

⑫

**DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

① Numéro de dépôt: 79401028.0

⑥ Int. Cl.<sup>3</sup>: **B 61 L 3/24**

② Date de dépôt: 17.12.79

③⑩ Priorité: 22.12.78 FR 7836270

④③ Date de publication de la demande:  
23.07.80 Bulletin 80/15

⑧④ Etats Contractants Désignés:  
AT BE CH DE GB IT LU NL SE

⑦① Demandeur: **COMPAGNIE DE SIGNAUX ET  
D'ENTREPRISES ELECTRIQUES**  
17, place Etienne-Pernet  
F-75738 Paris Cedex 15(FR)

⑦② Inventeur: **Bilet, Claude**  
60, rue du Chemin Vert  
F-92100 Boulogne Billancourt(FR)

⑦② Inventeur: **Guillard, Michel**  
8, rue Sévin  
F-94800 Villejuif(FR)

⑦② Inventeur: **Hedoin, Dominique**  
15, allée d'Honneur  
F-92330 Sceaux(FR)

⑦④ Mandataire: **Chameroy, Claude et al,**  
c/o Cabinet Malemont 42, avenue du Président Wilson  
F-75116 Paris(FR)

⑤④ Procédé de codage de sécurité pour circuits de voie et dispositif d'émission pour la mise en oeuvre du procédé.

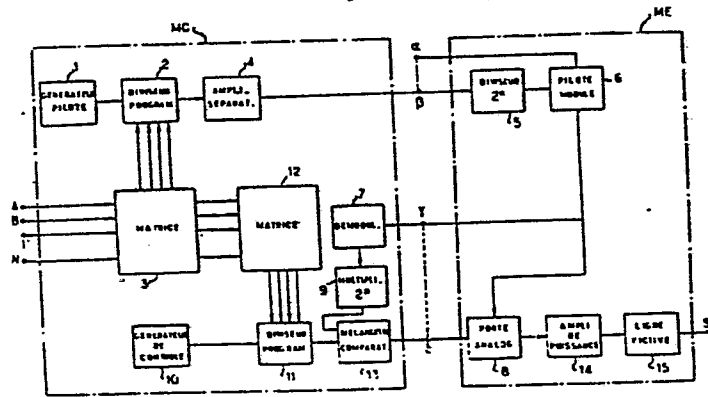
⑤⑦ Procédé pour coder des circuits de voie et permettre notamment la transmission d'informations à un véhicule circulant sur une voie de chemin de fer divisée en une succession de cantons équipés chacun d'un circuit de voie, dans lequel chacune des fréquences porteuses d'excitation des circuits de voie est modulée en fréquence par un certain nombre de fréquences de modulation représentant chacune une information à transmettre, caractérisé en ce qu'il consiste à comparer la fréquence de modulation, obtenue par démodulation de la fréquence porteuse modulée, avec une autre source de modulation, afin de contrôler que ladite fréquence de modulation est bien correcte, et à n'autoriser l'émission de la fréquence porteuse modulée dans le circuit de voie correspondant que lorsque ce contrôle est positif.

Ce procédé est applicable notamment aux trains de chemin de fer à grande vitesse.

**EP 0 013 521 A1**

./...

Fig. 2



TITRE MODIFIÉ  
voir page de gardeProcédé de codage de sécurité pour circuits de voie

La présente invention concerne un procédé pour coder des circuits de voie et permettre notamment la transmission d'informations à un véhicule circulant sur une voie de chemin de fer divisée en une succession de cantons équipés chacun d'un circuit de voie, dans lequel chacune des fréquences porteuses d'excitation des circuits de voie est modulée en fréquence par un certain nombre de fréquences de modulation représentant chacune une information à transmettre. L'invention a trait également à un dispositif d'émission pour la mise en oeuvre de ce procédé.

10 On sait que la sécurité et la régularité des trains circulant sur les voies de chemin de fer sont assurées par des signaux, espacés le long des voies et qui servent à transmettre les informations que doit recevoir le conducteur du train.

