

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

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

2 559 976

②1 N° d'enregistrement national :

84 02575

⑤1 Int Cl⁴ : H 04 H 1/00; H 01 Q 1/04; H 04 B 7/10.

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 21 février 1984.

③0 Priorité :

④3 Date de la mise à disposition du public de la
demande : BOPI « Brevets » n° 34 du 23 août 1985.

⑥0 Références à d'autres documents nationaux appa-
rentés :

⑦1 Demandeur(s) : *Etablissement public de diffusion dit :
TELEDIFFUSION DE FRANCE. — FR.*

⑦2 Inventeur(s) : Philippe Piole et Jean Collec.

⑦3 Titulaire(s) :

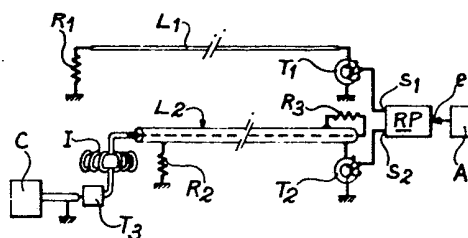
⑦4 Mandataire(s) : Brevatome.

⑤4 Système rayonnant pour la radiodiffusion dans les tunnels routiers et équipement d'alimentation de ce système.

⑤7 Système rayonnant pour la radiodiffusion dans les tunnels
routiers et équipement d'alimentation de ce système.

Ce système comprend, de chaque côté du tunnel, un câble
conducteur suspendu à un chemin métallique. Deux lignes à
fuites à ondes progressives L_1 , L_2 sont ainsi formées. L'un des
deux câbles est constitué par la tresse extérieure d'un câble
coaxial à fuites. Ce système rayonnant est alimenté par des
programmes radiodiffusés ou des messages de services à
travers un répartiteur de puissance RP pour la modulation
d'amplitude à travers un isolateur 1 pour la modulation de
fréquence.

Application aux tunnels routiers.



FR 2 559 976 - A1

Système rayonnant pour la radiodiffusion
dans les tunnels routiers et équipement d'alimentation
de ce système.

5 La présente invention a pour objet un système rayonnant pour la radiodiffusion dans les tunnels routiers et un équipement d'alimentation de ce système.

10 On sait que la propagation des ondes radio-électriques dans la gamme kilométrique (ondes dites "longues") ou hectométrique (ondes dites "moyennes") est difficile dans les tunnels routiers, du fait d'une atténuation importante que subit le mode naturel de propagation. Il en résulte un affaiblissement, voire un évanouissement, des ondes radiodiffusées et, par
15 conséquent, une gêne pour les conducteurs de véhicules automobiles à l'écoute de leurs radiorécepteurs.

Les études effectuées sur ce sujet ont montré que la propagation naturelle en ondes longues et moyennes n'est exploitable que dans le cas de tunnels
20 très courts et pour des fréquences supérieures à une fréquence de coupure. Pour les programmes en modulation de fréquence, dont la fréquence porteuse est élevée et se situe aux alentours de 90 MHz, les conditions sont moins défavorables et l'on peut rediffuser ces ondes dans un tunnel à l'aide d'un câble coaxial à
25 fuites (câble coaxial percé d'ouvertures) qui longe la paroi du tunnel. Mais dans la gamme allant de 150 kHz à 1700 kHz (ondes longues et moyennes correspondant à des programmes émis en modulation d'amplitude), la
30 réalisation d'un système rayonnant convenable pose de sérieux problèmes.

Dans l'art antérieur, on emploie à cette fin un câble conducteur unique suspendu à la paroi du tunnel. Le câble et la paroi forment une ligne de propa-

gation fonctionnant en mode quasi-TEM ("Transverse-Electrique-Magnétique"). Pour un tel mode, il n'y a pas de fréquence de coupure.

5 Une telle solution présente cependant de nombreux inconvénients. Tout d'abord, l'atténuation présentée par la ligne dépend de la fréquence (elle augmente avec celle-ci). Les conditions de propagation ne sont donc pas uniformes. Par ailleurs, cette atténuation dépend de la position du câble dans le tunnel : une position excentrée provoque une distorsion des lignes de champ et diminue le couplage à l'antenne des récepteurs. Mais une position centrée s'accommode mal des contraintes liées à la circulation des véhicules dans le tunnel. Enfin, la présence de masses métalliques dans le tunnel, (ventilateurs, panneaux, etc...) d'hétérogénéités dans la paroi de celui-ci provoquent des perturbations dans les conditions de propagation de l'onde radioélectrique de sorte que l'impédance caractéristique et l'atténuation linéique présentées par la ligne changent le long de celle-ci. Il en résulte des désadaptations d'impédances, des régimes d'ondes stationnaires, des hétérogénéités de champ.

10

15

20

L'utilisation d'une seule ligne entraîne un autre inconvénient qui tient à ce qu'un effet de masque peut apparaître lorsqu'un véhicule de fort gabarit s'interpose entre l'antenne de réception d'un véhicule et le câble rayonnant. Pour maintenir un confort d'écoute satisfaisant, il est alors nécessaire d'alimenter le système rayonnant avec une puissance considérable, ce qui n'est pas sans poser des problèmes du fait des normes fixant les taux d'intermodulation entre canaux. La fiabilité des matériels s'en trouve amoindrie et leur coût augmenté.

25

30

35 Un second problème apparaît, dans l'art an-

térieur, en ce qui concerne la sécurité de fonctionnement du système. Comme le câble rayonnant utilisé est unique, le système devient totalement inopérant en cas d'avarie provoquée par exemple par un accident automobile. Aucun message de service (instructions, consignes, etc...) ne peut plus alors être émis dans le tunnel à un moment où justement le besoin s'en fait sentir.

