

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 11.07.96.

30 Priorité :

43 Date de la mise à disposition du public de la demande : 16.01.98 Bulletin 98/03.

56 Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du présent fascicule.*

60 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

71 Demandeur(s) : GILLET RAYMOND — FR.

72 Inventeur(s) :

73 Titulaire(s) :

74 Mandataire : ETAT FRANCAIS MINISTRE DE LA DEFENSE DIRECTION DE LA RECHERCHE ET DE LA TECHNOLOGIE.

54 DISPOSITIF DE TRANSMISSION DE SIGNAUX NUMERIQUES PAR FIBRES OPTIQUES.

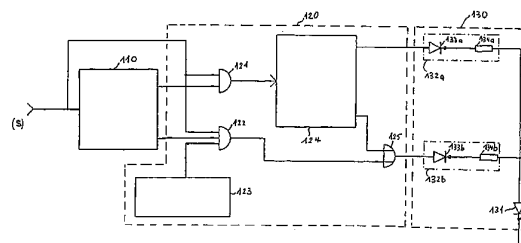
57 L'invention concerne un dispositif de transmission, à faible consommation, de signaux numériques (S) entre une station d'émission (100) comportant un émetteur optique et une station de réception (200) reliées par fibre(s) optique(s), dans lequel la fréquence de transmission des signaux (S) est susceptible d'évoluer de part et d'autre d'une fréquence de référence Fr.

Il est caractérisé en ce que:

- la station d'émission (100) comporte des moyens de discrimination (110) aptes à discriminer en fréquence les signaux numériques (S) par rapport à la fréquence de référence Fr, et à les diriger vers des moyens de codage (120) tels que l'émetteur optique reçoive des impulsions de premier niveau (N1) générées à une fréquence donnée Fi, lorsque la fréquence de transmission est inférieure à la fréquence de référence Fr, et des impulsions de premier niveau (N1) ou de deuxième niveau (N2), lorsque la fréquence de transmission est supérieure à la fréquence de référence Fr, les deux niveaux (N1, N2) correspondant respectivement aux fronts montants et descendants des signaux (S);

- la station de réception comporte des moyens de bascule aptes à basculer vers un premier état lors de réception d'impulsions de premier niveau (N1), et à rebasculer vers un deuxième état lors de réception d'impulsions de

deuxième niveau (N2) ou en l'absence d'impulsions de premier niveau (N1) après un laps de temps supérieur à  $(1/F_i)$ .  
Application à une chaîne de mesures de signaux analogiques codés numériquement.



La présente invention concerne le domaine de la transformation d'information numérique, et particulièrement un système de transmission de signaux numériques qui transitent par liaisons optiques.

Lorsqu'on veut transmettre des signaux numériques d'un émetteur vers un  
5 récepteur par l'intermédiaire de fibres optiques, il est connu d'utiliser la modulation par une porteuse quelconque ou la modulation directe d'une diode électroluminescente. Ces techniques présentent l'inconvénient majeur de nécessiter une énergie relativement importante à l'émission. Aussi, certains systèmes de transmission peuvent exiger une consommation en alimentation non négligeable, ce  
10 qui restreint leur champ d'application.

Le but de la présente invention est de remédier à cet inconvénient, c'est-à-dire d'apporter un gain d'autonomie en alimentation important par rapport aux systèmes de transmission utilisant les techniques connues.

Pour ce faire, l'invention a pour objet un dispositif de transmission de signaux  
15 numériques entre une station d'émission comportant un émetteur optique et une station de réception reliées par fibres optiques, dans lequel la fréquence de transmission des signaux est susceptible d'évoluer de part et d'autre d'une fréquence de référence  $F_r$ , remarquable en ce que:

- la station d'émission est équipée de moyens de discrimination aptes à  
20 discriminer en fréquence les signaux numériques par rapport à la fréquence de référence  $F_r$ , et à les diriger vers des moyens de codage tels que l'émetteur optique reçoive des impulsions de premier niveau générées à une fréquence donnée  $F_i$ , lorsque la fréquence de transmission est inférieure à la fréquence de référence  $F_r$ , et des impulsions de premier niveau ou de deuxième niveau, lorsque la fréquence  
25 de transmission est supérieure à la fréquence de référence  $F_r$ , les deux niveaux correspondant respectivement aux fronts montants et descendants des signaux;

- la station de réception est équipée en outre de moyens de bascule aptes à basculer vers un premier état lors de réception d'impulsions de premier niveau, et à rebasculer vers un deuxième état lors de réception d'impulsions de deuxième niveau  
30 ou en l'absence d'impulsions de premier niveau après un laps de temps supérieur à  $(1/F_i)$ .