15 A l'heure actuelle, ces signaux sont généralement commandés automatiquement par des dispositifs de sécurité, connus sous le nom de circuits de voie, qui assurent la sécurité par le cantonnement, la voie étant divisée en une succession de cantons équipés chacun d'un circuit de voie. Bien entendu, le cantonnement doit tenir compte de la longueur des trains, de la vitesse des trains les plus rapides et des particularités de la voie, afin de garantir la sécurité d'espacement entre les véhicules successifs.

Dans sa version la plus courante, le circuit de voie est constitué d'un organe d'émission et d'un organe de réception, reliés aux rails constituant la voie, de sorte que la présence d'un essieu shunteur situé entre le point d'émission et le point de réception de la voie provoque la désexcitation

d'un relais associé au récepteur. Lorsque plusieurs circuits de voie se succèdent le long de la voie, il est évidemment indispensable que les signaux émis dans l'un des circuits de voie ne puisse venir exciter de façon intempestive le récepteur d'un circuit de voie voisin, d'où la nécessité de limiter  
5 la propagation des signaux dans chaque circuit de voie. Ceci peut se faire en utilisant par exemple des fréquences ou des polarités différentes pour deux circuits de voie consécutifs et en limitant la propagation par des joints isolants ou par des circuits équivalents à des courts-circuits entre les rails pour les fréquences dont on veut limiter la propagation.

10

Il existe maintenant des trains dont la vitesse est telle que le conducteur ne dispose que de très peu de temps pour apercevoir un signal donné, ce qui augmente les risques d'accidents. De plus, avec les trains à très grande vitesse, on ne peut absolument pas envisager d'utiliser les signaux visuels  
15 pour transmettre des informations au conducteur.

Par ailleurs, l'apparition de locomotives avec commande des moteurs par thyristors en traction à courant alternatif et par hacheurs en traction à courant continu font apparaître dans les rails qui assurent le retour du courant de  
20 traction des fréquences parasites avec des niveaux importants qui sont, soit des harmoniques de la fréquence de base du courant de traction pour le courant alternatif, soit des harmoniques de la fréquence de commande des hacheurs dans le cas de traction à courant continu.

25

On a donc pensé à moduler en fréquence les fréquences porteuses d'excitation des circuits de voie pour d'une part permettre une transmission de la voie vers la machine, et d'autre part se protéger efficacement contre les harmoniques du courant de traction.

30

Un tel procédé de codage des circuits de voie est décrit par exemple dans le brevet français n° 70.00325 déposé le 7 janvier 1970 au nom de la société Demanderesse et publié sous le n° 2.076.219. Selon ce brevet, les fréquences de modulation sont très basses afin que l'indice de modulation soit suffisamment élevé et dans une application particulière, les fréquences d'excitation  
35 des circuits de voie sont de l'ordre du kilohertz, tandis que les fréquences de modulation sont de l'ordre de la dizaine de hertz.

Les divers moyens permettant, à l'émission, de moduler les fréquences d'excita-

Les différents circuits de voie doivent naturellement présenter un caractère sécuritaire. En effet, la transformation d'un signal modulant en un autre signal peut être contraire à la sécurité. Il importe donc qu'un dispositif garantisse que la fréquence porteuse modulée est bien modulée par la bonne modulation. Or, dans les réalisations actuelles, il est possible de perturber le signal modulant, soit par superposition d'un signal parasite avec le signal modulant, soit par coupures ou courts-circuits erratiques, dus par exemple à des vibrations de composants ou liaisons entre la source de modulation et l'organe de modulation.

10

La présente invention a donc pour but principal de remédier à ces inconvénients et pour ce faire, elle a pour objet un procédé de codage de circuits de voie du type susmentionné qui se caractérise essentiellement en ce qu'il consiste à comparer la fréquence de modulation, obtenue par démodulation de la fréquence porteuse modulée, avec une autre source de modulation, afin de contrôler que ladite fréquence de modulation est bien correcte, et à n'autoriser l'émission de la fréquence porteuse modulée dans le circuit de voie correspondant que lorsque ce contrôle est positif.

