

12

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

21 Numéro de dépôt: **85402315.7**

51 Int. Cl.: **B 61 L 3/12**

22 Date de dépôt: **26.11.85**

30 Priorité: **30.11.84 FR 8418328**

71 Demandeur: **THOMSON-CSF, 173, Boulevard Haussmann, F-75379 Paris Cedex 08 (FR)**

43 Date de publication de la demande: **09.07.86**
Bulletin 86/28

72 Inventeur: **Drabowitch, Serge, THOMSON CSF SCPI 19, Av. de Messine, F-75008 Paris (FR)**
Inventeur: **Baril, Michel, THOMSON CSF SCPI 19, Av. de Messine, F-75008 Paris (FR)**
Inventeur: **Le Parquier, Guy, THOMSON CSF SCPI 19, Av. de Messine, F-75008 Paris (FR)**

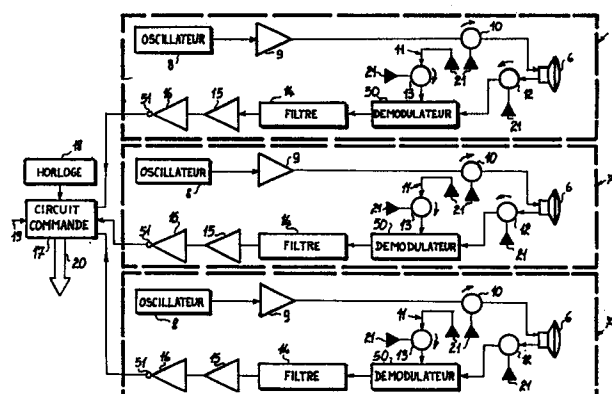
64 Etats contractants désignés: **AT BE CH DE GB IT LI LU NL SE**

74 Mandataire: **Benoît, Monique et al, THOMSON-CSF SCPI 19, Avenue de Messine, F-75008 Paris (FR)**

54 **Dispositif et procédé de commande de véhicules guidés.**

57 Le dispositif objet de la présente invention comporte des balises passives (4) ainsi que des radars (7) permettant leur détection. La présence ou l'absence de balise permet la commande automatique d'un train, par exemple en vue de l'automatisation de sa conduite. Le dispositif objet de la présente invention utilise des balises (4) rétrodirectives et/ou des balises induisant une rotation de polarisation du rayonnement reçu. L'utilisation des balises rétrodirectives induit un changement de fréquence par effet Doppler du rayonnement réfléchi. Le changement de fréquence Doppler et/ou la rotation de la polarisation du rayonnement améliore le rapport (signal/écho parasite) et/ou la séparation des voies d'émission et de réception.

L'invention s'applique principalement à la conduite automatique des trains ou du métro.



DISPOSITIF ET PROCEDE DE COMMANDE DE VEHICULES GUIDES

La présente invention concerne principalement un dispositif de commande pour véhicules guidés, par exemple pour les trains ainsi qu'un procédé de leur pilotage automatique.

5 La conduite d'un véhicule guidé exige la connaissance d'un grand nombre d'informations. Certaines de ces informations sont liées à la situation géographique du véhicule. Ainsi par exemple, à une portion de voie ferrée correspond une vitesse optimale du train.

10 Le dispositif objet de la présente invention comporte des dispositifs de signalisation répartis le long du chemin que le véhicule doit parcourir, ainsi que des moyens de détection desdits dispositifs de signalisation. Le moyen de détection peut être couplé à des moyens de traitement automatique commandant par exemple la vitesse du train, l'ouverture ou la fermeture des portes, l'allumage
15 ou l'extinction des lumières ou la synthèse vocale d'un message. Dans le cas de la présente invention les moyens de signalisation sont des balises passives capables de renvoyer un signal caractéristique quand elles sont illuminées par un faisceau d'énergie hyper-fréquence. Les dispositifs de détection des moyens de signalisation
20 sont par exemple des radars de faible puissance.

 L'invention a principalement pour objet un dispositif de commande de véhicules guidés comprenant des balises réflectrices d'ondes électromagnétiques, fixées sur le chemin à parcourir et des
25 moyens de détection desdites balises fixées sur ledit véhicule, caractérisé par le fait que l'axe de rayonnement de l'antenne d'émission présente un angle θ non nul avec le plan normal au vecteur vitesse du véhicule.