Avantageusement, le premier et deuxième états correspondent respectivement à l'état haut et bas des signaux.

Préférentiellement, le premier niveau des impulsions générées correspond à la  
35 montée ou au maintien de l'amplitude des signaux et le deuxième niveau correspond à la diminution de l'amplitude des signaux.

Dans certains cas, il est préférable de générer des impulsions dont le deuxième niveau a pour valeur une valeur égale à au moins la moitié de l'amplitude des impulsions de premier niveau.

Selon une caractéristique supplémentaire, les moyens de codage sont  
5 équipés :

- de moyens de sélection de fronts montants et descendants d'un signal d'entrée de fréquence supérieure à  $F_r$ ,

- d'un générateur relaxé générant des impulsions de courte durée et stimulant l'émetteur optique lorsqu'un signal d'entrée de fréquence inférieure à  $F_r$  est au  
10 premier état.

Selon une caractéristique particulière, les moyens de bascule sont assurés par un monostable.

L'émetteur optique peut être une diode électroluminescente.

Dans certaines applications, les signaux numériques transmis selon l'invention  
15 sont des signaux TTL.

Une application importante consiste à incorporer le dispositif conforme à l'invention dans une chaîne de mesures de signaux analogiques codés numériquement.

Ces caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront dans la  
20 description détaillée, non limitative, ci-dessous, faite en regard des dessins annexés parmi lesquels:

- la figure 1 un schéma général simplifié d'un dispositif de transmission de signaux numériques utilisé selon l'invention;

- la figure 2 représente un schéma synoptique de la station d'émission selon  
25 l'invention;

- la figure 3 représente un schéma synoptique de la station de réception selon l'invention;

- les figures 4a à 4c montrent les chronogrammes de signaux numériques de type TTL transmis conformément à l'invention respectivement à l'entrée de la station d'émission, à l'entrée de la station de réception, à la sortie de la station de  
30 réception.

Comme illustré sur la figure 1, l'invention se rapporte à un dispositif de transmission de signaux numériques (S) entre une station d'émission (100) et une station de réception (200) reliées entre elles par une ou plusieurs fibres optiques (3).

Dans le mode de réalisation détaillé de l'invention ci-dessous, les vitesses de transmission des signaux numériques envisagées peuvent aller jusqu'à quelques  
35 dizaines de MHz.

La figure 2 représente les moyens équipant la station d'émission (100) qui permettent de traiter les signaux numériques (S) afin de moduler l'émetteur optique (131) qui peut être réalisé à partir d'une diode électroluminescente.

5 A l'entrée de la station d'émission (100), est prévu un discriminateur en fréquence (110) qui sélectionne les signaux (S) d'entrée en fonction de leur fréquence par rapport à une fréquence dite de référence Fr. Cette fréquence de référence est choisie selon les applications qui peuvent être faites de l'invention.

10 Dans la suite de la description détaillée, par soucis de clarté, les signaux (S) dont la fréquence est inférieure à la fréquence de référence Fr sont appelés signaux basse fréquence, et ceux dont la fréquence est supérieure à la fréquence de référence Fr sont appelés signaux haute fréquence.

Les signaux numériques discriminés, sont orientés vers des moyens (120) permettant de les coder.

15 Ainsi, le discriminateur (110) délivre aux entrées de portes logiques (121) et (122) assurant une fonction ET respectivement les signaux haute fréquence et basse fréquence discriminés simultanément avec les signaux (S) d'entrée.

20 Un générateur d'impulsions de courte durée de type générateur relaxé (123) délivre à la troisième entrée de la porte logique (122) des impulsions basse fréquence en nombre suffisant pour permettre en outre le contrôle automatique de gain de la station de réception (200). La largeur des impulsions minimale est imposée par les limites technologiques des émetteurs optiques et des générateurs susceptibles d'être utilisés conformément à l'invention.