20

On conçoit aisément qu'ainsi, on peut s'assurer que l'excitation d'un circuit de voie n'a lieu que si la modulation est bien correcte et correspond effectivement à l'information que l'on désire transmettre. Un tel procédé élimine donc totalement le risque de transmettre une information erronée susceptible d'affecter la sécurité de la circulation des trains sur la voie.

25

Un dispositif d'émission pour la mise en oeuvre de ce procédé est essentiellement caractérisé en ce qu'il comprend un premier générateur à partir duquel est élaborée la fréquence de modulation correspondant à l'information à transmettre, un second générateur à partir duquel est élaborée une fréquence dite de contrôle, un pilote dont la fréquence porteuse est modulée par ladite fréquence de modulation, un démodulateur et une porte analogique auxquels est appliquée simultanément la fréquence porteuse modulée issue du pilote, et un mélangeur comparateur pour comparer la fréquence issue du démodulateur à la fréquence de contrôle, ce mélangeur comparateur commandant, le cas échéant, l'ouverture de la porte analogique afin de permettre la transmission de la fréquence porteuse modulée au circuit de voie correspondant.

35

Dans une forme de réalisation particulière de l'invention, la fréquence de

contrôle présente un décalage de fréquence constant avec la fréquence de modulation, et ce, quelle que soit l'information à transmettre, le mélangeur comparateur étant essentiellement constitué par un filtre sélectif sensible audit décalage de fréquence.

5

De préférence, la fréquence de modulation et la fréquence de contrôle sont élaborées à partir des générateurs correspondants, au moyen de diviseurs programmables dont le facteur de division est fonction de l'information à transmettre.

10

Dans le cas où les fréquences de modulation sont très basses, comme dans le procédé décrit par le brevet français précité, le diviseur programmable associé au premier générateur est suivi d'un diviseur dont le facteur de division fixe est égal à une puissance de deux, tandis qu'un multiplicateur dont le facteur de multiplication est égal à une même puissance de deux est interposé entre le démodulateur et le mélangeur comparateur.

De préférence également, le dispositif d'émission selon l'invention est réalisé sous la forme de deux modules distincts dont l'un est affecté au codage et au contrôle des informations à transmettre, tandis que l'autre est affecté à l'émission proprement dite, le module d'émission étant susceptible d'être utilisé indépendamment du module de codage et de contrôle lorsqu'il n'est pas nécessaire de transmettre des informations aux véhicules circulant sur la voie.

25

Une telle disposition permet évidemment d'équiper une ligne à moindre frais et de la compléter ensuite facilement lorsqu'une liaison voie-machine s'avère nécessaire.

30 Une forme d'exécution de l'invention est décrite ci-après à titre d'exemple, en référence aux dessins annexés dans lesquels :

La figure 1 est un schéma simplifié d'une portion de voie de chemin de fer équipée de circuits de voie ; et

35

La figure 2 est un schéma synoptique d'un dispositif d'émission pour circuit de voie conforme à la présente invention.

En se référant tout d'abord à la figure 1, on peut voir une portion de voie de chemin de fer V formée de deux files de rails  $r_1$  et  $r_2$ . Cette voie de chemin de fer est équipée de circuits de voie successifs  $CV_1$ ,  $CV_2$ , etc..., excités par deux fréquences différentes  $F_1$  et  $F_2$ , par exemple 1700 Hz et 2300 Hz, qui se répètent alternativement tout le long de la voie. Les circuits de voie successifs sont isolés les uns des autres par des joints isolants classiques tels que J, ou par des circuits équivalents à des courts-circuits pour les fréquences considérées.

- 10 De façon connue en soi, chaque circuit de voie comporte à une extrémité un émetteur E de fréquence  $F_1$  ou  $F_2$  et à l'autre extrémité un récepteur approprié  $RF_1$  ou  $RF_2$ .