 L'invention sera mieux comprise au moyen de la description ci-après des figures annexées données comme des exemples non limitatifs parmi lesquels :

- 30 - la figure 1 est un schéma d'implantation des balises selon l'invention ;
 - les figures 2 à 6 illustrent la disposition relative des antennes et

des balises ;

- la figure 7 est un schéma d'un premier exemple de réalisation de moyen de détection de balise ;

5 - la figure 8 est un schéma d'un second exemple de réalisation du dispositif selon l'invention.

Sur la figure 1 à 8 on a utilisé les mêmes références pour désigner les mêmes éléments.

10 Sur la figure 1, on peut voir représentée schématiquement une voie de chemin de fer 1. La voie 1 est équipée de deux ensembles, 2 et 3, de balises passives 4. Les balises constituant un ensemble 2 ou 3, sont toutes placées à une même distance des rails. De même les trains sont équipés de moyens de détection des balises 4 aux écartements correspondants aux emplacements de ces balises. Dans le cas de la figure 1, on a représenté uniquement deux ensembles de balises 2 et 3 étant bien entendu qu'un nombre plus important
15 d'ensemble de balises peut être utilisé, déterminé par la quantité d'informations à transmettre au train.

Dans une variante de réalisation du dispositif selon l'invention, les ensembles 2, 3 de balises 4 sont doublés, placés symétriquement par rapport à l'axe du chemin que le véhicule doit parcourir. On peut
20 ainsi programmer par exemple une vitesse différente pour chaque sens de circulation.

Dans un exemple illustré sur la figure 1, les balises 4 de l'ensemble 2 sont par exemple destinées à réguler la vitesse d'un train. Dans la ligne droite 100 une grande distance entre les balises
25 4 assure une grande célérité du train. Par contre dans le virage 101 le reserrement des balises commande le ralentissement du train.

Les balises 4 de l'ensemble 3 commandent par exemple un arrêt de train.

30 La prise en compte des balises appartenant à l'ensemble 2, à l'ensemble 3 ou aux ensembles 2 et 3 est commandée par exemple par un signal électrique circulant dans le rail.

Sur la figure 2, on peut voir un premier exemple de réalisation

du dispositif selon l'invention comportant deux antennes 6 inclinées d'un angle θ par rapport au plan 42. Par définition le plan 42 est un plan normal au vecteur vitesse du véhicule 43. Dans le cas où le véhicule 43 se déplace horizontalement le plan 42 est vertical. Les antennes 6 sont fixées sur le train 43. La balise 4 est rendue solidaire du sol 5, par exemple entre les rails, non représentés. Les ondes électromagnétiques sont émises par l'antenne d'émission suivent l'axe 8 de ladite antenne et sont réfléchies par la balise 4 suivant l'axe 9 de l'antenne de réception. L'utilisation d'une antenne d'émission et d'une antenne séparée pour la réception permet d'obtenir un bon découplage du signal émis et du signal reçu.

En l'absence de balise une partie de l'énergie provenant de l'antenne d'émission est réfléchi par le sol vers l'antenne de réception. La quantité d'énergie réfléchi par le sol est bien plus faible que celle réfléchi par la balise. Toutefois, pour augmenter le rapport (signal/écho parasite) on travaille à la réception dans une polarisation orthogonale à la polarisation de l'émission. Ainsi la balise 4 est équipée de moyens permettant de faire tourner de 90° le plan de polarisation. Un tel dispositif est par exemple constitué par un treillis de fils métalliques noyés dans de la matière plastique placé devant une plaque métallique réfléchissante. Ainsi les échos réfléchis par une telle balise auront une polarisation orthogonale à la polarisation émise. Par contre le rayonnement réfléchi par le sol aura principalement la même polarisation que le rayonnement émis.

Sur la figure 3, on peut voir un exemple de réalisation du dispositif selon l'invention comportant une antenne 6 unique d'émission-réception placée verticalement au-dessus d'une balise 4 assurant la rotation de la polarisation du rayonnement émis. La balise 4 a par exemple la même structure que la balise 4 de la figure 2. Avantageusement, la balise 4 comporte deux plaques métalliques formant dièdre. Il est bien connu de l'homme de l'art qu'un dièdre provoque la rotation de polarisation du rayonnement électromagnétique reçu. L'arête du dièdre est contenue dans le plan

bisecteur par rapport aux plans de polarisation.

