

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

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

2 466 914

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21) **N° 80 20728**

(54) Procédé et circuit d'estimation du niveau d'un signal dans une bande d'émission radio.

(51) Classification internationale (Int. Cl. 3). H 04 B 15/00; H 04 K 3/00.

(22) Date de dépôt..... 26 septembre 1980.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée : *Grande-Bretagne, 28 septembre 1979, n° 79/33705.*

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande B.O.P.I. — « Listes » n° 15 du 10-4-1981.

(71) Déposant : Société dite : RACAL COMMUNICATIONS EQUIPMENT LIMITED, résidant en
Grande-Bretagne.

(72) Invention de : Stephen Leofric Rhodes.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

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

- La présente invention concerne les télécommunications radioélectriques et, plus spécialement, les montages permettant d'estimer l'activité de transmission sur un canal radio particulier. L'invention trouve son application dans les dispositifs de
- 5 brouillage des télécommunications radioélectriques en ce qu'elle permet d'estimer l'activité de transmission sur un canal particulier pendant une brève durée, durant laquelle le brouillage est temporairement interrompu, afin de permettre de prendre une décision en ce qui concerne la poursuite du brouillage.
- 10 Selon l'invention, il est proposé un circuit qui réagit à un signal d'entrée en estimant le niveau de ce signal à l'intérieur d'une bande passante préterminée, le circuit comprenant un filtre passe-bande accordé sur la bande passante préterminée, un moyen de commutation qui applique le signal d'entrée au
- 15 filtre, et un moyen qui estime le niveau du signal traversant le filtre à au moins un instant préterminé pour lequel les signaux transitoires dus aux fréquences présentes dans le signal d'entrée mais se trouvant à l'extérieur de la bande passante sont à une valeur minimale.
- 20 Selon l'invention, il est également proposé un circuit permettant d'estimer le niveau d'un signal d'entrée de télécommunication radioélectrique dans un canal de transmission radio préterminé, le circuit comprenant un filtre passe-bande accordé de façon à laisser passer des signaux correspondants
- 25 au canal préterminé, un moyen de commutation qui applique de façon répétée le signal d'entrée au filtre pendant des durées préterminées, un moyen retardateur qui répond au moyen de commutation en fixant un retard préterminé à la suite de chaque application du signal d'entrée au filtre par le moyen de commutation,
- 30 le retard préterminé étant caractéristique du filtre et étant la durée nécessaire pour que les fréquences qui sont présentes dans le signal d'entrée, mais situées à l'extérieur de la bande passante du filtre, atteignent un niveau maximal, et un moyen d'estimation dont l'action consiste, après l'écoulement du retard,
- 35 et à au moins un instant pour lequel les signaux transitoires dus aux fréquences présentes dans le signal d'entrée mais se trouvant

à l'extérieur de la bande passante sont à une valeur minimale, à estimer le niveau de sortie du filtre.

La description suivante, conçue à titre d'illustration de l'invention, vise à donner une meilleure compréhension de 5 ses caractéristiques et avantages; elle s'appuie sur les dessins annexés, parmi lesquels :

- la figure 1 est un schéma de principe du circuit de l'invention;

- la figure 2 montre deux formes d'onde qui 10 peuvent être utilisées pour expliquer le fonctionnement du circuit de l'invention; et

- la figure 3 montre des formes d'onde apparaissant dans le circuit de l'invention.

Le circuit qui va être décrit comprend un récepteur radio conçu pour estimer et commander le brouillage des télécommunications radioélectriques dans un canal de transmission particulier. Le circuit interrompt périodiquement l'action de brouillage et estime alors l'activité de transmission sur le canal particulier pour prendre, en fonction du niveau de transmission, la décision de 20 poursuivre ou non le brouillage. La durée pendant laquelle le brouillage est interrompu est appelée "durée d'examen", et il est clair qu'elle doit être aussi courte que possible pour empêcher la transmission de messages non brouillés sur ce canal.