L'invention a précisément pour but de remédier à ces inconvénients. A cette fin, elle préconise l'emploi de deux câbles rayonnants alimentés en parallèle et disposés de part et d'autre du tunnel. Ces câbles sont suspendus à des chemins métalliques qui, dans la quasi totalité des tunnels, servent de supports à divers câbles d'alimentation (pour les ventilateurs, les feux de signalisation, l'éclairage, etc...). L'un des câbles au moins est constitué par la gaine extérieure d'un câble coaxial à fuite, alimenté à travers une inductance de blocage.

Ces moyens sont bien de nature à résoudre les problèmes rencontrés dans de l'art antérieur. La disposition du câble sous un chemin métallique permet de constituer une ligne à fuite fonctionnant en régime d'ondes progressives. La présence de deux câbles permet d'éviter la coupure totale en cas de détérioration accidentelle de l'un des câbles, la rupture simultanée des deux câbles étant très peu probable. La disposition du câble de part et d'autre du tunnel permet d'obtenir une excellente homogénéité du champ radio-électrique et évite les effets de masquage, un véhicule étant toujours en vue directe d'un des câbles. Enfin, si l'utilisation de deux câbles permet la rediffusion des ondes longues et moyennes en modulation d'amplitude, l'utilisation conjointe du câble coaxial à fuites (dont la gaine sert de câble pour les ondes Km et Hm) permet la re-

diffusion des programmes en modulation de fréquence. Ainsi, la totalité des programmes radiophoniques habituels peut-elle être retransmise par le système de l'invention.

5 L'invention a également pour objet un équipement d'alimentation du système rayonnant qui vient d'être défini. Cet équipement remplit une double fonction : rediffuser les programmes radiophoniques à l'intérieur du tunnel, permettre la substitution à ces
10 programmes de messages de service destinés aux automobilistes.

Cet équipement comprend essentiellement une première station fonctionnant en modulation d'amplitude, une seconde station fonctionnant en modulation
15 de fréquence, un modulateur traitant les messages de service et un équipement permettant la substitution aux programmes radiodiffusés de ces messages de service.

De toute façon, les caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront mieux après la
20 description qui va suivre, d'exemples de réalisation donnés à titre explicatif et nullement limitatif. Cette description se réfère à des dessins annexés sur lesquels :

- 25 - la figure 1 représente en coupe un tunnel routier,
- la figure 2 montre la disposition d'un câble rayonnant sous un chemin métallique,
- la figure 3 montre un schéma électrique du
30 système rayonnant,
- la figure 4 montre un mode de réalisation d'un circuit répartiteur de puissance,
- la figure 5 montre un isolateur servant à l'alimentation du câble coaxial,
- 35 - la figure 6 montre un schéma synoptique d'un équipement d'alimentation du système rayonnant,

- la figure 7 représente la structure de la station fonctionnant en modulation d'amplitude,

- la figure 8 représente la structure de la station fonctionnant en modulation de fréquence,

5 - la figure 9 représente un exemple de réalisation d'un circuit de modulation,

- la figure 10 représente un mode particulier de réalisation d'un équipement de démodulation et de commande de démodulation.

10 Le tunnel représenté sur la figure 1 comprend une paroi 2 à laquelle sont suspendus divers organes de ventilation 3, de signalisation 4, etc... De chaque côté du tunnel, des montants 5 supportent des chemins métalliques 6 qui servent de support à
15 divers câbles d'alimentation électrique. Ces chemins sont électriquement à la masse, par leurs montants 5.

La figure 2 montre un détail de cette structure au niveau des chemins métalliques 6 et permet d'illustrer la première caractéristique de l'inven-
20 tion. Un câble conducteur 7 est suspendu au chemin métallique 6 par une pince isolante 8. La combinaison câble 7-chemin 6 forme une ligne bifilaire à fuite apte à fonctionner en régime d'ondes progressives dans la gamme des ondes longues et moyennes. Comme déjà
25 souligné plus haut, il existe deux telles lignes dans le tunnel de chaque côté de celui-ci.

Des mesures ont été effectuées par le demandeur dans un tunnel à trois voies (une voie centrale et deux voies latérales) équipé de ce système rayon-
30 nant à deux lignes. Les résultats sont consignés dans le tableau suivant :

	f	164	220	600	1700
	ROS	1,23	1,12	1,08	1,12
	α	0,34	0,43	0,84	3
	E_1	94	94	98	98
5	E_2	95	95	98	98
	E_3	94	94	97	97

Dans ce tableau :

- f est la fréquence exprimée en kHz,
- 10 - ROS désigne le rapport d'ondes stationnaires,
- α l'atténuation (en dB par km),
- E_1 le champ capté sur l'une des deux voies latérales,
- E_2 le champ capté sur la voie centrale,
- 15 - E_3 le champ capté sur l'autre voie latérale, tous ces champs étant exprimés en dB μ V/m.

Ces résultats montrent que le système :

- présente une bonne adaptation, ce qui signifie que son impédance caractéristique est maintenue
- 20 tout le long de la ligne ; cette propriété permet de disposer une seule charge en bout de ligne et de bénéficier d'un régime d'ondes progressives sur toute la bande des ondes longues et moyennes, sans chute brutale du champ du fait d'un système à caractère stationnaire,
- 25 - possède une atténuation acceptable,
- conduit à une remarquable uniformité du champ (fluctuation de 1 dB) ; dans le cas d'un seul câble, il faut souligner qu'on obtiendrait une chute
- 30 de 20 dB sur la voie opposée au câble, ce qui rend la réception très difficile.

Quant au coefficient de couplage avec une antenne, qui exprime le rapport entre la tension injectée sur le système rayonnant et la tension recueillie par l'antenne, il est compris entre -53,5 dB et

-54,5 dB à 164 kHz et entre -50,5 dB et -51,5 dB à 600 kHz, alors que dans un système à un seul câble, ce couplage pouvait descendre à -84 dB.