Sur la figure 4, on peut voir un dispositif selon la présente invention comportant une antenne 6 unique d'émission-réception inclinée d'un angle θ par rapport au plan 42. La balise 4 comporte un plan réflecteur placé perpendiculairement à l'axe 8 de l'antenne 6. L'utilisation d'un faisceau incliné d'énergie électromagnétique permet de mettre à profil l'effet Doppler pour améliorer le découplage entre l'énergie émise et l'énergie reçue par l'antenne 6. La fréquence Doppler f_D est donnée par la formule :

$$f_D = \frac{2v \sin \theta}{\lambda}$$

où v est la vitesse du train et λ la longueur d'onde utilisée. Il suffit pour cela de démoduler le signal reçu par le signal de même fréquence que le signal émis et de filtrer par un filtre passe-haut. Un tel exemple de réalisation est illustré sur la figure 8.

Dans le cas de l'exemple de réalisation illustré sur la figure 4, le rapport (signal/écho parasite) est amélioré par l'utilisation d'un faisceau incliné associé à une balise 4 rétrodirective. Les signaux réfléchis par le sol en l'absence de balise prennent une direction 48 différente de l'axe 8 de l'antenne 6.

Sur la figure 5, on peut voir un exemple de réalisation du dispositif selon l'invention comportant une antenne d'émission 6 et une antenne 6 de réception inclinées d'un angle θ par rapport au plan 42, associées à une balise 4 rétrodirective. Ainsi, il est avantageux d'utiliser l'effet Doppler pour améliorer encore le découplage, entre l'émission et la réception, assuré par deux antennes distinctes. De plus, l'utilisation d'un dièdre en tant que balise 4 ainsi assurant la rotation de polarisation, permet d'améliorer le découplage de l'émission et de la réception ainsi que le rapport (signal/écho parasite).

Sur la figure 6, on peut voir un exemple de réalisation du

dispositif selon l'invention comportant une antenne 6 unique d'émission-réception inclinée d'un angle θ par rapport au plan 42, associée à une balise 4 rétrodirective. Avantageusement, la balise 4 assure la rotation de polarisation des ondes reçues. L'utilisation de la rotation de polarisation associée à l'utilisation de l'effet Doppler permet d'obtenir un très bon découplage de signaux d'émission par rapport aux signaux de réception. L'utilisation de l'antenne unique permet de réduire le coût et l'encombrement du système.

L'arête du dièdre formant une balise 4 est avantageusement non parallèle au plan du sol 5. L'utilisation d'une telle arête permet de s'affranchir de la rotation de polarisation générée par des dièdres présents sur la voie, par exemple les balastes soutenant les rails.

L'utilisation de dièdre en tant que balise réfléchissante augmente les tolérances d'alignement de la balise et de l'antenne. En effet l'axe de l'énergie réfléchi sur un dièdre dont les parois sont perpendiculaires est parallèle à l'axe de l'énergie incidente. Ainsi il est possible d'utiliser en plus des balises fixes des balises dont la présence, ou l'orientation puisse être télécommandée. De telles balises peuvent par exemple ordonner de ralentir ou de s'arrêter à un train, en cas d'incident sur la voie.

Sur la figure 7, on peut voir un premier exemple de réalisation du dispositif radar selon l'invention. Le dispositif comporte une antenne d'émission-réception unique 6, un émetteur 28, un récepteur 29 et un couplage hybride 22 entre l'antenne, l'émetteur et le récepteur. La quatrième sortie de l'anneau hybride 22 est couplée à une charge adaptée 21, un tel couplage présente l'inconvénient d'exiger une bonne adaptation de l'antenne à l'émetteur 28 et au récepteur 29. D'autre part le couplage par anneau hybride ou par T magique fait perdre six décibels en puissance.

Sur la figure 8, on peut voir un exemple de réalisation du dispositif radar selon l'invention comportant trois ensembles 7 d'émission-réception correspondant à trois groupes de balises

