le com-

parer à un seuil SD, dit ci-après seuil de déclenchement, et un récepteur 15, qui est piloté par le détecteur de seuil 14, et qui se trouve actionné par lui lorsque la valeur du signal de défaut D atteint la valeur du seuil de déclenchement SD.

5 En pratique, dans l'exemple de mise en oeuvre schématiquement illustré par le bloc diagramme de la figure 1, le récepteur 15 est un simple relais, dont l'un au moins des contacts interrupteurs est interposé sur l'alimentation électrique d'un quelconque organe passif de signalisation et/ou d'un quelconque organe 10 actif d'intervention.

En outre, dans cette forme de mise en oeuvre, entre le détecteur de seuil 14 et le récepteur 15 est interposé un moyen de retard 17, asservi à la vitesse de défilement de la bande 10, et piloté par exemple à cet effet par un générateur d'impulsions 15 tel que par exemple une roue à impulsions 18 calée en rotation sur un rouleau, non représenté, entraîné par la bande 10.

La réalisation pratique des divers constituants succinctement présentés ci-dessus peut être très diverse et relève de l'homme de l'art ; il suffit en effet, pour un tel homme de l'art, 20 de connaître la fonction que doit assurer un tel constituant, pour être en mesure d'en proposer une réalisation.

Cependant, à titre d'exemple non limitatif, on décrira maintenant succinctement une réalisation pratique possible du dispositif suivant l'invention, en référence au schéma détaillé de la 25 figure 3.

Suivant ce schéma, chacun des détecteurs 12C, 12V est constitué par un amplificateur opérationnel convenablement branché, une diode 19C étant prévue dans un sens pour le premier, et une diode 19V étant prévue en sens opposé pour le second.

30 La mémoire temporisée de chacun de ces détecteurs est constituée par un montage classique à résistance 20 et condensateur 21.

De préférence, pour des raisons de commodité, mais non obligatoirement, ces résistances 20 et ces condensateurs 21 sont choisis de manière à conduire à des constantes de temps égales, pour l'un et pour l'autre de ces détecteurs 12C, 12V.

Dans l'exemple de réalisation représenté, chacun de ces détecteurs 12C, 12V est suivi d'un amplificateur opérationnel 22 monté en amplificateur suiveur, le sommateur 13 est un amplificateur opérationnel convenablement monté, et le détecteur de seuil 40

14 est une bascule de Schmitt.

En outre, dans la forme de réalisation représentée à la figure 3, le moyen de retard 17 précédemment mentionné est formé par un compteur 24, qui reçoit les impulsions émises par le générateur d'impulsions 18, en pratique dans l'exemple de réalisation représenté, par l'intermédiaire d'un élément de couplage photoélectrique 25, et dont l'entrée de remise à zéro RAZ est reliée à la sortie du détecteur de seuil 14 par l'intermédiaire d'un inverseur 26.

10 En outre, l'entrée de blocage B de ce compteur 24 est elle-même reliée à la sortie du détecteur de seuil 14 par l'intermédiaire d'une porte de type ET 27, dont l'autre entrée est reliée également à la sortie S du compteur 24, par l'intermédiaire d'un sélecteur 28.

15 Le mode de fonctionnement des constituants ainsi réalisés apparaîtra mieux en se reportant maintenant au diagramme temporel de la figure 2 sur lequel sont reportés, à la ligne II, le signal de crête C, à la ligne III, le signal de vallée V, à la ligne IV, le signal de défaut D, à la ligne V, le signal de sortie du détecteur de seuil 14, et à la ligne VI, le signal de sortie du moyen de retard 17, tel qu'appliqué au récepteur 15.

20 Du fait de la constitution du détecteur de crête 12C, le signal de crête C se présente sous la forme d'une succession périodique d'échelons, qui sont synchrones des crêtes C du signal d'épaisseur E, et dont le flanc descendant est globalement une droite de pente inversement proportionnelle à la constante de temps de la mémoire temporisée que comporte ce détecteur de crête 12C.

25 De même, le signal de vallée V se présente sous la forme d'une succession d'échelons, qui sont synchrones des vallées V du signal d'épaisseur E, et dont le front ascendant a globalement l'allure d'une droite dont la pente est inversement proportionnelle à la constante de temps de la mémoire temporisée que comporte également ce détecteur de crête 12C.

30 Pour les raisons exposées ci-dessus, ces constantes de temps sont de préférence égales.

35 Le signal de défaut, ligne IV de la figure 2, correspond à la différence entre le signal de crête C et le signal de vallée V, et est donc à l'image de l'amplitude, crête à vallée, du signal d'épaisseur E, qui est elle-même à l'image de l'amplitude du

défaut d'épaisseur que présente la bande 10 contrôlée.