Le procédé de codage objet de la présente invention a essentiellement pour  
15 but de permettre la transmission d'informations aux véhicules tels que L, généralement une locomotive, circulant sur la voie V dans le sens indiqué par la flèche F. A cet effet, et comme décrit dans le brevet français précité, chacune des fréquences d'excitation des circuits de voie est modulée en  
20 fréquence par un certain nombre de fréquences de modulation fixes très basses, représentant chacune une des informations à transmettre au véhicule. Si l'on a par exemple sept informations différentes à transmettre, ces fréquences de modulation pourront avantageusement être comprises entre 12 Hz et 20 Hz. L'indice de modulation est alors relativement élevé. Si l'on prend par exemple une excursion de fréquence de  $\pm 10$  Hz, on aura un indice de modulation compris  
25 entre 0,5 et 0,8.

Il convient par ailleurs de noter que du fait de la modulation, les fréquences porteuses de 1700 Hz et 2300 Hz n'apparaissent plus dans les circuits de voie. En effet, avec une excursion de fréquence égale à  $\pm 10$  Hz, on aura par exemple  
30 dans un circuit de voie déterminé, soit du 1690 Hz, soit du 1710 Hz, et ce au rythme de la fréquence de modulation utilisée à cet instant, tandis que dans les deux circuits de voie adjacents, on aura, soit du 2290 Hz, soit du 2310 Hz, toujours au rythme de la fréquence de modulation.

- 35 Les moyens permettant, à bord de la locomotive L, de capter et de détecter les fréquences modulées engendrées dans les circuits de voie successifs, afin d'en extraire les informations, sont essentiellement constitués par un capteur C disposé au voisinage de la voie V, de préférence à égale distance des deux

files de rails  $r_1$  et  $r_2$ , suivi d'un récepteur R analogue à ceux équipant les circuits de voie.

Dans la présente demande de brevet, on décrira uniquement le dispositif  
5 d'émission E permettant de moduler conformément à l'invention les fréquences d'excitation des différents circuits de voie, étant entendu que les moyens de réception tels que  $RF_1$ ,  $RF_2$  ou R peuvent être exactement du même type que ceux décrits dans le brevet français n° 70.00325 déjà cité.

10 Ce dispositif d'émission E est représenté de manière synoptique sur la figure 2 et comprend tout d'abord un générateur pilote 1 à partir duquel est élaborée la fréquence de modulation de la porteuse à 1700 Hz ou 2300 Hz. Ce générateur, par exemple à quartz, est conçu pour engendrer une fréquence fixe et stable  
15 qui est ensuite divisée dans un diviseur programmable 2 dont le facteur de division est fonction de l'information à transmettre. A cette fin, la commande unique, par tout ou rien, est appliquée sur l'une des entrées A à N d'une matrice de codage 3, ces entrées A à N représentant les différentes informations susceptibles d'être transmises par le système et qui peuvent être  
facilement de 20 à 30 selon les besoins. La matrice 3 fournit alors au diviseur  
20 programmable 2, selon la borne d'entrée A, B ou N qui est activée, un signal logique déterminant le facteur de division qui sera appliqué au signal issu du générateur pilote 1.

Le diviseur programmable 2 est suivi d'un amplificateur 4 servant d'étage  
25 séparateur et d'un diviseur 5 dont le facteur de division fixe est égal à  $2^n$ . Ce diviseur supplémentaire 5 est rendu nécessaire par le fait que les fréquences de modulation utilisées dans le procédé selon l'invention sont très basses, de l'ordre de la dizaine de Hertz, ainsi qu'on l'a vu plus haut. La fréquence issue du diviseur 5 constitue la fréquence de modulation représentant l'infor-  
30 mation à transmettre, et elle est appliquée à un pilote 6 afin de moduler la porteuse à 1700 Hz ou 2300 Hz produite par ce pilote.

On obtient donc ainsi, à la sortie du pilote 6, un signal modulé en fréquence caractéristique de l'information à transmettre à la locomotive L. Il convient  
35 toutefois de rappeler ici qu'il ne s'agit pas véritablement d'un signal à 1700 Hz ou 2300Hz. Dans le cas par exemple du 1700 Hz, on aura simplement alternativement du 1690 Hz et du 1710 Hz, au rythme de la fréquence de modulation issue du diviseur 5.