Comme le montre la figure 1, le circuit possède 25 une borne d'entrée 10 qui reçoit, à la fréquence intermédiaire du récepteur, des signaux de radiofréquence captés par le récepteur. Par un actionnement rapide du commutateur électronique 12 (par exemple un commutateur à diode p-i-n, c'est-à-dire à électrons chauds), les signaux sont transmis à un filtre passe-bande 14 accordé sur la fréquence intermédiaire. Le signal de sortie du filtre est ensuite envoyé à une chaîne de n amplificateurs 16a, 16b, 16c, ... 16n connectés en cascade possédant chacun un gain de 10 db, par exemple, la chaîne se terminant sur une charge 18 de 50 ohms. Les signaux de sortie des amplificateurs sont respectivement mesurés par des détecteurs 20a, 20b, 20c, ... 20n, et les signaux de sortie continus des détecteurs sont délivrés respecti-

vement à des comparateurs 22a, 22b, 22c, ... 22n qui comparent chacun le niveau respectif à un niveau de référence fourni par une source 24 de niveau de référence. Chaque comparateur produit donc un signal de sortie binaire indiquant si le niveau continu qu'il 5 reçoit du détecteur associé est supérieur ou non au niveau de référence. Les bits de données sont envoyés à une unité 26 de sortie de données et, d'une manière qui sera décrite ci-après, une unité 28 de synchronisation et de déclenchement active périodiquement l'unité 26 de façon à envoyer le courant de bits de données à un processeur 10 de données (non représenté) par une ligne 30.

L'unité 28 de synchronisation et de déclenchement commande également le commutateur 12.

Lorsque le commutateur 12 est fermé, le signal de fréquence intermédiaire venant du récepteur est brusquement 15 appliqué au filtre 14. Toutefois, le signal de sortie du filtre ne représente pas instantanément le niveau de l'activité de transmission existant sur le canal considéré. De plus, le filtre produit également des signaux de sortie transitoires en réponse à l'existence de fréquences radio extérieures à la bande passante du filtre. Ces 20 signaux transitoires affectent donc le niveau total du signal de sortie du filtre. Il faut tenir compte de tels effets lors du contrôle du signal de sortie du filtre 14 et, d'une manière qui sera décrite ci-après, le circuit tient compte de ces facteurs de façon à permettre l'estimation du niveau de l'activité de transmission 25 sur le canal considéré avec un retard minimal, c'est-à-dire sans qu'il faille nécessairement atteindre que les signaux transitoires aient été atténués à une valeur minimale.

Les formes d'onde de la figure 2 illustrent ces effets de façon plus détaillée.

30 La courbe (a) représente le signal de sortie du filtre 14 en réponse à la seule application d'un signal se trouvant à l'intérieur de la bande passante du filtre. On suppose que le commutateur 12 est fermé à l'instant t_1 et s'ouvre de nouveau à l'instant t_2 . Sur la figure 2, B représente la largeur de la bande 35 passante du filtre, mesurée en hertz, et t_d est le retard introduit par le filtre, qui est une caractéristique de sa structure.