Pour autant que ce signal de défaut D reste inférieur au seuil de déclenchement SD, le signal de sortie du détecteur de seuil que constitue la bascule de Schmitt 14 reste au niveau 0, 5 ligne V de la figure 2.

Par suite, par l'inverseur 26, le compteur 24, qui reçoit en permanence les impulsions délivrées par le générateur 18, est perpétuellement remis à zéro, et sa sortie reste au niveau 0, ligne VI de la figure 2.

10 Par contre, dès que le signal de défaut D dépasse le seuil de déclenchement SD, le signal de sortie du détecteur de seuil 14 bascule du niveau 0 au niveau 1, ce qui libère le compteur 24.

15 Au bout d'un temps de retard T déterminé, lié au rang de la sortie S choisi à l'aide du sélecteur 28 pour le compteur 24, le signal de sortie de ce compteur passe du niveau 0 au niveau 1.

Il en résulte un double effet.

D'une part le récepteur 15 se trouve actionné.

Et d'autre part, par la porte 27, le compteur 24 se trouve bloqué, en sorte que son signal de sortie reste au niveau 1 tant 20 que le signal de sortie du détecteur de seuil 14 reste lui-même au niveau 1, c'est-à-dire, tant que la valeur du signal de défaut D demeure en continu au moins égale au seuil de déclenchement SD.

25 Lorsque ce signal de défaut D redevient inférieur au seuil de déclenchement SD, l'ensemble du dispositif suivant l'invention revient à sa position de repos.

Cependant, suivant une variante de réalisation non représentée, mais schématiquement illustrée en traits interrompus aux lignes V et VI du diagramme temporel de la figure 2, la bascule de Schmitt 14 mise en oeuvre est une bascule à hystérésis.

30 De la sorte, le récepteur 15 demeure actionné tant que la valeur du signal de défaut D demeure en continu supérieure à la valeur d'un seuil déterminé, dit seuil d'arrêt SA, inférieur au seuil de déclenchement SD.

35 Il est ainsi évité que le dispositif suivant l'invention ne revienne trop rapidement au repos après disparition des défauts de broutage ou chattering détectés.

Ainsi qu'on l'aura compris, le temps de retard T dont est différée l'entrée en action du récepteur 15 à compter de l'instant où la valeur du signal de défaut D atteint la valeur du 40 seuil de déclenchement SD est, dans l'exemple de mise en oeuvre

décrit et représenté, asservi à la vitesse de défilement de la bande 10, et, en pratique, est inversement proportionnel à cette vitesse de défilement.

Il correspond donc à une temporisation dynamique, bien qu'
5 une temporisation statique puisse également, si désiré, être mise en oeuvre, par intervention par exemple d'une simple ligne à retard.

Quoi qu'il en soit, il permet de ne rendre actif le dispositif suivant l'invention que pour autant que les défauts d'épaisseur à contrôler ne sont pas ponctuels, en coopération avec la 10 mémorisation temporisée de la détection correspondante.

Par contre, dans ce qui précède, les constantes de temps des mémoires temporisées que comportent les détecteurs 12C, 12V pour cette mémorisation sont fixées de manière statique, par la valeur 15 relative des résistances 20 et des condensateurs 21 correspondants.

Si désiré, cette constante de temps peut également être rendue dynamique, c'est-à-dire être rendue inversement proportionnelle à la vitesse de défilement de la bande 10, pour que la réponse du dispositif suivant l'invention soit alors entièrement 20 indépendante de cette vitesse de défilement.

Par exemple, les résistances 20, au lieu d'être fixes, pourraient être des résistances variables avec la vitesse de défilement de la bande 10, soit qu'il s'agisse d'un transistor à effet 25 de champ à la base duquel on applique un signal analogique fonction de la vitesse de défilement de la bande 10, tel que délivré par une génératrice tachymétrique, soit qu'il s'agisse d'un interrupteur numérique, directement commandé par le générateur d'impulsions 18.

30 En pratique, le dispositif suivant l'invention est notamment susceptible de donner satisfaction pour la détection de défauts de broutage ou chattering d'un pas de 5 cm sur une ligne de traitement dont la vitesse de travail est comprise entre 120 et 380 m/mn.

35 Mais il va de soi que ces valeurs numériques, qui ne sont données ici que pour illustrer l'invention ne doivent en rien être considérées comme limitatives de celle-ci.

Il va de soi également que la présente invention n'est pas limitée aux formes de réalisation décrites et représentées, mais

qu'elle englobe toute variante d'exécution, notamment en ce qui concerne les réalisations pratiques susceptibles de convenir pour les divers constituants en cause.