25 Des moyens de sélection (124) aiguillent les fronts montants et descendants des signaux haute fréquence délivrés par la porte logique (121). De cette façon, les fronts montants des signaux sont délivrés à l'entrée d'une porte logique (125), porte logique assurant une fonction OU, dont l'autre entrée reçoit les signaux basse fréquence délivrés par la porte logique (122).

30 A la sortie de la station d'émission (100), des moyens d'émission optique (130) reçoivent les différents signaux codés.

Ces moyens d'émission optique (130) comportent, outre un émetteur optique tel qu'une diode électroluminescente (131), des circuits d'alimentation (132a,132b) de cet émetteur optique (131), ces circuits d'alimentation (132a,132b) comprenant chacun une diode (133a,133b) associée à une résistance (134a,134b).

35 Les valeurs des résistances (134a,134b) sont choisies convenablement, leur rapport étant déterminé en fonction du codage désiré, comme il le sera expliqué dans le fonctionnement du dispositif.

Comme représenté à la figure 3, la station de réception (200) est équipée à l'entrée d'un détecteur optique (210) qui peut être une photodiode, détecteur optique (210) qui lui permet de recevoir les informations codées délivrées à la sortie des fibres optiques (3).

5 Afin d'amplifier les impulsions reçues, il est prévu notamment un amplificateur (221) du type amplificateur convertisseur courant tension avec sa résistance associée (222).

La station de réception (200) comprend entre la partie amplificatrice (220) et les moyens de bascule (240) équipés en outre d'un monostable (241), des  
10 moyens (230) aptes à comparer le niveau d'impulsions reçues à deux références ci-après désignées référence supérieure et référence inférieure.

Ces moyens (230) comportent deux comparateurs (231,232) dont la borne positive est reliée de façon identique à la sortie de l'amplificateur (221), et dont la borne négative est reliée respectivement à une référence supérieure V+ et à une  
15 référence inférieure V-.

Les deux sorties des comparateurs (231,232) sont reliées à une porte logique (233) assurant une fonction OU Exclusif, porte logique elle-même connectée à un inverseur (234).

A la sortie de la station de réception (200), et afin de retransmettre  
20 intégralement les informations contenues dans les signaux numériques d'entrée (S), sont prévus des moyens de bascule (240).

Ceux-ci comportent outre un monostable (241) une cellule (C) constituée d'une résistance (242) et d'un condensateur (243). La valeur de la résistance (242) et la valeur de la capacité du condensateur (243) sont choisies convenablement de  
25 manière à fixer une constante de temps.

Le fonctionnement de ce dispositif est le suivant:

- le discriminateur en fréquence (110) oriente les signaux numériques (S), selon la valeur de leur fréquence, vers les codages appropriés, désignés ici codage basse fréquence et codage haute fréquence.

30 Dans le cas d'un aiguillage du signal d'entrée (S) vers le codage basse fréquence, le générateur d'impulsions (123) stimule la diode d'émission (131) tant que le signal d'entrée (S) est à l'état haut.

Dans le cas d'un aiguillage du signal d'entrée (S) vers codage haute fréquence, le signal (S) à transmettre génère une impulsion d'amplitude identique à  
35 celle du cas précédent lors d'un front montant et d'amplitude réduite lors d'un front descendant. La valeur de cette amplitude réduite est choisie arbitrairement. Elle peut dépendre notamment des pertes induites dans tout le dispositif de transmission telles que les pertes dues à l'atténuation plus ou moins variable qui intervient dans

le réseau de fibres optiques (3), les pertes dues aux connections... Dans nombre d'applications, cette valeur peut être égale à la moitié de l'amplitude des impulsions générées par le générateur relaxé (123), ce qui facilite la mise en oeuvre et permet de s'affranchir des pertes variables. Dans ce cas de figure, la valeur de la

5 résistance (134a) du circuit d'alimentation (132a) par lequel sont transmis les impulsions correspondant aux fronts descendants des signaux haute fréquence est le double de la résistance (134b) de l'autre circuit d'alimentation (132b).

- à l'entrée de la station de réception (200), la photodiode (210) reçoit l'énergie lumineuse qui transite par les fibres optiques (3). Afin de transmettre les

10 informations codées délivrées, la station de réception (200) fonctionne de la manière suivante.