La courbe (b) représente le signal de sortie du filtre lorsqu'un signal appartenant à l'extérieur de la bande passante du filtre est appliqué (seul) au filtre. Des éclaircissements théoriques de base concernant la forme d'onde de la courbe (b) 5 (ainsi que celle de la courbe (a)) sont donnés ci-après en appendice, et on peut montrer que, dans la forme d'onde de la courbe (b), la fréquence d'oscillation se trouvant sous l'enveloppe est la fréquence centrale du filtre et n'est pas la fréquence du signal appliqué. De plus, la valeur maximale du signal de sortie est proportionnelle à la largeur de bande du filtre et est inversement proportionnelle au nombre de largeurs de bande dont le signal est écarté vis-à-vis de la fréquence centrale du filtre. La position des zéros de l'enveloppe est sensiblement indépendante de la valeur réelle de la fréquence indiquée et est donc la même pour tous les signaux 10 appliqués qui se trouvent à l'extérieur de la bande passante du filtre. Puisque le système est linéaire, l'application d'un certain nombre de signaux sinusoïdaux (de fréquences différentes), tous placés à l'extérieur de la bande passante du filtre, produit un signal de sortie total donné par la somme des signaux transitoires 15 20 qui pourraient survenir si chaque signal était appliqué séparément. De plus, le signal de sortie totale se voit naturellement appliqué, par addition, la forme d'onde des signaux placés à l'intérieur de la bande passante du filtre (tels que représentés par la courbe (a)). La figure 2 montre donc qu'il n'est pas possible 25 pratiquement d'arriver à mesurer le niveau de l'activité de transmission sur le canal considéré par une simple fermeture du commutateur, suivie immédiatement après de l'examen du signal de sortie du filtre 14. Il faut tenir compte du temps nécessaire pour que le signal se trouvant à l'intérieur de la bande passante s'établisse 30 à son niveau maximal. Toutefois, ce qui est plus important, il faut également tenir nécessairement compte des signaux transitoires produits à la sortie du filtre par les signaux d'entrée de fréquences n'appartenant pas à la bande passante du filtre. Ces derniers signaux finissent par disparaître, mais, si l'estimation du niveau 35 du signal présent sur le canal considéré doit être retardée jusqu'à ce que les signaux extérieurs à la bande passante aient suffisamment

diminué, la longueur de la période d'examen s'en trouve sensiblement accrue. Le circuit de l'invention, qui fait l'objet de la présente description, permet d'estimer le niveau de l'activité de transmission sur le canal considéré sans qu'il faille attendre que les

5 signaux transitoires gênants se soient complètement affaiblis.

Comme le montre la courbe (b) de la figure 2, le niveau du signal transitoire comporte des zéros réguliers séparés les uns des autres d'une durée, mesurée en secondes, égale à $1/B$. Ainsi, selon un trait particulier de l'invention, le circuit de
10 l'invention échantillonne le signal de sortie du filtre à l'instant de l'un ou de plusieurs de ces zéros, et, de cette manière, seule l'amplitude du signal voulu est observée.

Comme le montrent les figures 1 et 3, l'unité 28 de synchronisation et de déclenchement comporte une unité 32 de
15 commande de commutateur ayant pour fonction de fermer périodiquement le commutateur 12 et de le maintenir fermé pendant une durée pré-déterminée. Comme cela est représenté sur la courbe (a) de la figure 3, le commutateur 12 se ferme à l'instant T_1 . Le signal d'entrée de fréquence intermédiaire présent à la borne 10 est donc
20 appliqué au filtre 14, et le filtre produit un signal composite, constitué de la forme d'onde (courbe (a) de la figure 2) des signaux appartenant à la bande passante du filtre et des signaux transitoires formés de la somme des formes d'onde (courbe (b) de la figure 2) produites par les signaux extérieurs à la bande passante. Le signal
25 de sortie composite est amplifié par la chaîne d'amplificateur 16a, 16b, 16c, ... 16n, et leurs signaux de sortie sont détectés et comparés avec le niveau de référence dans les comparateurs 22a, 22b, 22c, ... 22n. La fermeture du commutateur 12 par l'unité 32 de commande de commutateur actionne un circuit d'horloge 34 possédant
30 une période qui prend fin à l'instant T_2 (courbe (c) de la figure 3). A cet instant, le circuit d'horloge met en service un générateur 36 d'impulsions de synchronisation qui produit des impulsions de synchronisation 38 (courbe (d) de la figure 3), qui sont synchronisés avec les zéros de la forme (b) de la figure 2 (reproduite courbe (b) figure 3)
35 et possèdent donc une période de $1/B$. Chaque impulsion de synchronisation fait que l'unité 26 de sortie de données échantillonne les