REVENDICATIONS

1. Procédé pour la détection de défauts d'épaisseur d'une bande en défilement en continu, du genre suivant lequel on met en oeuvre une jauge d'épaisseur sensible à l'épaisseur de ladite bande et apte à délivrer un signal de sortie image de ladite épaisseur, dit ci-après signal d'épaisseur, caractérisé en ce que, 5 s'agissant de la détection de défauts d'épaisseur rapidement variables et longitudinalement groupés sur la bande contrôlée, on assure une détection de crête, avec mémorisation temporisée, du signal d'épaisseur délivré par la jauge d'épaisseur, pour obtention d'un signal dit ci-après signal de crête, on assure une détection de vallée, avec mémorisation temporisée, dudit signal d'épaisseur, pour obtention d'un signal dit ci-après signal de vallée, on assure la formation d'un signal, dit ci-après signal de défaut, image de la différence entre le signal de crête et le 10 signal de vallée, et on actionne un quelconque récepteur lorsque la valeur du signal de défaut atteint la valeur d'un seuil déterminé, dit ci-après seuil de déclenchement.

2. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce que on maintient actionné le récepteur tant que la valeur du signal de défaut demeure en continu au moins égale à la valeur du 20 seuil de déclenchement.

3. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce que on maintient actionné le récepteur tant que la valeur du signal de défaut demeure en continu supérieure à la valeur d'un seuil 25 déterminé, dit seuil d'arrêt, inférieur au seuil de déclenchement.

4. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 2, 3, caractérisé en ce que, à compter de l'instant où la valeur du signal de défaut atteint la valeur du seuil de déclenchement, on diffère d'un temps déterminé l'entrée en action du récepteur, dit 30 temps de retard.

5. Procédé suivant la revendication 4, caractérisé en ce que on asservit le temps de retard à la vitesse de défilement de la bande contrôlée.

6. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 35 5, caractérisé en ce que on asservit à la vitesse de défilement de la bande contrôlée la constante de temps de la mémorisation temporisée du signal de crête et du signal de vallée.

7. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que on choisit même constante de temps pour la

mémorisation temporisée du signal de crête et celle du signal de vallée.

8. Dispositif pour la détection de défauts d'épaisseur d'une bande en défilement en continu, du genre comportant une jauge d'épaisseur sensible à l'épaisseur d'une telle bande et apte à délivrer un signal de sortie image de ladite épaisseur, dit ci-après signal d'épaisseur, caractérisé en ce que, destiné à la détection de défauts rapidement variables et groupés, il comporte un premier détecteur, à mémoire temporisée, qui reçoit le signal d'épaisseur et qui est apte à délivrer un signal image de l'écart entre une crête de ce signal d'épaisseur et la valeur nominale de celui-ci, dit ci-après signal de crête, un deuxième détecteur, à mémoire temporisée, qui reçoit également le signal d'épaisseur en parallèle vis-à-vis du premier détecteur, et qui est apte à délivrer un signal image de l'écart entre une vallée de ce signal d'épaisseur et la valeur nominale de celui-ci, dit ci-après signal de vallée, un sommateur, qui reçoit le signal de crête et le signal de vallée, et qui est apte à élaborer un signal, dit ci-après signal de défaut, image de la différence entre le signal de crête et le signal de vallée, un détecteur de seuil, qui reçoit le signal de défaut et qui est apte à le comparer à un seuil, dit ci-après seuil de déclenchement, et un récepteur, qui est piloté par le détecteur de seuil et qui se trouve actionné par lui lorsque la valeur du signal de défaut atteint la valeur du seuil de déclenchement.

9. Dispositif suivant la revendication 8, caractérisé en ce que le détecteur de seuil est à hystérésis.

10. Dispositif suivant l'une quelconque des revendications 8, 9, caractérisé en ce que le détecteur de seuil est une bascule de Schmitt.

11. Dispositif suivant l'une quelconque des revendications 8 à 10, caractérisé en ce que, entre détecteur de seuil et le récepteur est interposé un moyen de retard.

12. Dispositif suivant la revendication 11, caractérisé en ce que le moyen de retard est asservi à la vitesse de la bande.

13. Dispositif suivant la revendication 12, caractérisé en ce que le moyen de retard est formé par un compteur, qui reçoit des impulsions d'un générateur d'impulsions asservi à la vitesse de la bande, et dont l'entrée de remise à zéro est reliée à la sortie du détecteur de seuil par l'intermédiaire d'un inverseur,

l'entrée de blocage dudit compteur étant elle-même reliée à la sortie du détecteur de seuil par l'intermédiaire d'une porte ET reliée également à la sortie de ce compteur.