5 La figure 3 représente le schéma électrique du système rayonnant de l'invention. Ce système comprend une première ligne L_1 formée d'un premier câble conducteur suspendu à un chemin métallique (non représenté) et une seconde ligne L_2 formée par la
10 tresse extérieure d'un câble coaxial à fuites, lui aussi suspendu à un chemin métallique (non représenté).

L'alimentation du signal en ondes longues et moyennes des lignes L_1 et L_2 s'effectue par un répartiteur de puissance RP dont l'entrée e est reliée à
15 une station A fonctionnant en modulation d'amplitude et qui sera décrite plus loin. Ce répartiteur délivre sur deux sorties s_1 et s_2 , deux tensions de même amplitude et de même phase. Chacune de ces deux sorties est reliée à une extrémité des lignes L_1 et L_2 à tra-
20 vers des transformateurs d'impédance T_1 , T_2 . Les lignes L_1 et L_2 sont connectées à leur autre extrémité à des résistances de charge R_1 et R_2 .

L'entrée et les sorties du répartiteur se font par exemple sous une impédance de 50Ω , ce qui
25 permet d'acheminer les alimentations par câbles coaxiaux en minimisant le rayonnement. Les transformateurs T_1 et T_2 font passer cette impédance à l'impédance caractéristique de chaque ligne. Les résistances R_1 et R_2 ont alors une valeur aussi proche que possi-
30 ble de cette impédance caractéristique.

L'alimentation de la ligne L_2 se double d'une partie correspondant aux programmes en modulation de fréquence. Un transformateur d'impédance T_3 est relié à une station C travaillant en modulation de
35 fréquence et qui sera décrite plus loin. La sortie de ce transformateur est reliée à une extrémité du coaxial à fuites par l'intermédiaire d'un isolateur I.

Cet élément est constitué par une portion de câble coaxial bobiné sur un moyau magnétique, en ferrite par exemple. De cette manière, est créée une inductance de blocage des courants de gaine pour les fréquences correspondant aux ondes longues et moyennes, ce qui évite, pour ces ondes, la mise en court-circuit de la tresse extérieure du coaxial à fuites par les circuits contenus dans la station à modulation de fréquence C. Le câble coaxial est fermé à son autre extrémité sur une charge adaptée R_3 , isolée de la masse. Au point de vue statique, la gaine L2 du câble à fuite et le câble L1 sont à la masse.

L'alimentation du transformateur T_3 peut se faire sous une impédance de 50Ω . L'impédance caractéristique du câble peut être de 75Ω . La charge R_3 est alors une résistance de 75Ω .

Le câble coaxial à fuites peut être formé, de manière connue, par une tresse bobinée hélicoïdalement en spires non jointives, autour d'un conducteur central. Cette structure de câble rayonnant à fuite n'est pas limitative. Un câble porteur soutient l'ensemble.

Sur la figure 3 le câble coaxial servant à constituer la ligne L_2 est d'une seule pièce mais ce câble peut être divisé en deux tronçons avec alimentation au centre (comme on le verra mieux sur la figure 6), ou en plusieurs paires de tronçons.

Un mode particulier de réalisation du répartiteur de puissance RP est représenté sur la figure 4. Un tel circuit comprend un premier transformateur t_1 à une entrée et deux sorties symétriques reliées aux sorties s_1 , s_2 du répartiteur, une charge d'équilibrage R_{eq} reliant les deux sorties, un second transformateur t_2 , servant de transformateur d'impédance, dont l'entrée est reliée à l'entrée e du répartiteur et la sortie à l'entrée du premier transformateur. De cette manière, l'interruption d'une des lignes ne perturbe

en rien la transmission sur l'autre.

La figure 5 représente un isolateur obtenu en bobinant un câble coaxial 10 autour d'un noyau en ferrite 11.

- 5 L'équipement conforme à l'invention, qui permet d'alimenter le système rayonnant qui vient d'être décrit, est représenté schématiquement sur la figure 6. Un tel équipement est constitué par :
- 10 - une première station (A) de réception, de démodulation et de remodulation, cette station fonctionnant en modulation d'amplitude, et possédant une première entrée 12, reliée à une antenne 14, une deuxième entrée 24 recevant un signal en basse fréquence, une
15 troisième entrée 26 recevant le signal de commutation et une sortie 40,
 - un amplificateur de puissance B possédant une entrée 50 reliée à la sortie 40 de la première station A et une sortie 52 reliée à l'entrée e du répartiteur de puissance RP alimentant le système rayonnant,
 - 20 - une seconde station C de réception, de transposition et de retransposition de fréquence, cette station fonctionnant en modulation de fréquence et possédant une première entrée 62 reliée à une antenne de réception 64, une deuxième entrée 78 recevant un signal à une fréquence intermédiaire, une troisième
25 entrée 80 recevant un signal de commutation, et une sortie 90. Cette dernière est reliée, par une voie aller 91, à travers un séparateur 93 aux inductances de blocage I', I" reliées aux deux tronçons de câble coaxial L'₂ et L"₂,
 - 30 - un poste de contrôle D comprenant un équipement de contrôle d'émission 95 relié à la sortie 90 de la station C, un pupitre de commande 96 pour la constitution de messages de service, un modulateur 100
35 travaillant en modulation de fréquence et possédant une entrée 102 reliée au pupitre 96 et recevant de celui-ci un signal de basse fréquence véhiculant un

message de service et une sortie 104 délivrant un signal modulé à la fréquence intermédiaire utilisée dans la station C à modulation de fréquence, ce signal étant transmis à cette station C par une voie de retour 105,

5 - un équipement E de démodulation et de commande de commutation, cet équipement possédant une entrée 108 reliée à la sortie 104 du modulateur 100, une première sortie 110 délivrant des signaux démodulés de
10 basse fréquence et reliée à l'entrée 24 de la première station A travaillant en modulation d'amplitude, une seconde sortie 112 délivrant un signal transposé à la fréquence intermédiaire et reliée à l'entrée 78 de la seconde station C fonctionnant en
15 modulation de fréquence, et une troisième sortie 114 délivrant un signal de commutation et reliée aux entrées de commande 26, 80 des première et seconde stations.