signaux de sortie numériques des comparateurs et envoient le train de bits résultant au processeur 34 par la ligne 30. Le train de bits de données représente les amplitudes du signal de sortie du filtre au moment de chaque impulsion de synchronisation, puisque l'amplitude de ce signal de sortie détermine combien d'éléments de la chaîne d'amplificateurs 16a, 16b, 16c, ... 16n sont saturés. Le processeur de données est donc en mesure d'estimer l'amplitude de l'activité de transmission sur le canal considéré, sans interférence avec des signaux transitoires, et de prendre une décision sur la poursuite du brouillage. Il peut être envisagé que le processeur de données effectue cette estimation sur la simple base d'un seul groupe de bits de données (c'est-à-dire après la production d'une seule impulsion de synchronisation). Toutefois, il peut être plus pratique que le processeur de données fasse plusieurs estimations avant de prendre la décision finale. Néanmoins, il est possible au processeur de données d'effectuer son estimation dans les limites d'une période d'examen d'une durée totale de l'ordre de 1 ou 2 ms, cette durée étant complètement indépendante des signaux transitoires produits par les fréquences extérieures à la bande passante. Ceci s'oppose aux retards de l'ordre de 60 ms qui peuvent être nécessaires pour des dispositifs qui sont soumis à un signal d'interférence de -10 dbm (décibel par rapport à 1 milliwatt) et qui doivent attendre que le signal d'interférence ait suffisamment décrû, par exemple jusqu'à -10 dbm.

On notera que les courbes (a) et (b) de la figure 2 ne représentent pas nécessairement les amplitudes relatives susceptibles de survenir en pratique pour les signaux appartenant et n'appartenant pas à la bande passante du filtre. Les signaux extérieurs à la bande passante seront naturellement atténués par le filtre, mais, d'autre part, ils peuvent provenir d'un émetteur beaucoup plus rapproché du récepteur que la source du signal contrôlé et être ainsi relativement forts.

Le circuit présenté sur la figure 1 n'est qu'une des variantes possibles parmi les circuits pouvant servir au contrôle du signal de sortie du filtre 14 et à l'estimation de son niveau à l'emplacement des zéros des signaux transitoires.

Bien entendu, l'homme de l'art sera en mesure d'imaginer, à partir du procédé et du circuit dont la description vient d'être donné à titre simplement illustratif et nullement limitatif, diverses variantes et modifications ne sortant pas du cadre 5 de l'invention.

Appendice

Considérations théoriques de base relatives aux courbes (a) et (b) de la figure 2.

La courbe (a) de la figure 2 représente la forme 10 d'onde qui apparaît lorsque le signal appliqué f_i se trouve à l'intérieur de la bande passante du filtre. La courbe (b) de la figure 2 représente la forme d'onde qui apparaît lorsque le signal appliqué, de fréquence f_i et de phase α , se trouve à l'extérieur de la bande passante du filtre. Si l'on suppose que le filtre est parfait, la 15 réponse du filtre à ces deux cas peut être représentée par des équations linéaires. Pour le premier état (courbe(a)), le signal de sortie de tension correspondant à un signal d'amplitude unité peut être représenté par la formule suivante :

$$v = \frac{1}{n} [Si[B\pi(t-t_1-t_d)] - Si[B\pi(t-t_2-t_d)] \cos(\omega_0 t + \alpha)] \quad (1),$$

$$20 \text{ où } Si(x) = \int_0^x \frac{\sin \omega_0 t}{t} dt,$$

t_d est le retard du filtre

et $\omega_0 = 2\pi f_c$, f_c étant la fréquence centrale du filtre.

Lorsque le signal appliqué se trouve à l'extérieur de la bande passante du filtre, (courbe (b) de la figure 2), il existe 25 un signal transitoire qui, si l'on suppose $|f_i - f_c| \gg B$, peut être représenté par l'équation suivante :

$$v_o = \frac{1}{2\pi n} \text{sinc}[B\pi(t-t_1-t_d)] \sin(\omega_0 t - 2\pi n B t_1 + \alpha) \\ - \frac{1}{2\pi n} \text{sinc}[B\pi(t-t_2-t_d)] \sin(\omega_0 t - 2\pi n B t_2 + \alpha) \quad (2),$$

$$\text{où } \text{sinc}(x) = \frac{\sin x}{x},$$

30 n est le nombre de bandes passantes B séparant la fréquence appliquée de la fréquence centrale f_c du filtre, et $\omega_0 = 2\pi f_c$.