présents au sol. Il est bien entendu que le nombre d'ensembles émetteur-récepteur 7 n'est pas limité à trois. Il est déterminé par la quantité d'informations que l'on désire transmettre au train. Au cas où le nombre de groupes d'ensembles radar 7 nécessaire risquerait de provoquer des couplages électromagnétiques entre divers ensembles 7 il est avantageux d'utiliser des orientations de balises différentes et/ou des fréquences de travail différentes. Chaque ensemble d'émission-réception 7 comporte un oscillateur 8, un amplificateur 9 connectés à un circulateur 10 connecté à l'antenne 6. A la réception, l'antenne 6 est connectée à un circulateur 12, à un dispositif de démodulation 50, à un filtre Doppler 14, à un amplificateur basse fréquence 15 et à un amplificateur à seuil 16. D'autre part un coupleur directif 11 prélève de l'énergie à la sortie de l'amplificateur 9 et la fournit au démodulateur 50. Le coupleur directif 11 comporte un circulateur 13. Les circulateurs 10, 12, 13 permettent d'isoler le reste du circuit des ondes stationnaires. Ce sont par exemple des circulateurs à ferrite. Les circulateurs 10, 12, 13 ainsi que le coupleur directif 11 sont reliés chacun à une charge d'adaptation 21. Avantageusement l'oscillateur 8 est un oscillateur à transistor. Le filtre Doppler 14 est un filtre passe-haut arrêtant la composante continue du signal provenant de la démodulation. L'amplificateur à seuil 16 présente à sa sortie un signal d'amplitude fixe dans le cas où le signal appliqué à son entrée est supérieur à un seuil fixé. Dans le cas contraire l'amplificateur à seuil 16 ne présente pas de signal électrique à sa sortie. Ainsi la détection d'une balise entraîne la présence momentanée d'un signal positif à la sortie de l'ensemble 7.

Dans le cas où l'on voudrait travailler en logique négative, c'est-à-dire avoir un signal électrique continu sauf pendant les détections des balises 4 des figures 1 à 6, on connecte la sortie de l'amplificateur 16 à une porte logique "NON" 51.

Les sorties des ensembles 7 d'émission-réception sont connectées à un circuit de commande 17. D'autre part le circuit de commande 17 est connecté à une horloge 18 et à une ligne de

commande 19. La ligne de commande 19 indique au circuit de commande 17 par exemple les ensembles 7 d'émission-réception à valider. Le circuit de commande 17 est par exemple un circuit logique. Avantageusement le circuit de commande 17 est un circuit programmable, par exemple un microprocesseur. Le circuit de commande 17 transmet aux divers dispositifs sous son contrôle des ordres par un bus de commande 20. Simultanément le circuit de commande 17 fournit des informations au tableau d'affichage à bord du train et/ou au central de commande à l'extérieur du train. Le bus 20 est relié à des interfaces et/ou des convertisseurs numériques-analogiques nécessaires à l'actionnement des dispositifs de commande.

D'autre part, l'utilisation de l'effet Doppler permet de déterminer la vitesse du véhicule 43 par rapport au sol 5. Par exemple le démodulateur 50 est relié à des filtres passe-bande étagés en fréquence (non représentés sur la figure). Le filtre à la sortie duquel est présent le signal indique la vitesse du véhicule 43.

Dans un exemple de réalisation du dispositif selon l'invention on utilise une fréquence 10 GHz ;
des balises 4 ayant une largeur de 8 cm ;
des antennes d'émission, d'émission-réception, et/ou de réception comportant des lentilles diélectriques.

L'antenne 6 comporte deux accès en polarisation croisés. L'un est connecté au circulateur 10, l'autre au circulateur 12.

Avantageusement on utilise des radars à émission continue.

L'invention s'applique principalement à la commande de véhicules guidés, comme par exemple les trains ou le métro.

REVENDICATIONS

- 5 1. Dispositif de commande de véhicules guidés (43) comprenant des balises (4) réfléchissantes d'ondes électromagnétiques, fixées sur le chemin à parcourir et des moyens (7) de détection desdites balises fixées sur ledit véhicule (43) comportant au moins une antenne (6), caractérisé par le fait que l'axe de rayonnement (8) de l'antenne (6) d'émission présente un angle θ non nul avec le plan (42) normal au vecteur vitesse du véhicule (43).
2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé par le fait que les balises (4) sont rétrodirectives.
- 10 3. Dispositif selon la revendication 1 ou 2, caractérisé par le fait que le dispositif d'émission-réception d'ondes électromagnétiques (7) comporte une antenne (6) unique pour l'émission et pour la réception.
- 15 4. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé par le fait que les balises (4) engendrent une rotation de la polarisation de rayonnement incident.
5. Dispositif selon la revendication 4, caractérisé par le fait que les balises (4) comportent des treillis de fils métalliques parallèles.
- 20 6. Dispositif selon la revendication 4, caractérisé par le fait que les balises (4) comportent des dièdres.
7. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé par le fait que le dispositif (7) de détection des balises (4) comporte un radar à émission continue.
- 25 8. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 3 à 7, caractérisé par le fait que le découplage entre l'émission et la

réception est assuré par un anneau hybride.