La structure de la première station A qui
20 fonctionne en modulation d'amplitude, est représentée sur la figure 7. Cette station est composée d'une pluralité de voies de traitement (par exemple 5). Chaque voie comprend :

- un circuit de réception et de démodulation
25 d'amplitude 10 réglé pour un programme radiodiffusé particulier en ondes kilométriques ou hectométriques ; ce circuit 10 possède une entrée 12 reliée à l'antenne de réception 14 et une sortie 16 délivrant un signal démodulé en basse fréquence,

30 - un commutateur basse fréquence 20, à une première entrée 22 reliée à la sortie 16 du circuit de réception et démodulation 10, et une seconde entrée 24' reliée à l'entrée commune 24 ; c'est cette seconde entrée qui reçoit le signal basse fréquence véhiculant
35 le message de service pouvant se substituer au programme radiodiffusé ; ce commutateur 20 possèdent encore une entrée de commande 26' reliée à l'entrée com-

mune 26 qui reçoit le signal déterminant lequel des deux signaux de basse fréquence est adressé sur une sortie 28,

5 - un modulateur à modulation d'amplitude 30 possédant une première entrée 32 reliée à la sortie 28 du commutateur 20, une deuxième entrée 34 reliée à un oscillateur local formé d'un oscillateur commandé en tension 36 (VCO) et d'un oscillateur de référence 38, ce modulateur possédant encore une sortie 39 qui est
10 reliée à la sortie générale 40 de la station.

On comprend que, selon le signal de commutation appliqué à l'entrée 26, le commutateur 20 adresse au modulateur 30, soit le signal basse fréquence correspondant au programme radiodiffusé reçu, soit le signal
15 basse fréquence correspondant à un message de service qui vient alors se substituer au programme radiodiffusé.

Dans la station A à modulation d'amplitude, le modulateur 30 peut être d'un type particulier dans lequel on ajoute à l'onde modulée une porteuse en
20 phase dont on règle le niveau à volonté. Ceci permet d'ajuster le taux de modulation et d'obtenir éventuellement une surmodulation.

L'amplificateur de puissance B disposé à la sortie de la station A à modulation d'amplitude, est
25 du type à large bande. Grâce aux performances du système rayonnant de l'invention, cet amplificateur est unique pour toutes les voies et il fonctionne à un niveau de sortie plus faible que dans l'art antérieur.

30 La deuxième station fonctionnant en modulation de fréquence, possède une structure qui est représentée sur la figure 8. Cette station est constituée d'une pluralité de voies de traitement (par exemple 4) comprenant chacune :

35 - une tête haute fréquence 60, possédant une

première entrée 62 reliée à une antenne de réception 64, une deuxième entrée 66 reliée à un premier oscillateur local asservi, constitué par un oscillateur pilote 70, commun à toutes les voies, et un oscillateur local 68 ; cette tête haute fréquence possède une sortie 72 délivrant un signal à une fréquence intermédiaire égale à la différence entre la fréquence de la porteuse reçue sur la première entrée 62 et la fréquence du signal émis par l'oscillateur 68,

10 - un commutateur de signal 74 fonctionnant à la fréquence intermédiaire, possédant une première entrée 76 reliée à la sortie 72 de la tête haute fréquence 60 et une deuxième entrée 78' reliée à la première entrée générale 78 de la station, cette entrée 15 78' recevant un signal à la fréquence intermédiaire véhiculant un message de service, ce commutateur possédant encore une entrée de commande 80' reliée à la deuxième entrée générale 80 de la station, cette entrée 80' recevant un signal de commande de commutation ; le commutateur 74 possède enfin une sortie 81,

20 - un circuit de transposition de fréquence 82, possédant une première entrée 84 reliée à la sortie 81 du commutateur 74, une deuxième entrée 86 reliée à un deuxième oscillateur asservi constitué par 25 l'oscillateur pilote 70 commun à toutes les voies et par un oscillateur local 88 ; le circuit 82 possède encore une sortie 90' reliée à la sortie générale 90 de la station. C'est cette sortie qui est reliée à la voie aller 91 alimentant les inductances de blocage 30 connectées au câble coaxial à fuite.

Comme pour la première station, selon le signal de commutation appliqué à l'entrée 80, le commutateur 74 adresse au circuit de transposition de fréquence 82, soit le signal en fréquence intermédiaire 35 correspondant à un programme radiodiffusé en modula-

tion de fréquence, soit un signal en fréquence intermédiaire correspondant à un message de service.

Dans la station C, les commutateurs 74, fonctionnant en fréquence intermédiaire peuvent être
5 du type électronique et utiliser des diodes PIN commandées par inversion de tension 12V. Les fréquences des trois voies en modulation de fréquence peuvent être réglées par exemple, respectivement, sur
10 93,5 MHz, 90,5 MHz et 98,6 MHz, ce qui, en France, correspond aux programmes de France Inter, France Culture et France Musique. La fréquence intermédiaire peut être située à 10,7 MHz.