Dans le cas de la réception d'une courte impulsion de fort niveau, le monostable (241) bascule à l'état haut. Après un temps fixé en fonction de la cellule (C) constitué de la résistance (242) et du condensateur (243), temps

15 supérieur à  $1/F_i$ , où  $F_i$  est la fréquence du générateur relaxé (123), il retourne à l'état bas.

Dans le cas de la réception d'une courte impulsion correspondant aux fronts descendants de signaux haute fréquence, et en égalisant les références supérieure  $V_+$  et inférieure  $V_-$  des bornes négatives des comparateurs (231,232)

20 respectivement aux niveaux des impulsions de forte amplitude et d'amplitude réduite, le retour du monostable (241) est forcé.

Les chronogrammes de signaux numériques de type TTL transmis conformément à l'invention sont représentés sur les figures 4a à 4c:

- la figure 4a représente l'allure de signaux (S) en fonction de leur fréquence à

25 l'entrée de la station d'émission (100);

- la figure 4b montre les impulsions correspondantes à la sortie du réseau de fibres optiques c'est-à-dire à l'entrée de la station de réception (200);

- la figure 4c représente l'allure des signaux reconstitués à la sortie de la station de réception (200). Pour les signaux basse fréquence, un décalage temporel

30 pouvant aller jusqu'à  $1/F_i$ ,  $F_i$  étant la fréquence du générateur relaxé, peut exister.

Ainsi, grâce à ce dispositif, en codant les signaux numériques à transmettre, l'énergie nécessaire à l'émission est plus faible que les dispositifs de transmission classiques.

Ceci peut être illustré à travers deux exemples:

35 Exemple 1: Pour une diode électroluminescente modulée de manière classique par un signal numérique de type TTL avec un taux de récurrence identique sur les états hauts et les états bas, de fréquence d'environ 1 Hz, le courant direct nécessaire est supposé être égal à 50 mA à l'état haut et à 0 mA à l'état bas.

Dans ce cas, le courant moyen consommé à l'émission est de l'ordre de 25 mA et l'autonomie assurée par une pile de 1800 mAh sera d'environ 72 heures.

Si la même diode électroluminescente est modulée par le même signal numérique TTL selon l'invention, on choisit une fréquence  $F_i$  du générateur relaxé  
5 égale à 1 kHz, une largeur d'impulsions d'environ 100 ns.

Le discriminateur commande le générateur pendant la durée des états hauts, soit 50% du temps global. Durant ces états hauts, la consommation moyenne est de  $50\text{mA} \times 100\text{ns}/1\text{ms} = 5$  micro-ampères

Le courant moyen consommé à l'émission est de 2,5 micro-ampères;  
10 l'autonomie théorique d'une pile de 1800 mAh passe ainsi à environ 82 ans, en ne tenant pas compte de son auto-décharge, ni de l'électronique de commande.

Exemple 2: même exemple que l'exemple précédent avec un signal de fréquence 100 kHz.

Dans le cas d'une transmission classique, de façon identique à l'exemple  
15 précédent, le courant moyen consommé à l'émission est de l'ordre de 25 mA et l'autonomie assurée par une pile de 1800 mAh sera d'environ 72 heures.

Selon l'invention, le discriminateur sélectionne, dans ce cas, le codage haute fréquence avec une impulsion normale sur chaque front montant et une impulsion portée par exemple dans un rapport deux sur le front descendant.

20 Le courant moyen consommé à l'émission provoqué par les fronts montants est de  $50\text{mA} \times 100\text{ns}/10^{-6} \text{ s} = 0,5 \text{ mA}$  et par conséquent celui provoqué par les fronts descendants est de 0,25 mA, soit un courant moyen consommé à l'émission total de 0,75 mA. L'autonomie de la pile de 1800 mAh est dans ce cas portée à 100 jours.

Ainsi, selon la fréquence des signaux à transmettre, le dispositif conforme à  
25 l'invention peut apporter un gain considérable d'autonomie. Dans le cas relativement défavorable de l'exemple 2, la durée de vie de la pile est multipliée par 30 par rapport à l'emploi d'un système de transmission classique.