Le signal modulé est appliqué simultanément à un démodulateur 7 et à une porte analogique 8 dont le rôle apparaîtra plus clairement par la suite. Le démodulateur 7 détecte la fréquence de modulation du signal sortant du pilote 6 et cette fréquence est ensuite multipliée dans un multiplicateur 9 dont le facteur de multiplication est égal à  $2^n$ , de sorte que la fréquence du signal apparaissant à la sortie de ce multiplicateur est normalement égale à celle du signal sortant du diviseur programmable 2.

Le dispositif d'émission E comprend en outre un générateur de contrôle 10 à partir duquel est élaborée une fréquence dite de contrôle. Ce générateur 10, qui peut également être à quartz comme le générateur 1, est conçu pour engendrer une fréquence fixe et stable qui est ensuite appliquée à un autre diviseur programmable 11 associé à une seconde matrice de codage 12 analogue à la matrice 3. En fonction de la borne d'entrée A, B ou N qui est activée par la commande unique, cette matrice de codage 12 engendre un signal logique qui détermine le facteur de division du diviseur programmable 11. De plus, ce facteur de division est tel que la fréquence du signal issu du diviseur 11 présente un décalage en fréquence constant, par exemple 1000 Hz, avec la fréquence du signal issu du diviseur 2. Autrement dit, le signal issu du diviseur 11 doit normalement présenter le même décalage de fréquence avec le signal issu du multiplicateur 9. Ceci est contrôlé dans un mélangeur comparateur 13 auquel les deux signaux sont simultanément appliqués. Dans le cas présent, ce mélangeur comparateur pourra être simplement constitué par un filtre sélectif sensible audit décalage de fréquence, soit 1000 Hz par exemple.

25

Si la comparaison des deux signaux effectuée dans le mélangeur comparateur 13 est correcte, celui-ci émet un signal qui commande l'ouverture de la porte analogique 8, permettant ainsi au signal modulé engendré par le pilote 6 d'aller exciter le circuit de voie correspondant. Dans l'exemple particulier décrit ici, la porte analogique 8 est suivie d'un amplificateur de puissance 14 et d'une ligne fictive réglable 15 jouant le rôle d'adaptateur. La borne de sortie S du dispositif peut ainsi être reliée aux rails de la voie par un câble de longueur quelconque, en fonction des conditions d'implantation qui sont évidemment très variables selon les lignes.

35

On voit donc en définitive qu'avec le dispositif d'émission selon l'invention, et grâce au contrôle a posteriori de la fréquence de modulation, il est quasiment impossible de transmettre une information erronée. Ce n'est en

effet qu'en amont du pilote 6 que peuvent se produire éventuellement des perturbations du signal modulant. Un tel dispositif présente par conséquent une grande sécurité intrinsèque, particulièrement souhaitable lorsqu'il s'agit de transmettre des informations à des trains circulant à très grande vitesse.

5

Bien entendu, les informations fournies par le procédé de codage selon l'invention peuvent également être utilisées indépendamment de la liaison voie-machine, lorsque l'on désire par exemple renforcer la sélectivité des récepteurs de circuit de voie. La plupart du temps cependant, de telles informations sont inutiles lorsqu'il n'existe pas de liaison voie-machine.

10

A cette fin et selon une autre caractéristique de la présente invention, le dispositif d'émission E est réalisé sous la forme de deux modules distincts MC et ME. Le module MC est affecté plus spécialement au codage et au contrôle des informations, et comporte tous les éléments nécessaires à ces fonctions, tandis que le module ME est affecté à l'émission proprement dite.

15

Le module d'émission ME se compose ainsi du diviseur 5, du pilote 6, de la porte analogique 8, de l'amplificateur de puissance 14 et de la ligne fictive 15. Ce module est en outre susceptible de fonctionner indépendamment du module MC. Il suffit en effet pour cela de relier directement la borne d'entrée  $\alpha$  du diviseur 5 à une borne de sortie particulière  $\beta$  du pilote 6 et de relier directement la sortie normale  $\gamma$  de ce même pilote à la borne d'entrée  $\delta$  de la porte analogique 8. Ces deux liaisons sont illustrées par des pointillés sur la figure 2.