R E V E N D I C A T I O N S

1 - Procédé d'estimation du niveau d'un signal d'entrée appartenant à une bande passante prédéterminée, caractérisé par l'opération de commutation appliquant le signal d'entrée à un filtre ayant la bande passante prédéterminée et par l'opération 5 d'estimation du niveau du signal de sortie ayant traversé le filtre à bande passante prédéterminée, cette estimation étant effectuée à au moins un instant prédéterminé pour lequel les signaux transitoires, dus aux fréquences qui sont présentes dans le signal d'entrée 10 mais sont situées à l'extérieur de la bande passante, sont à une valeur minimale.

2 - Circuit qui répond à un signal d'entrée en estimant le niveau de ce signal à l'intérieur d'une bande passante prédéterminée et en mettant en oeuvre le procédé de la revendication 1, 15 le circuit étant caractérisé en ce qu'il comprend un filtre passe-bande (14) accordé sur la bande passante prédéterminée, un dispositif de commutation (12) qui applique le signal d'entrée au filtre, et un dispositif d'estimation (16a à 16n, 20a à 20n, 22a à 22n et 26) qui estime le niveau de signal de sortie du filtre à au moins un instant 20 prédéterminé pour lequel les signaux transitoires, dus aux fréquences qui sont présentes dans le signal d'entrée mais sont situées à l'extérieur de la bande passante, sont à une valeur minimale.

3 - Circuit permettant d'estimer le niveau d'un signal d'entrée de télécommunication radioélectrique dans un canal 25 de transmission radio prédéterminé, et de mettre en oeuvre le procédé de la revendication 1, le circuit étant caractérisé en ce qu'il comprend un filtre passe-bande (14) accordé de façon à laisser passer les signaux correspondants au canal prédéterminé, un dispositif de commutateur (12) qui applique de façon répétée le signal d'entrée 30 au filtre (14) pendant des durées prédéterminées, un circuit d'horloge (34) qui répond au dispositif de commutation (12) en établissant un retard prédéterminé à la suite de chaque application du signal d'entrée au filtre (14) par le dispositif de commutation, le retard prédéterminé étant caractéristique du filtre et étant la durée 35 nécessaire pour que les fréquences, qui sont présentes dans le signal

d'entrée mais se trouvent à l'extérieur de la bande passante du filtre, atteignent un niveau maximal, et un dispositif d'estimation (16a à 16n, 20a à 20n, 22a à 22n et 26) dont l'action consiste, après l'écoulement du retard, et à au moins un instant pour lequel

- 5 les signaux transitoires, dus aux fréquences qui sont présentes dans le signal d'entrée mais se trouvent à l'extérieur de la bande passante, sont à une valeur minimale, à estimer le signal de sortie du filtre.

4 - Circuit selon la revendication 3, caractérisé
10 en ce que ledit instant est séparé de la fin du retard par une durée donnée par $1/B$, où B est la largeur de bande du filtre, mesurée en hertz.

5 - Circuit selon la revendication 3 ou 4, caractérisé en ce que le dispositif d'estimation estime le niveau de signal
15 de sortie du filtre à plusieurs instants faisant suite à la fin de chaque retard, chacun de ces instants étant séparé du précédent par $1/B$, où B est la largeur de bande du filtre.