5 9. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé par le fait qu'il comporte un démodulateur (50), dont une première entrée reçoit les signaux captés par l'antenne (6) et une seconde entrée reçoit les signaux d'émission prélevés par un coupleur (11).

10 10. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé par le fait que le dispositif (7) de détection de balises (4) est connecté à un circuit de commande (17) susceptible de commander la marche du véhicule guidé (43).

11. Dispositif selon la revendication 10, caractérisé par le fait que le circuit de commande (17) est un microprocesseur.

12. Dispositif selon la revendication 10 ou 11, caractérisé par le fait qu'une horloge est connectée au circuit de commande (17).

15 13. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé par le fait que le dispositif (7) de détection de balise (4) comporte un amplificateur à seuil (16).

20 14. Dispositif selon la revendication 13, caractérisé par le fait qu'une porte NON est connectée en sortie de l'amplificateur à seuil (16).

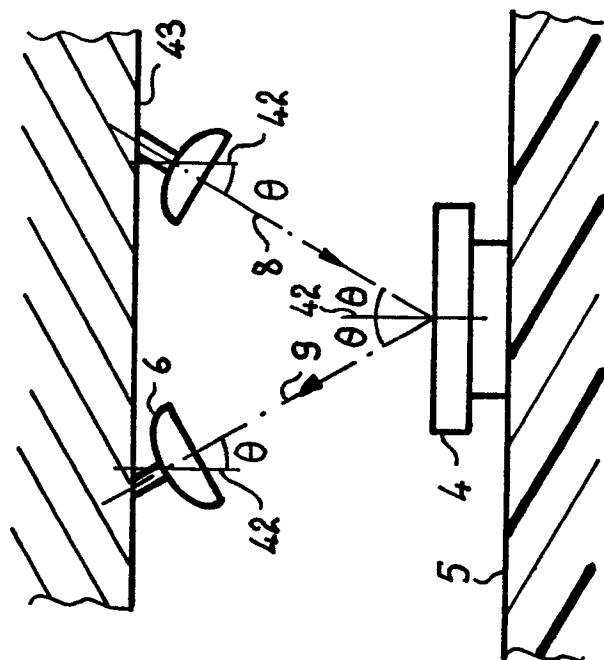
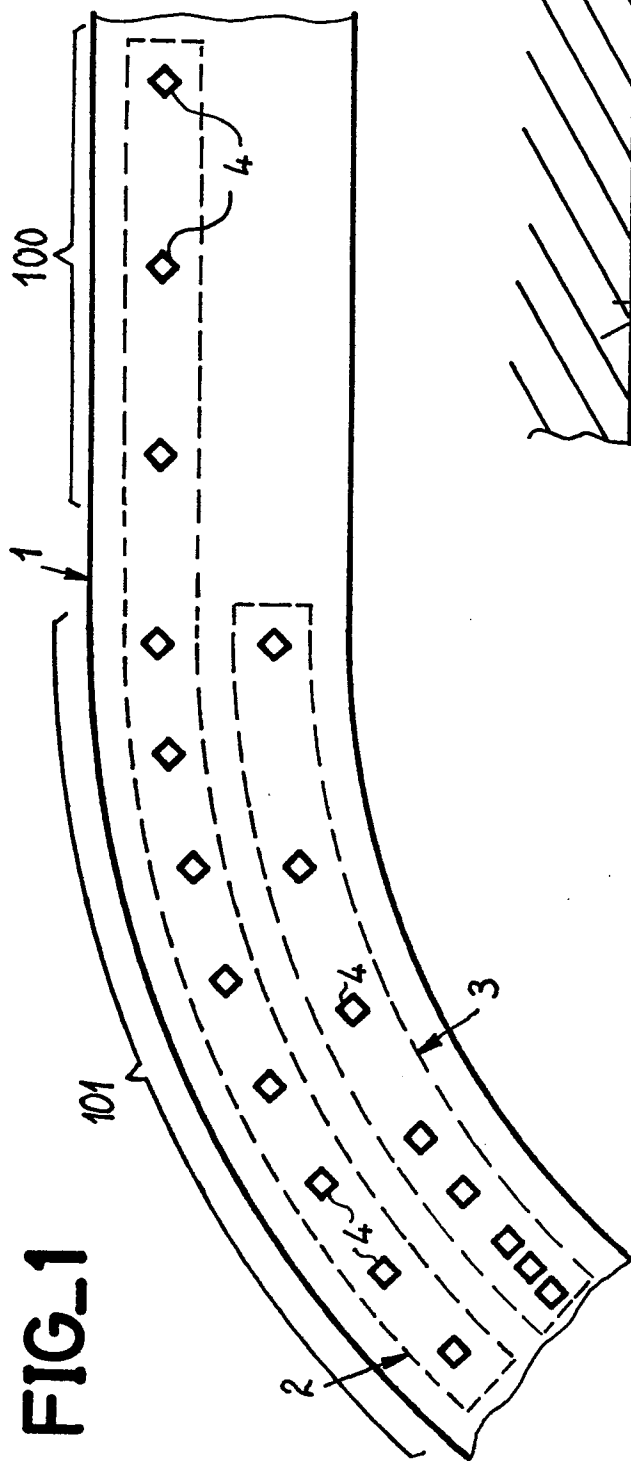
15. Train, caractérisé par le fait qu'il comporte un dispositif de commande selon l'une quelconque des revendications précédentes.