## REVENDICATIONS

1. Dispositif de transmission de signaux numériques (S) entre une station d'émission (100) comportant un émetteur optique et une station de réception (200) reliées par fibre(s) optique(s), dans lequel la fréquence de transmission des signaux (S) est susceptible d'évoluer de part et d'autre d'une fréquence de référence  $F_r$ , caractérisé en ce que:

5 - la station d'émission (100) comporte des moyens de discrimination (110) aptes à discriminer en fréquence les signaux numériques (S) par rapport à la fréquence de référence  $F_r$ , et à les diriger vers des moyens de codage (120) tels que l'émetteur optique reçoive des impulsions de premier niveau (N1) générées à  
10 une fréquence donnée  $F_i$ , lorsque la fréquence de transmission est inférieure à la fréquence de référence  $F_r$ , et des impulsions de premier niveau (N1) ou de deuxième niveau (N2), lorsque la fréquence de transmission est supérieure à la fréquence de référence  $F_r$ , les deux niveaux (N1,N2) correspondant respectivement aux fronts montants et descendants des signaux (S);

15 - la station de réception (200) comporte des moyens de bascule (240) aptes à basculer vers un premier état lors de réception d'impulsions de premier niveau (N1), et à rebasculer vers un deuxième état lors de réception d'impulsions de deuxième niveau (N2) ou en l'absence d'impulsions de premier niveau (N1) après un laps de temps supérieur à  $(1/F_i)$ .

20

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que le premier état est l'état haut des signaux (S) et le deuxième état est l'état bas des signaux (S).

3. Dispositif selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que le premier  
25 niveau (N1) des impulsions générées correspond à la montée ou au maintien de l'amplitude des signaux (S) et le deuxième niveau (N2) à la diminution de l'amplitude des signaux (S).

4. Dispositif selon la revendication 3, caractérisé en ce que le deuxième  
30 niveau (N2) des impulsions a pour valeur une valeur égale à au moins la moitié de l'amplitude des impulsions de premier niveau (N1).

5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les moyens de codage (120) comportent, en outre:

35 - un générateur relaxé (123) générant des impulsions de courte durée et stimulant l'émetteur optique lorsqu'un signal d'entrée de fréquence inférieure à  $F_r$  est au premier état.



- des moyens (124) de sélection de fronts montants et descendants d'un signal d'entrée de fréquence supérieure à  $F_r$ ,

6. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les moyens de bascule (240)  
5 sont assurés par un monostable (241).

7. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'émetteur optique (131) est une diode électroluminescente.

8. Dispositif selon l'une quelconque des revendications  
10 précédentes, caractérisé en ce que les signaux numériques (S) sont des signaux TTL.

9 Application de l'une quelconque des revendications précédentes à une chaîne de mesures de signaux analogiques codés numériquement.