6 - Circuit selon la revendication 5, caractérisé en ce que le dispositif d'estimation comprend une chaîne d'amplificateurs (16a à 16n) de gain prédéterminé connectés en cascade si bien que le nombre d'amplificateurs de la chaîne qui sont saturés par le signal de sortie du filtre dépend du niveau de ce signal de sortie, des comparateurs (22a à 22n) qui comparent le signal de sortie de chaque amplificateur avec un niveau de référence prédéterminé
25 (24), de manière à produire un signal binaire respectif indiquant si le signal de sortie de l'amplificateur considéré se trouve ou non au-dessus du niveau de référence, et un dispositif de contrôle (26) qui contrôle les valeurs des signaux binaires àudit instant ou à chaque dit instant.

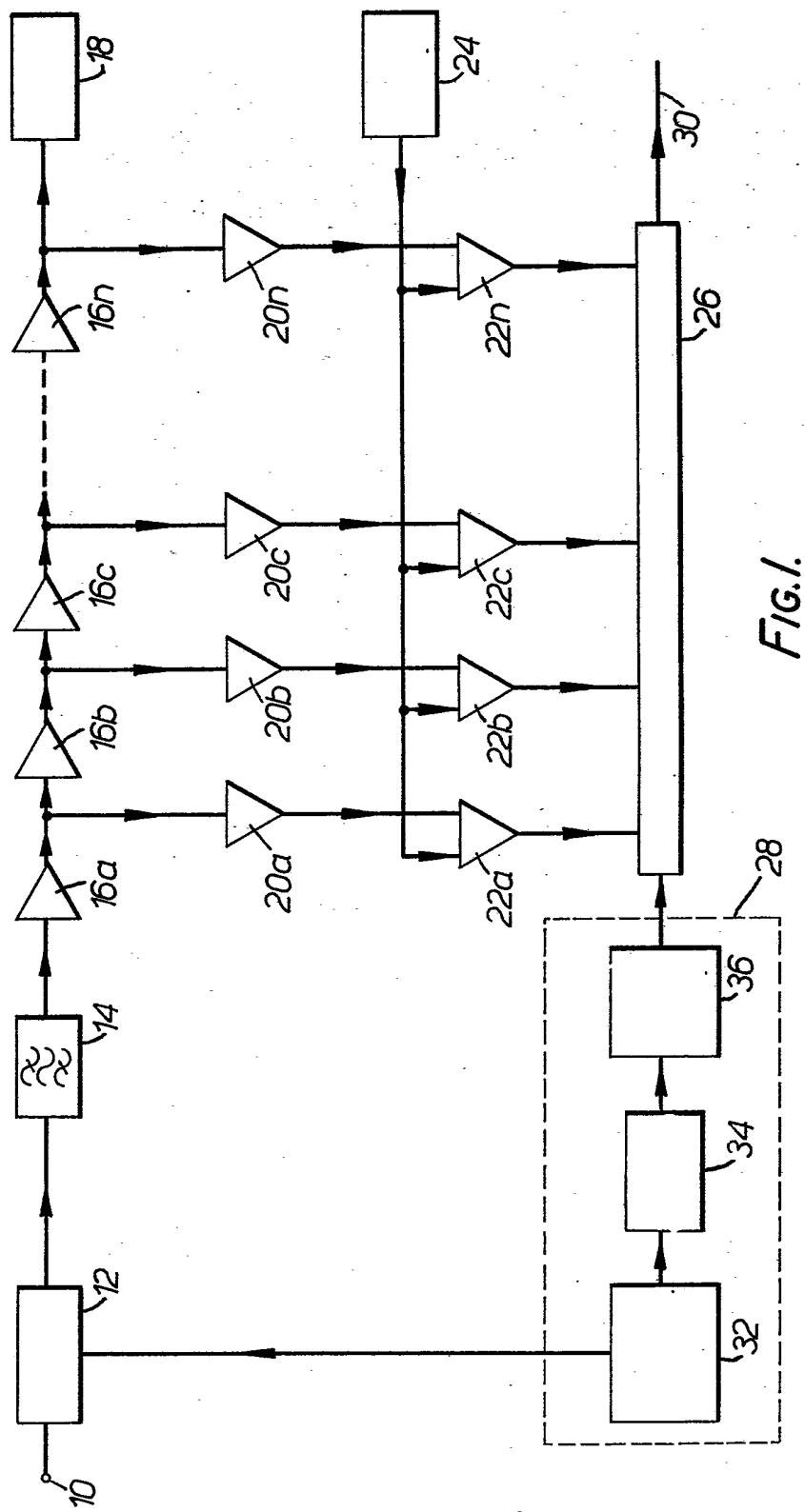


FIG. I.