25 16. Procédé de pilotage automatique de véhicules guidés (43) utilisant des balises (4) susceptibles de renvoyer l'énergie électromagnétique incidente et des moyens (7) de détection desdites balises (4), caractérisé par le fait que l'on utilise l'effet Doppler pour

améliorer le découplage émission-réception.

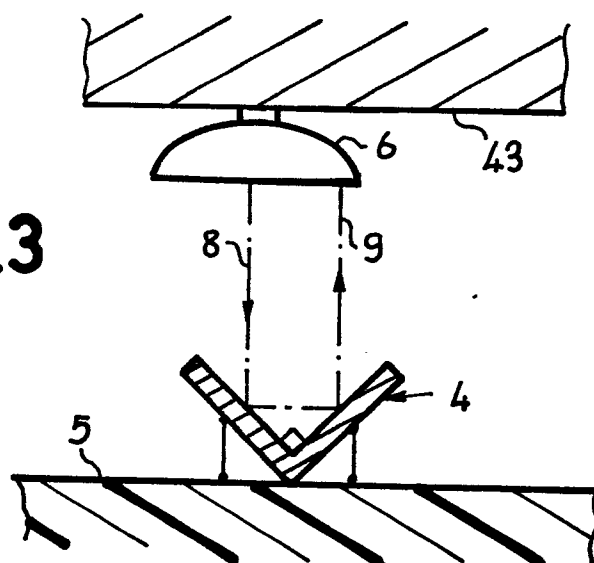
5 17. Procédé de pilotage automatique de véhicules guidés (43) utilisant des balises (4) susceptibles de renvoyer l'énergie électromagnétique incidente et des moyens (7) de détection desdites balises (4), caractérisé par le fait que les balises (4) sont susceptibles d'engendrer une rotation de polarisation sensiblement égale à 90° des ondes incidentes.

18. Procédé selon la revendication 16 ou 17, caractérisé par le fait que ledit procédé est un procédé d'asservissement de la vitesse.