20

On dispose donc ainsi d'un émetteur simplifié capable d'exciter correctement le circuit de voie avec un signal modulé en fréquence, mais dont la fréquence de modulation est pratiquement fixe et dépend en fait essentiellement du facteur de division du diviseur 5. On pourra par conséquent équiper de façon peu coûteuse des lignes ou des portions de lignes avec de tels émetteurs et les compléter ensuite avec des modules de codage MC lorsqu'une liaison voie-machine s'avèrera nécessaire.

30

## Revendications de brevet

1. Procédé pour coder des circuits de voie et permettre notamment la transmission d'informations à un véhicule circulant sur une voie de chemin de fer divisée en une succession de cantons équipés chacun d'un circuit de voie, dans lequel chacune des fréquences porteuses d'excitation des circuits de voie est modulée en fréquence par un certain nombre de fréquences de modulation représentant chacune une information à transmettre, caractérisé en ce qu'il consiste à comparer la fréquence de modulation, obtenue par démodulation de la fréquence porteuse modulée, avec une autre source de modulation, afin de contrôler que ladite fréquence de modulation est bien correcte, et à n'autoriser l'émission de la fréquence porteuse modulée dans le circuit de voie correspondant que lorsque ce contrôle est positif.
- 15 2. Dispositif d'émission pour la mise en oeuvre du procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend un premier générateur à partir duquel est élaborée la fréquence de modulation correspondant à l'information à transmettre, un second générateur à partir duquel est élaborée une fréquence de contrôle, un pilote dont la fréquence porteuse est modulée par ladite fréquence de modulation, un démodulateur et une porte analogique auxquels est appliquée simultanément la fréquence porteuse modulée issue du pilote, et un mélangeur comparateur pour comparer la fréquence issue du démodulateur à la fréquence de contrôle, ce mélangeur comparateur commandant, le cas échéant, l'ouverture de la porte analogique afin de permettre la transmission de la fréquence porteuse modulée au circuit de voie correspondant.
- 25 3. Dispositif d'émission selon la revendication 2, caractérisé en ce que la fréquence de contrôle présente un décalage de fréquence constant avec la fréquence de modulation, et ce, quelle que soit l'information à transmettre, le mélangeur comparateur étant essentiellement constitué par un filtre sélectif sensible audit décalage de fréquence.
- 30 4. Dispositif d'émission selon la revendication 2 ou 3, caractérisé en ce que la fréquence de modulation et la fréquence de contrôle sont élaborées à partir des générateurs correspondants, au moyen de diviseurs programmables dont le facteur de division est fonction de l'information à transmettre.
5. Dispositif d'émission selon la revendication 4, caractérisé en ce que le



diviseur programmable associé au premier générateur est suivi d'un diviseur dont le facteur de division fixe est égal à une puissance de deux, tandis qu'un multiplicateur dont le facteur de multiplication est égal à une même puissance de deux est interposé entre le démodulateur et le mélangeur compa-  
5 rateur.

6. Dispositif d'émission selon l'une quelconque des revendications 2 à 5, caractérisé en ce qu'il est réalisé sous la forme de deux modules distincts dont l'un est affecté au codage et au contrôle des informations à trans-  
10 mettre, tandis que l'autre est affecté à l'émission proprement dite, le module d'émission étant susceptible d'être utilisé indépendamment du module de codage et de contrôle lorsqu'il n'est pas nécessaire de transmettre des informations aux véhicules circulant sur la voie.