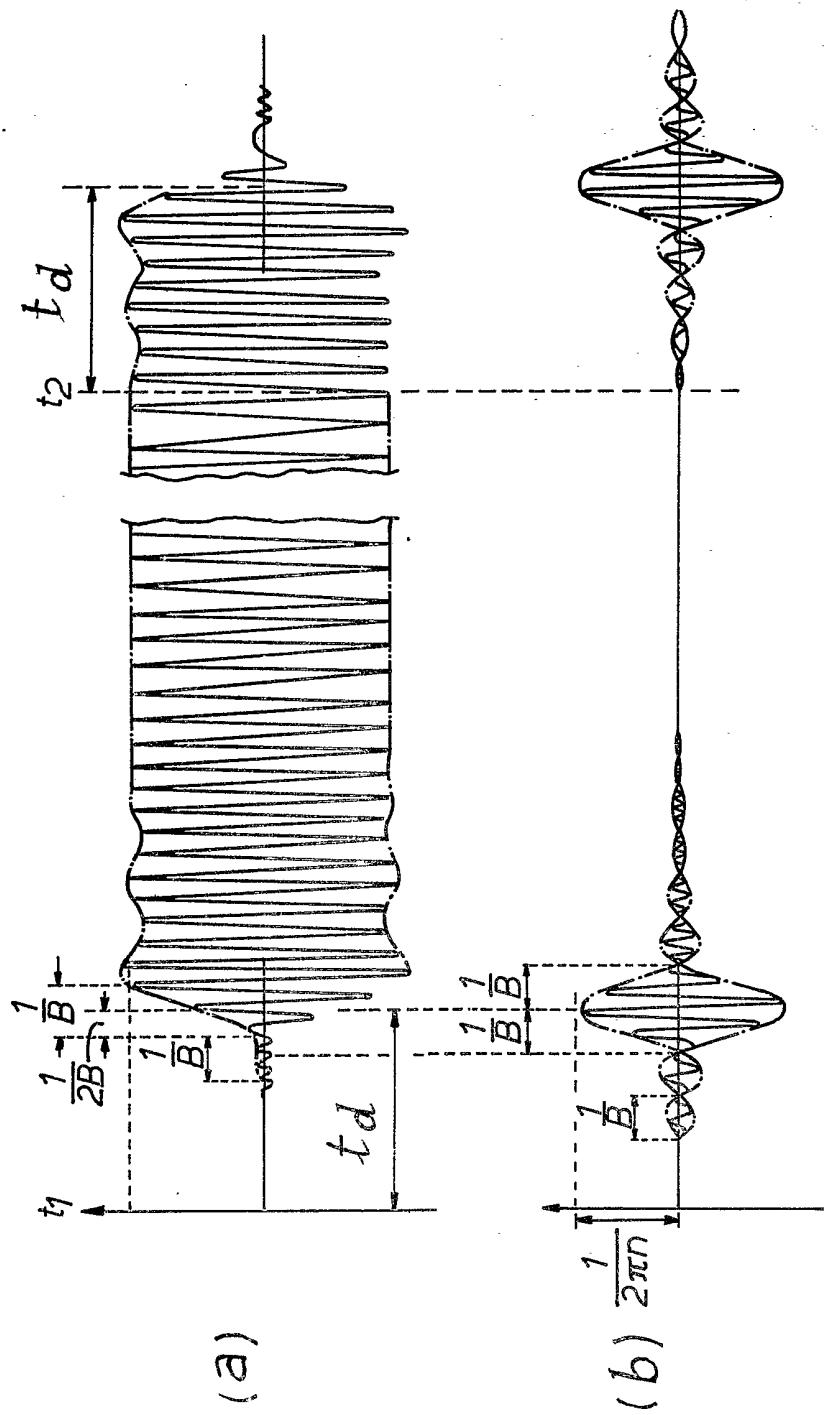


FIG.2.