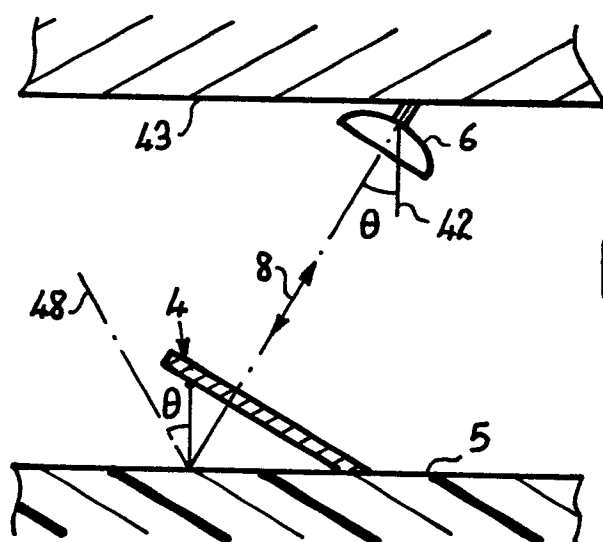


2/4

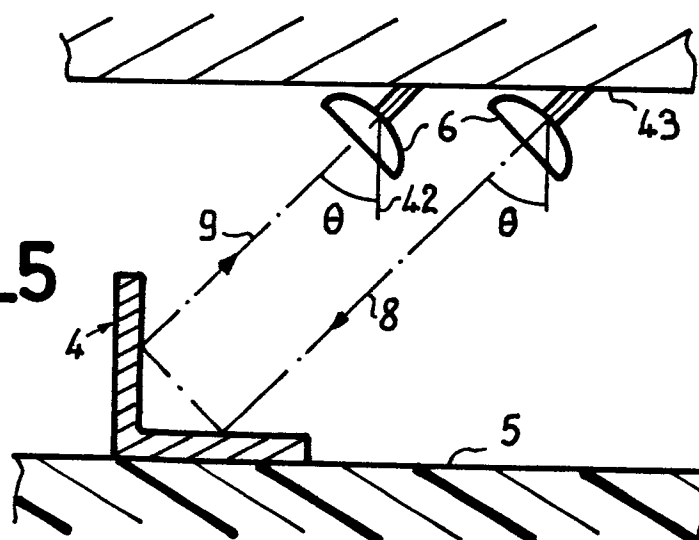
FIG_3



FIG_4

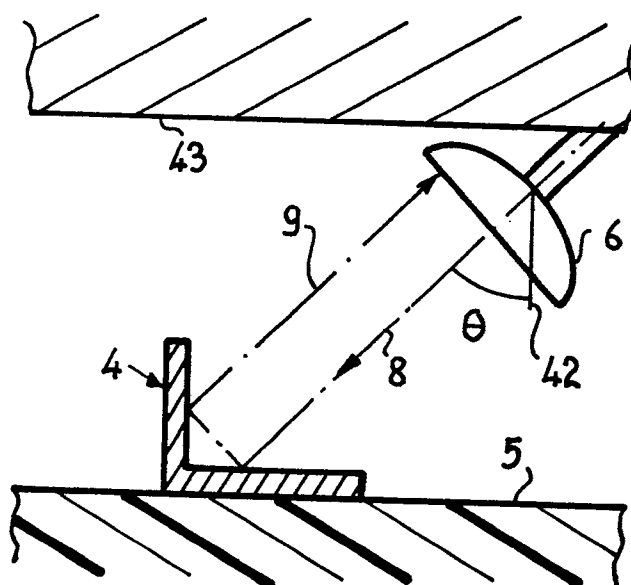


FIG_5

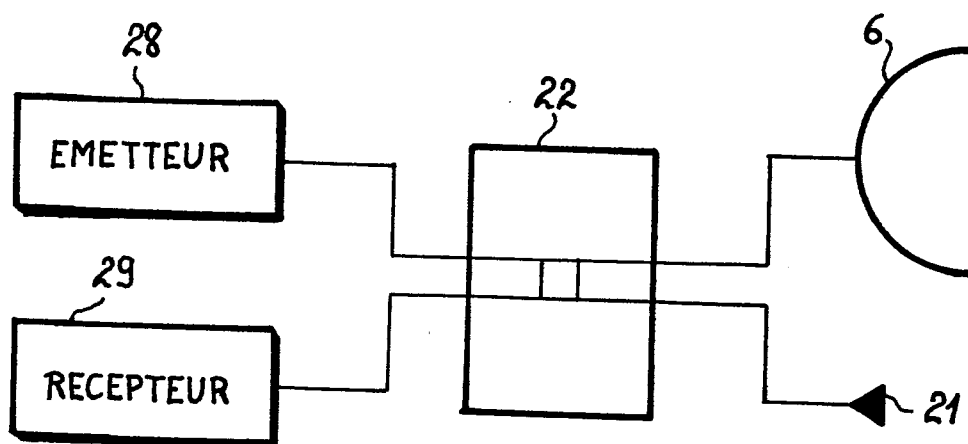


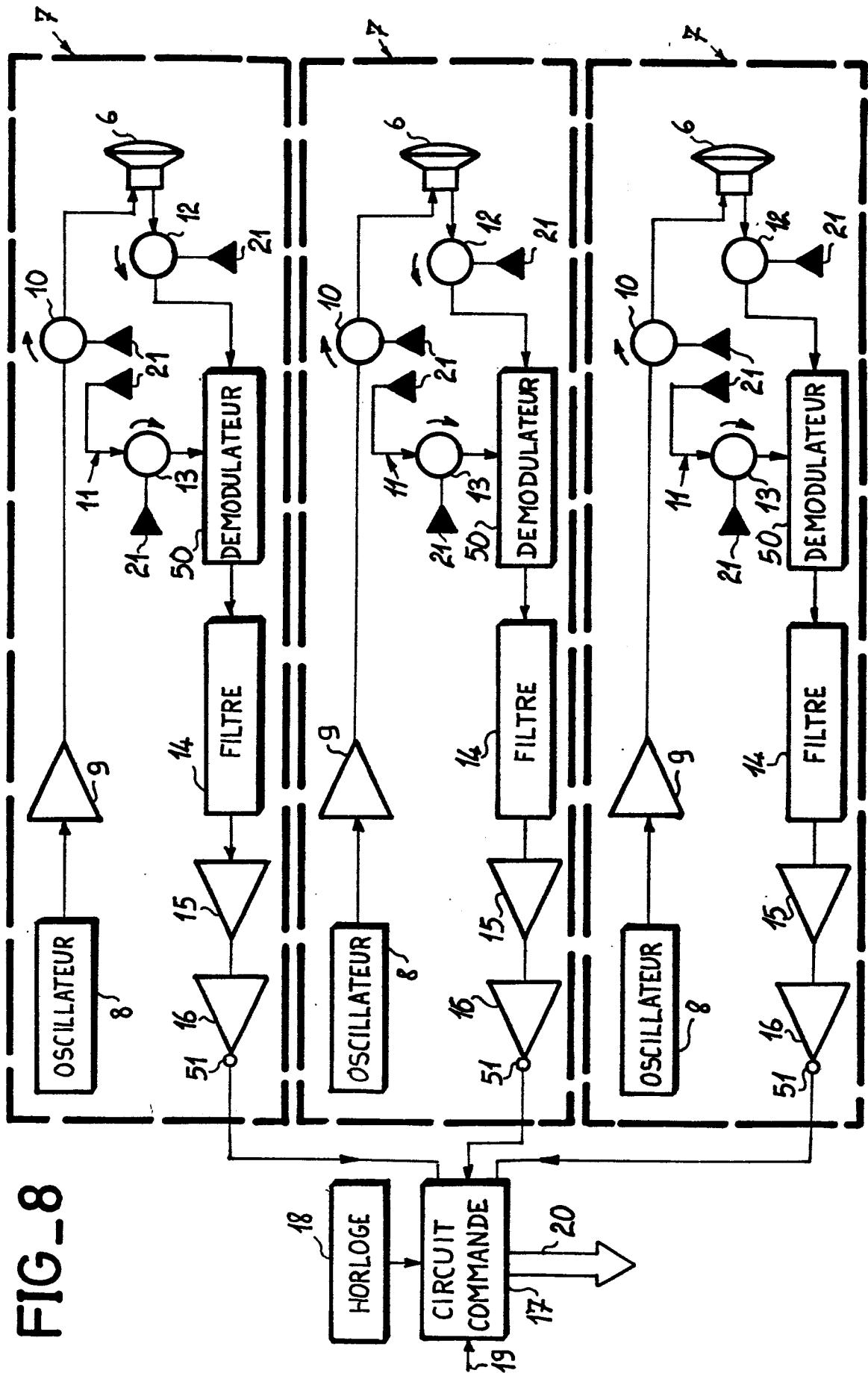
3/4

FIG_6



FIG_7





0187069

Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande

EP 85 40 2315

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl. 4)
X	DE-C- 759 668 (ALLGEMEINE ELEKTRICITÄT) * Page 3, ligne 111 - page 4, ligne 7; figure 2 *	1,2,7,15	B 61 L 3/12
X	FR-A-2 131 832 (CIT-ALCATEL) * Page 4, lignes 10-26; revendications 1,6; figure 4 *	1,2,4,5,7,15,17	
A	DE-C- 508 105 (BÄSELER) * Page 2, lignes 17-25; figure 1 *	1,6	
A	US-A-3 426 349 (GAREIS) * Colonne 2, lignes 13-39; figures 1,2 *	1,2,15,18	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl. 4)
A	US-A-3 787 679 (BIRKIN) * Colonne 1, lignes 34-52 *	1,3	B 61 L
Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 07-03-1986	Examineur SGURA S.

CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES

- X : particulièrement pertinent à lui seul
 Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie
 A : arriére-plan technologique
 O : divulgation non-écrite
 P : document intercalaire

- T : théorie ou principe à la base de l'invention
 E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date
 D : cité dans la demande
 L : cité pour d'autres raisons

& : membre de la même famille document correspondant