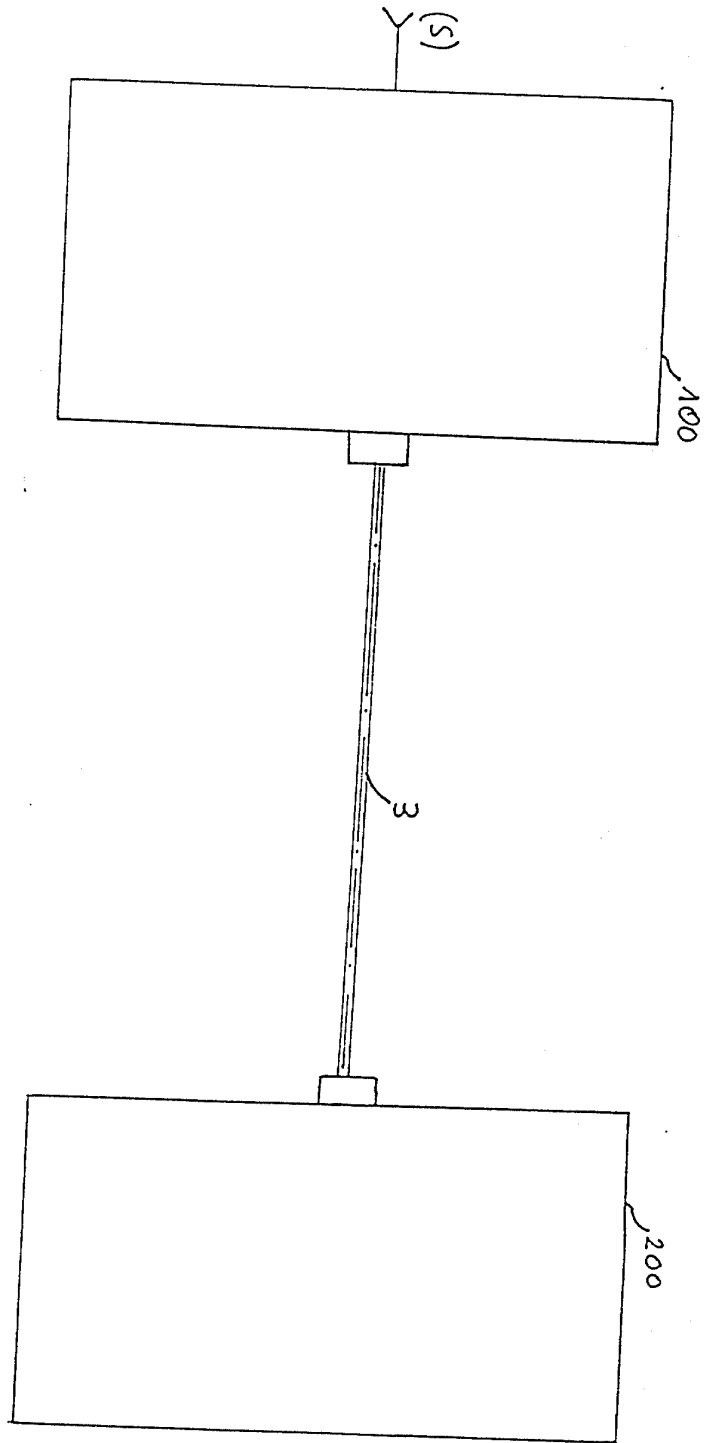


FIG.1

P1.2/4

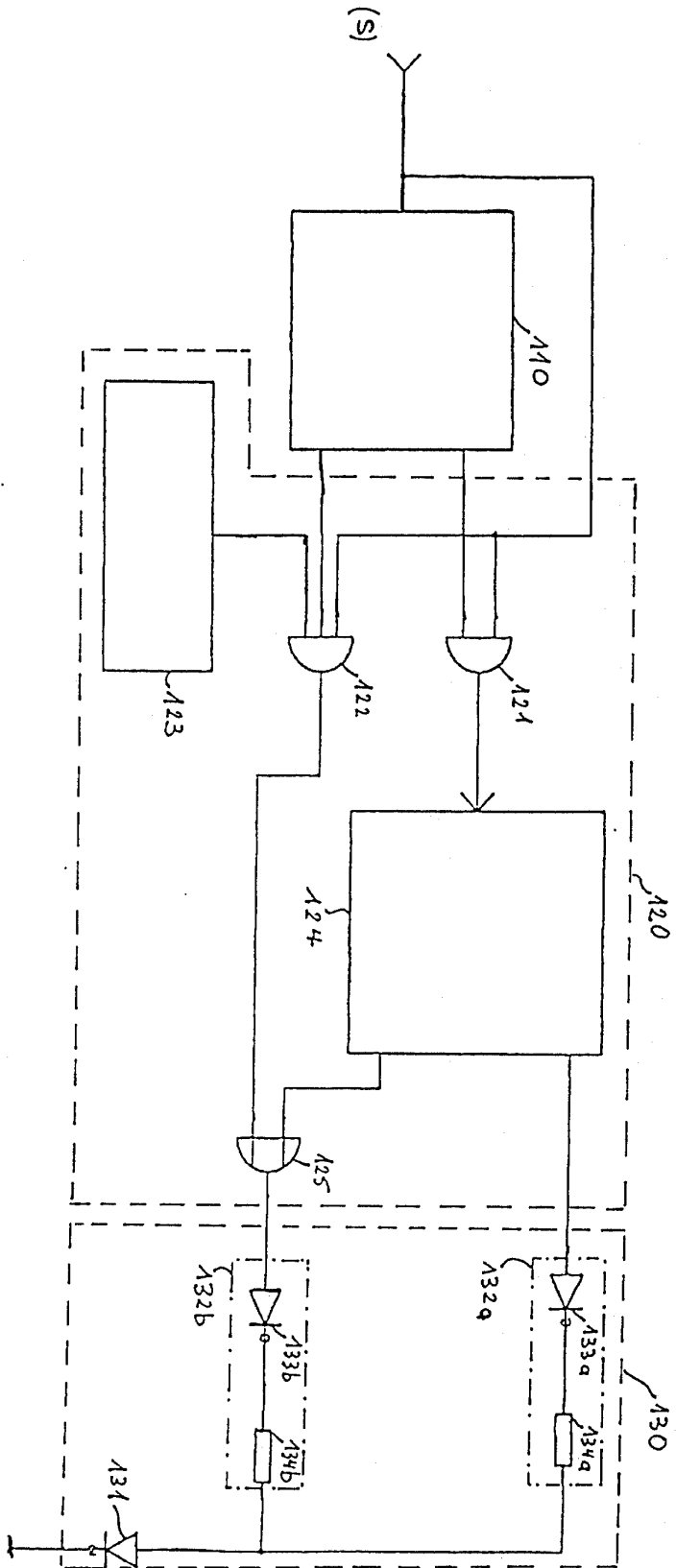