14. Dispositif suivant l'une quelconque des revendications 5 8 à 13, caractérisé en ce que la mémoire temporisée des détecteurs est asservie à la vitesse de la bande.

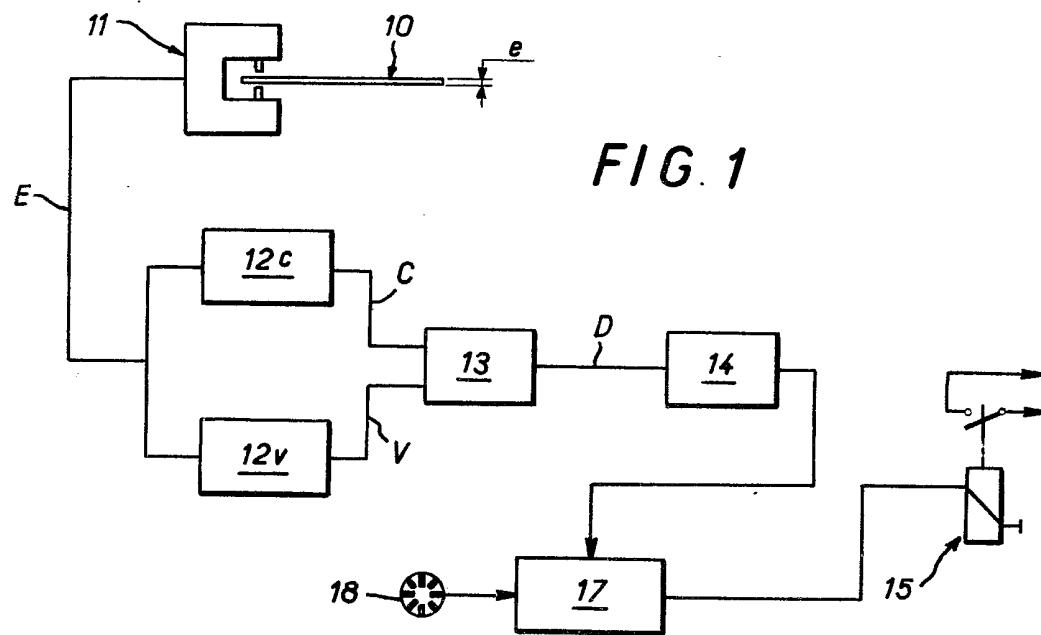


FIG. 2

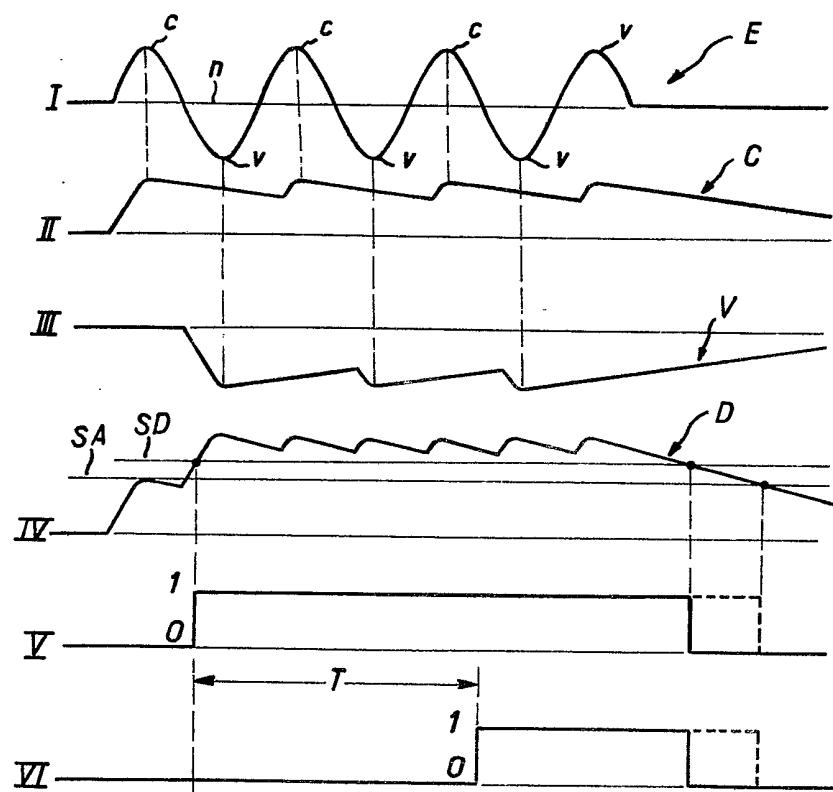


FIG. 3