Un exemple de réalisation du modulateur 100 de la station de contrôle est représenté sur la figure
15 9. Ce circuit comprend un oscillateur à varicaps 150, à une entrée 151 reliée à l'entrée 102 du modulateur à une seconde entrée 152 et à une sortie 153 ; un mélangeur 154 à une première entrée 155 reliée à la sortie 153 de l'oscillateur 150 à une seconde entrée 156 reliée à un oscillateur à quartz 158 et à une sortie
20 159 ; un filtre passe bande 160 relié à la sortie 159 ; un coupleur 162 à une entrée reliée au filtre passe bande, et à deux sorties 163, 164 ; un mélangeur 166 possède une entrée 168 reliée à la sortie 163 du coupleur et une seconde entrée 170 reliée à un second
25 oscillateur à quartz 172 ; un filtre passe-bas 174 relié au mélangeur 166 ; un démodulateur à comptage 176, dont la sortie 177 est reliée à une sortie générale de contrôle basse fréquence 103 connectée au circuit 96
30 (cf figure 6) ; un amplificateur 180, dont l'entrée est reliée à la sortie 177 du démodulateur et la sortie à l'entrée 152 de l'oscillateur 150. Le modulateur 100 comprend encore un commutateur 190 relié à la seconde sortie 164 du coupleur 162 ; un amplificateur
35 192 relié au commutateur 190 ; et enfin un atténuateur

194 relié à la sortie générale 104, laquelle délivre sur la voie de retour 105 un signal à la fréquence intermédiaire modulé par le signal basse fréquence appliqué à l'entrée générale 102. C'est ce signal qui
5 peut se substituer au signal de même fréquence intermédiaire correspondant aux programmes radiodiffusés. L'oscillateur 158 fonctionne par exemple à 70 MHz. Après changement de fréquence dans le mélangeur 154 et filtrage dans le filtre 160, le signal utile se trouve
10 centré à la fréquence intermédiaire de 10,7 MHz. Un asservissement en fréquence est obtenu par une commande automatique réalisée par la boucle comprenant le démodulateur à comptage 176.

La figure 10 représente un mode particulier
15 de réalisation de l'équipement E de démodulation et de commande de commutation. Tel que représenté, cet équipement comprend un filtre d'entrée passe-bande 200 relié à l'entrée générale 108 d'où il reçoit le signal modulé à la fréquence intermédiaire provenant de la
20 sortie 104 du modulateur 100 ; un amplificateur 202 ; un coupleur 204 à trois sorties 205, 206 et 207 ; un amplificateur accordé 210 relié à la sortie 205 du coupleur ; un détecteur de crête 212, un comparateur 214 ; un interface 216 dont la sortie est reliée à la
25 sortie générale 114, délivrant les signaux de commutation destinés aux entrées 26 et 80 des stations A et C.

L'équipement E comprend encore un distributeur de signaux à la fréquence intermédiaire 220 relié
30 à la sortie 206 du coupleur 204, les sorties de ce distributeur étant reliées à la sortie générale 112 de l'équipement, laquelle est destinée à adresser à l'entrée 78 de la station C les signaux en fréquence intermédiaire représentant des messages de service
35 devant se substituer aux programmes en modulation de fréquence.

L'équipement E comprend encore un mélangeur 220 dont une première entrée 221 est reliée à la troisième sortie 207 du coupleur 204 et une seconde entrée 222 est reliée à un oscillateur 224 ; un filtre passe-bas 226 ; un amplificateur 228 ; un comparateur 230 ;
5 un démodulateur 232 ; et enfin un distributeur 234 dont les sorties sont reliées à la sortie générale 110 laquelle est destinée à fournir à l'entrée 24 de la station A, les signaux de basse fréquence représentant
10 les messages de service devant se substituer aux programmes en modulation d'amplitude.

Le filtre d'entrée 200 peut avoir une largeur de 240 kHz à 3 dB. Il assure la sélection du canal. Le démodulateur 232 est du même type que le
15 démodulateur 176.

Naturellement, dans tous les circuits décrits plus haut, on peut disposer des amplificateurs là où le besoin s'en fait sentir, par exemple avant et après les commutateurs 20 de la voie fonctionnant en
20 modulation d'amplitude ou dans les voies aller 91 et retour 105.

On peut aussi utiliser des distributeurs placés à l'entrée des différentes voies des deux stations A et C, ou des unités de couplage à la sortie de
25 ces voies. Ces différents moyens sont bien connus de l'homme de l'art et n'ont pas été illustrés par souci de simplification.

REVENDECATIONS

1. Système rayonnant permettant la rediffu-
sion dans un tunnel routier d'ondes correspondant à
des programmes radiodiffusés en modulation d'amplitu-
de et en modulation de fréquence et permettant la dif-
5 fusion dans ce tunnel de messages de service, ce sys-
tème étant caractérisé par le fait qu'il comprend, de
chaque côté du tunnel, un câble conducteur (7) suspen-
du à l'un des chemins métalliques (6) servant de sup-
port à divers câbles d'alimentation électrique, ce
10 câble conducteur et ce chemin métallique constituant
de chaque côté du tunnel, une ligne à fuite (L_1 , L_2)
fonctionnant en régime d'ondes progressives dans la
gamme des ondes longues (kilométriques) et moyennes
(hectométriques) correspondant à un régime de modula-
15 tion d'amplitude, l'un au moins (L_2) de ces deux câ-
bles conducteurs étant constitué par la gaine conduc-
trice extérieure d'un câble coaxial à fuite, ce câble
coaxial étant alimenté à une extrémité par un conduc-
teur coaxial véhiculant une onde en modulation de fré-
20 quence, ce conducteur étant en partie bobiné sur un
noyau magnétique et formant inductance de blocage (I)
pour les ondes longues et moyennes, l'autre extrémité
du câble coaxial étant connectée à une résistance
adaptée (R_3), ce système comprenant encore un réparti-
25 teur de puissance (RP) à une entrée (e) recevant un
signal correspondant à des programmes en ondes longues
et moyennes et deux sorties identiques (s_1 , s_2) déli-
vrant des signaux de même amplitude et même phase, ces
deux sorties (s_1 , s_2) étant reliées à l'une des extré-
30 mités des câbles suspendus, l'autre extrémité étant
connectée à une charge adaptée (R_1 , R_2).