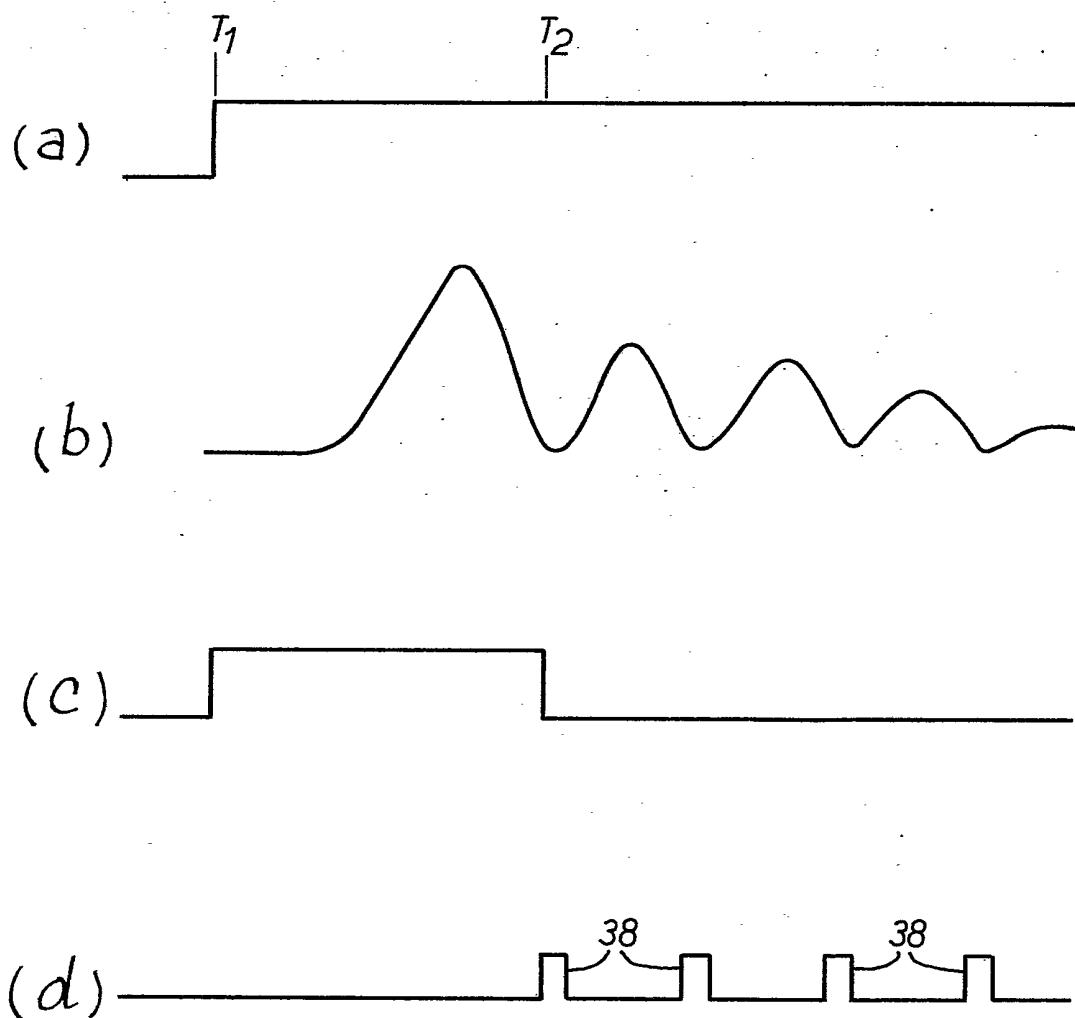


FIG. 3.