FIG. 2

P1.3/4

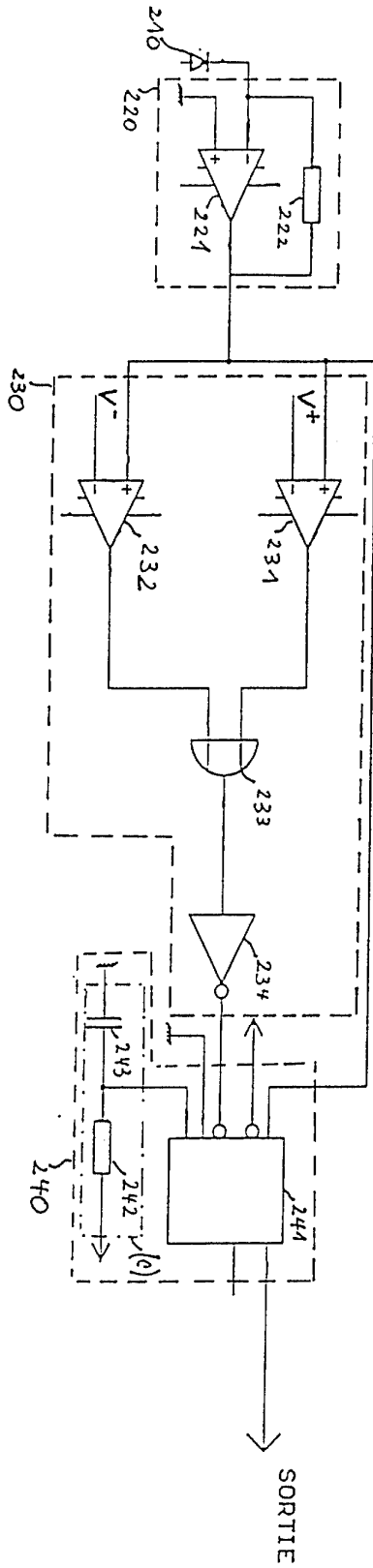
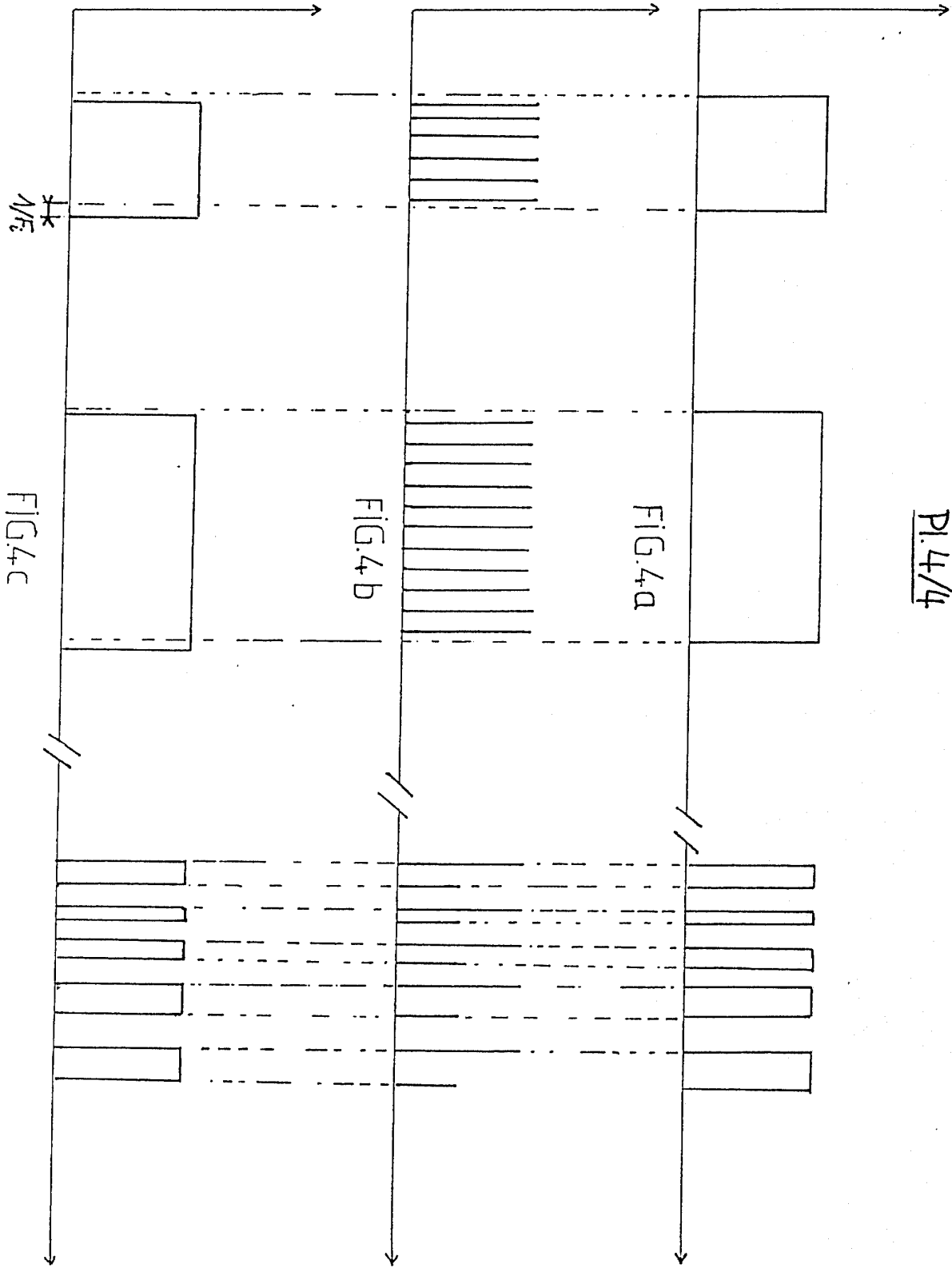