2. Système rayonnant selon la revendication 1, caractérisé par le fait que le répartiteur de puissance comprend un premier transformateur (t_1) à une entrée et deux sorties symétriques (s_1 , s_2), une charge d'équilibrage (R_{eq}) reliant les deux sorties, un second transformateur (t_2) servant de transformateur d'impédance et ayant une entrée (e) recevant le signal correspondant aux ondes longues et moyennes et une sortie reliée à l'entrée du premier transformateur (t_1).

3. Equipement d'alimentation du système rayonnant selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend :

A) une première station (A) fonctionnant en modulation d'amplitude, cette station étant composée d'une pluralité de voies de traitement comprenant chacune :

- un circuit de réception et de démodulation d'amplitude (10) pour un programme radiodiffusé en ondes kilométriques ou hectométriques, ce circuit (10) ayant une entrée (12) reliée à une antenne de réception (14) et une sortie (16) délivrant un signal démodulé en basse fréquence,

- un commutateur basse fréquence (20) à une première entrée (22) reliée à la sortie (16) du circuit de réception et démodulation (10), et une seconde entrée (23) reliée à une entrée commune (24) recevant un second signal basse fréquence véhiculant un message de service pouvant se substituer au programme radiodiffusé, ce commutateur (20) possédant une entrée de commande (25) reliée à une entrée de commande (26) recevant un signal de commande de commutation et une sortie (28),

- un modulateur à modulation d'amplitude (30) possédant une première entrée (32) reliée à la

- sortie (28) du commutateur (20), une deuxième entrée (34) reliée à un oscillateur local (36, 38) et une sortie (39) reliée à la sortie générale (40) de cette première station,
- 5 B) un amplificateur de puissance (B) possédant une entrée (50) reliée à la sortie (40) de la première station (A) et une sortie (52), cette sortie (52) étant reliée à l'entrée (e) du répartiteur de puissance (RP) alimentant le système rayonnant,
- 10 C) une deuxième station (C) fonctionnant en modulation de fréquence et constituée d'une pluralité de voies de traitement comprenant chacune :
- une tête haute fréquence (60) possédant une première entrée (62) reliée à une antenne de réception (64), une deuxième entrée (66) reliée à un premier oscillateur asservi (68, 70) et une sortie (72) délivrant un signal à une fréquence intermédiaire égale à la différence entre la fréquence de la porteuse reçue sur la première entrée (62) et la
 - 20 fréquence du premier oscillateur asservi (68, 70),
 - un commutateur de signal à fréquence intermédiaire (74) possédant une première entrée (76) reliée à la sortie (72) de la tête haute fréquence (60) et une deuxième entrée reliée à une première
 - 25 entrée (78) de la station et recevant un signal à ladite fréquence intermédiaire et véhiculant un message de service pouvant se substituer au programme radiodiffusé en modulation de fréquence, ce commutateur possédant une entrée de commande (79) reliée à
 - 30 une deuxième entrée générale (80) de la station et recevant un signal de commande de commutation et possédant enfin une sortie (81),
 - un circuit de transposition de fréquence (82) possédant une première entrée (84) reliée à la
 - 35 sortie (81) du commutateur (74), une deuxième entrée

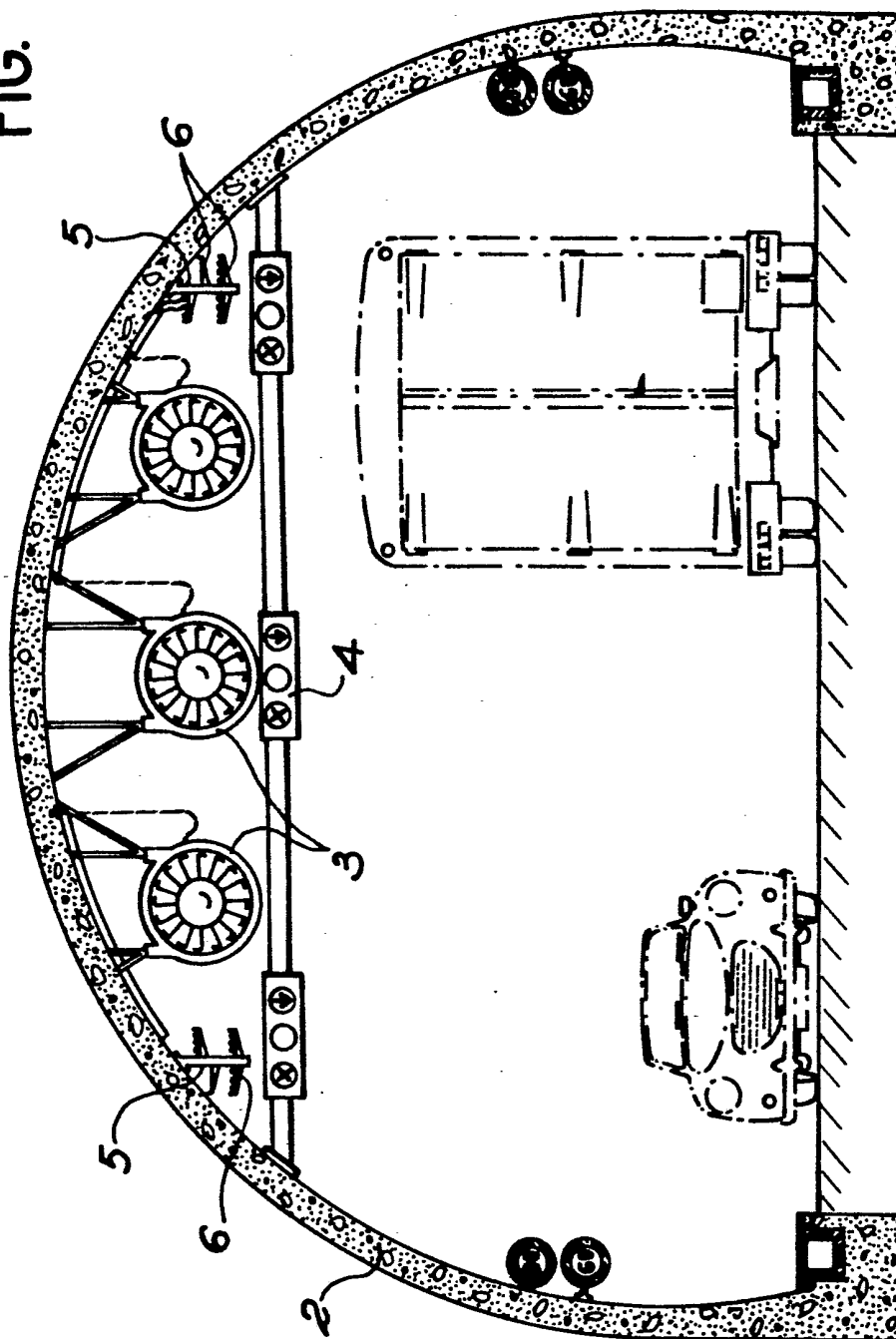
5 (86) reliée à un deuxième oscillateur asservi (88, 70) et une sortie (89) reliée à la sortie générale (90) de cette deuxième station, cette sortie étant reliée à l'inductance de blocage (I) servant à alimenter le câble coaxial à fuites du système rayonnant,