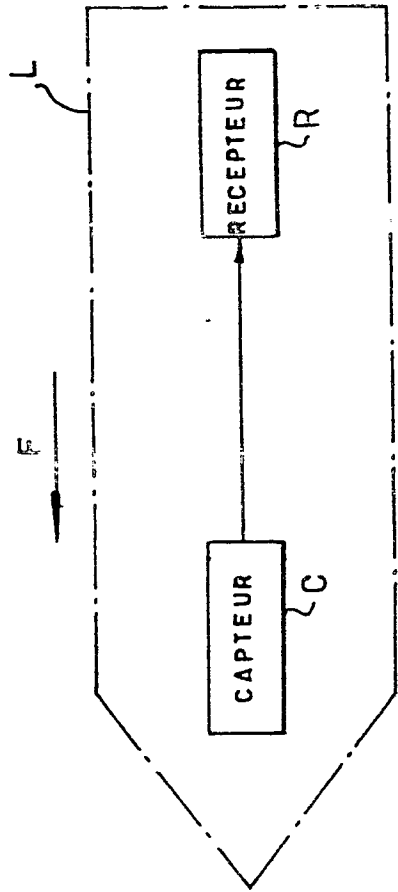
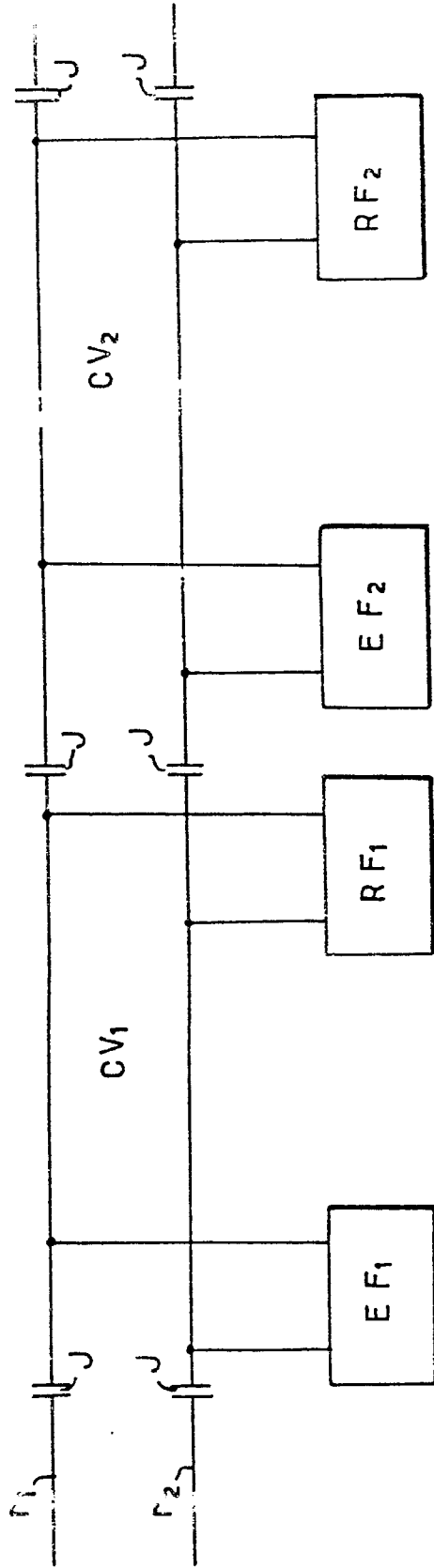
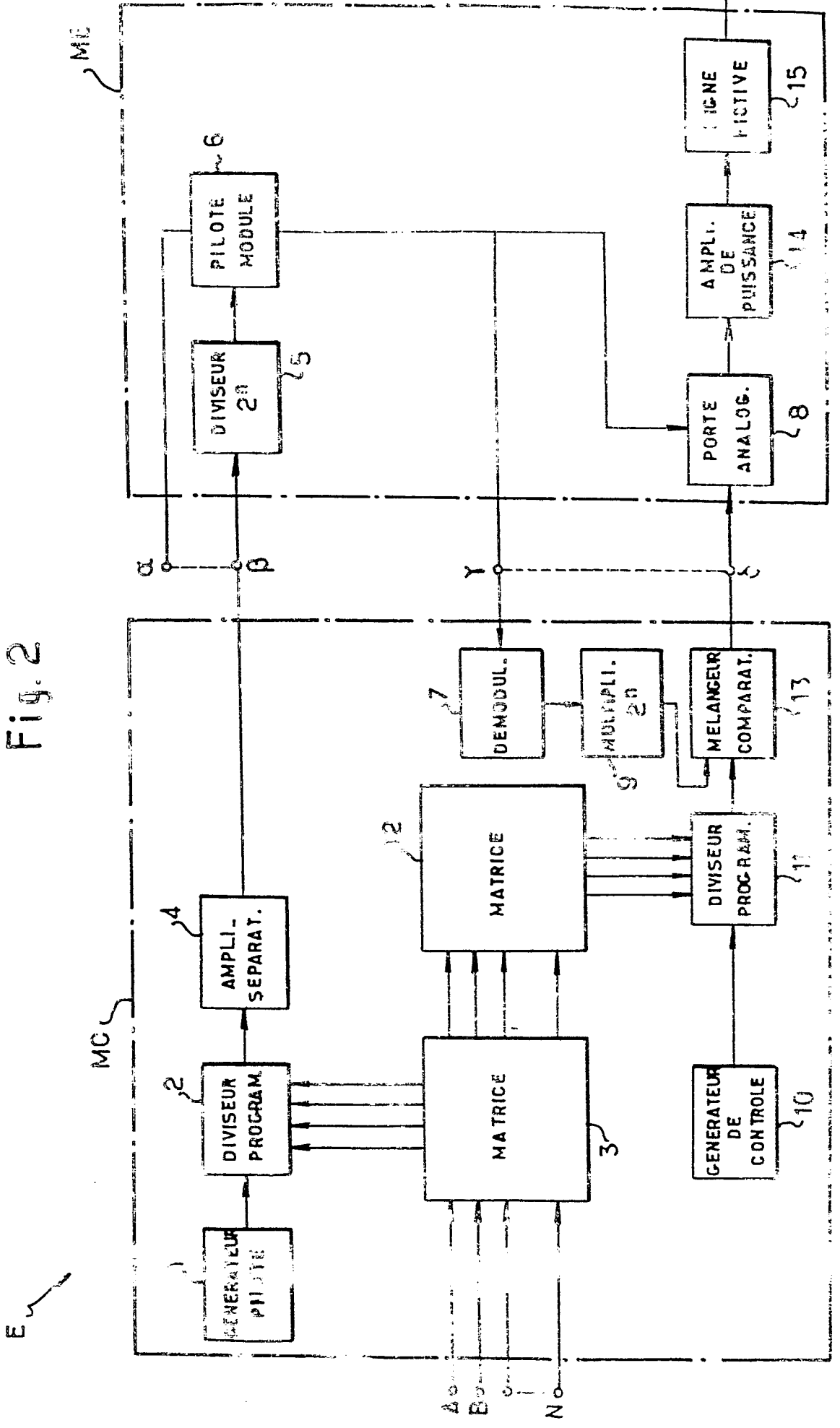


Fig.1



V<sub>0</sub>

Fig. 2





Office européen  
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

EP 79 40 1028

0013521

Numéro de la demande

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl. 3)
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée
	<p>US - A - 4 002 314 (BAPAL)</p> <p>* Colonne 2, ligne 27 à colonne 4, ligne 62; figures 1,2 *</p> <p>----</p>	1-4
		B 61 L 3/24
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl. 3)
		B 61 L 3/24 1/18 23/16
		CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES
		<p>X: particulièrement pertinent</p> <p>A: arrière-plan technologique</p> <p>O: divulgation non-écrite</p> <p>P: document intercalaire</p> <p>T: théorie ou principe à la base de l'invention</p> <p>E: demande faisant interférence</p> <p>D: document cité dans la demande</p> <p>L: document cité pour d'autres raisons</p>
		&: membre de la même famille, document connexe
Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications		
Lieu de la recherche	Date d'achèvement de la recherche	Examineur
La Haye	02-04-1980	REEKMANS