FIG.3



DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
A	WO 96 12358 A (IBM) * page 7, alinéa 2 - page 8, alinéa 2 * * page 9, alinéa 3 - page 10, ligne 2 * * figures 1,2 *	1-9
A	DE 35 24 871 A (LICENTIA PATENT-VERWALTUNGS) * colonne 4, ligne 20 - ligne 31 * * colonne 7, ligne 24 - ligne 35 * * figure 1 *	1-3,7,8
A	US 4 628 541 A (BEAVERS) * colonne 2, ligne 47 - ligne 68 * * colonne 3, ligne 37 - ligne 63 * * colonne 4, ligne 23 - ligne 47 * * figures 2-4 *	1-3,5-8
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 15, no. 233 (E-1077), 14 Juin 1991 & JP 03 070222 A (OKI DENSEN), 26 Mars 1991, * abrégé * * figure 2 *	1-4
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 18, no. 26 (E-1491), 14 Janvier 1994 & JP 05 260116 A (FUJITSU), 8 Octobre 1993, * abrégé *	1
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CL.6)
		H04B H04L
Date d'achèvement de la recherche		Examineur
3 Avril 1997		Williams, M.I.
<p><b>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</b></p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul                      Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie                      A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général                      O : divulgation non-écrite                      P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention                      E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.                      D : cité dans la demande                      L : cité pour d'autres raisons                      &amp; : membre de la même famille, document correspondant</p>		

1  
EPO FORM 1503 03.82 (F04C13)