D) un poste de contrôle (D) comprenant :

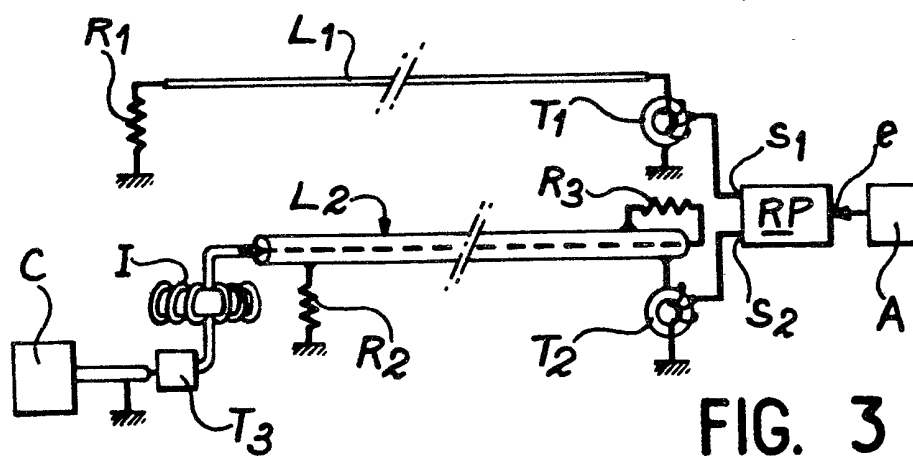
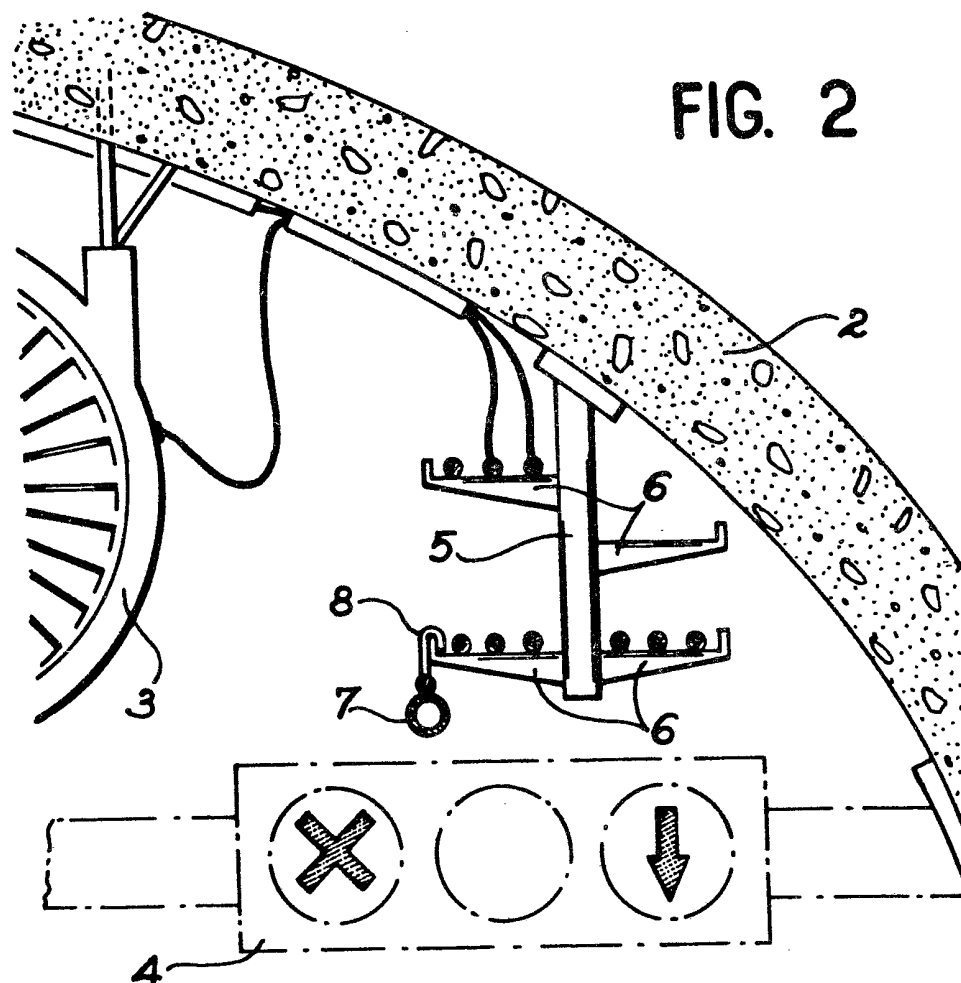
10 - un modulateur (100) travaillant en modulation de fréquence et possédant une entrée (102) recevant un signal basse fréquence véhiculant un message de service et une sortie (104) délivrant un signal modulé à la fréquence intermédiaire utilisée dans des voies de traitement en modulation de fréquence,

15 E) un équipement de démodulation et de commande de commutation (E) à une entrée (108) reliée à la sortie (104) du modulateur (100) du poste de contrôle (D) et une première sortie (110) délivrant des signaux démodulés de basse fréquence, cette sortie étant re-
20 liée à l'entrée (24) de la première station (A), travaillant en modulation d'amplitude, une seconde sortie (112) délivrant un signal démodulé à la fréquence intermédiaire et étant reliée à l'entrée (78) de la seconde station (C) fonctionnant en modulation
25 de fréquence et une troisième sortie (114) délivrant un signal de commutation et étant reliée aux entrées de commande (26, 80) des première et seconde stations.

FIG. 1



2/8



3/8

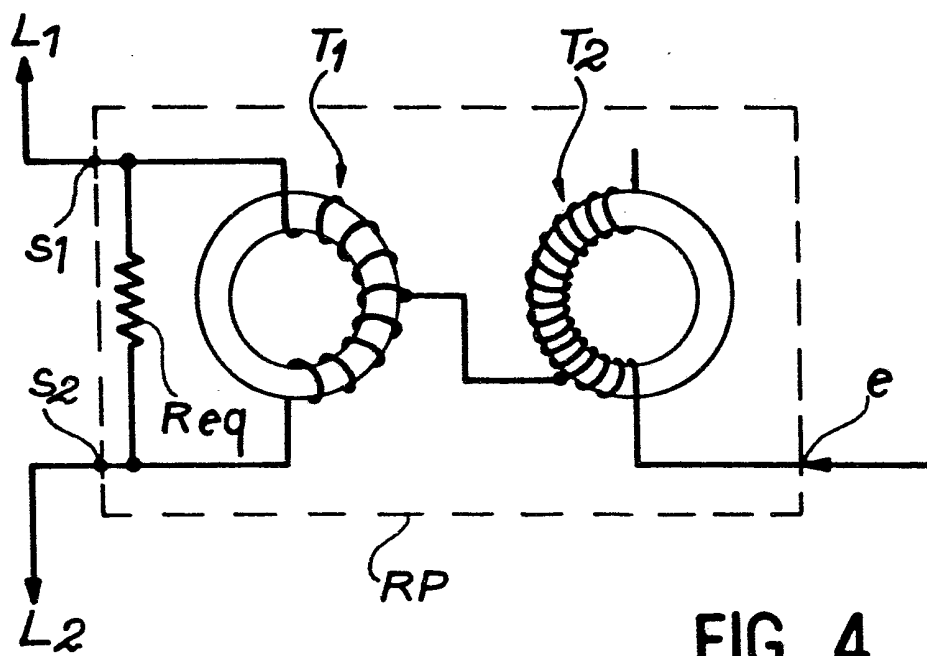


FIG. 4

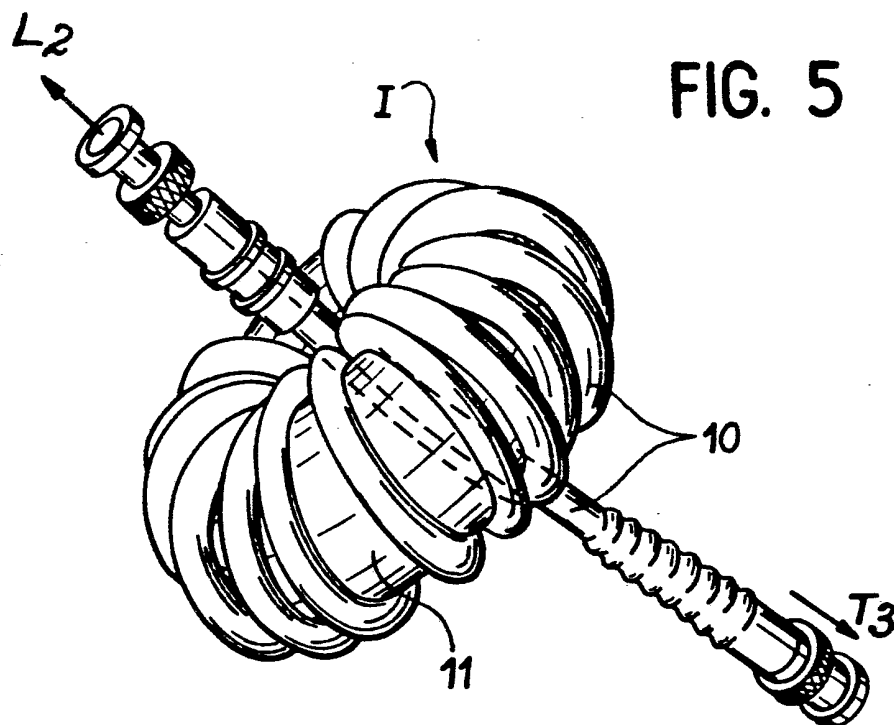
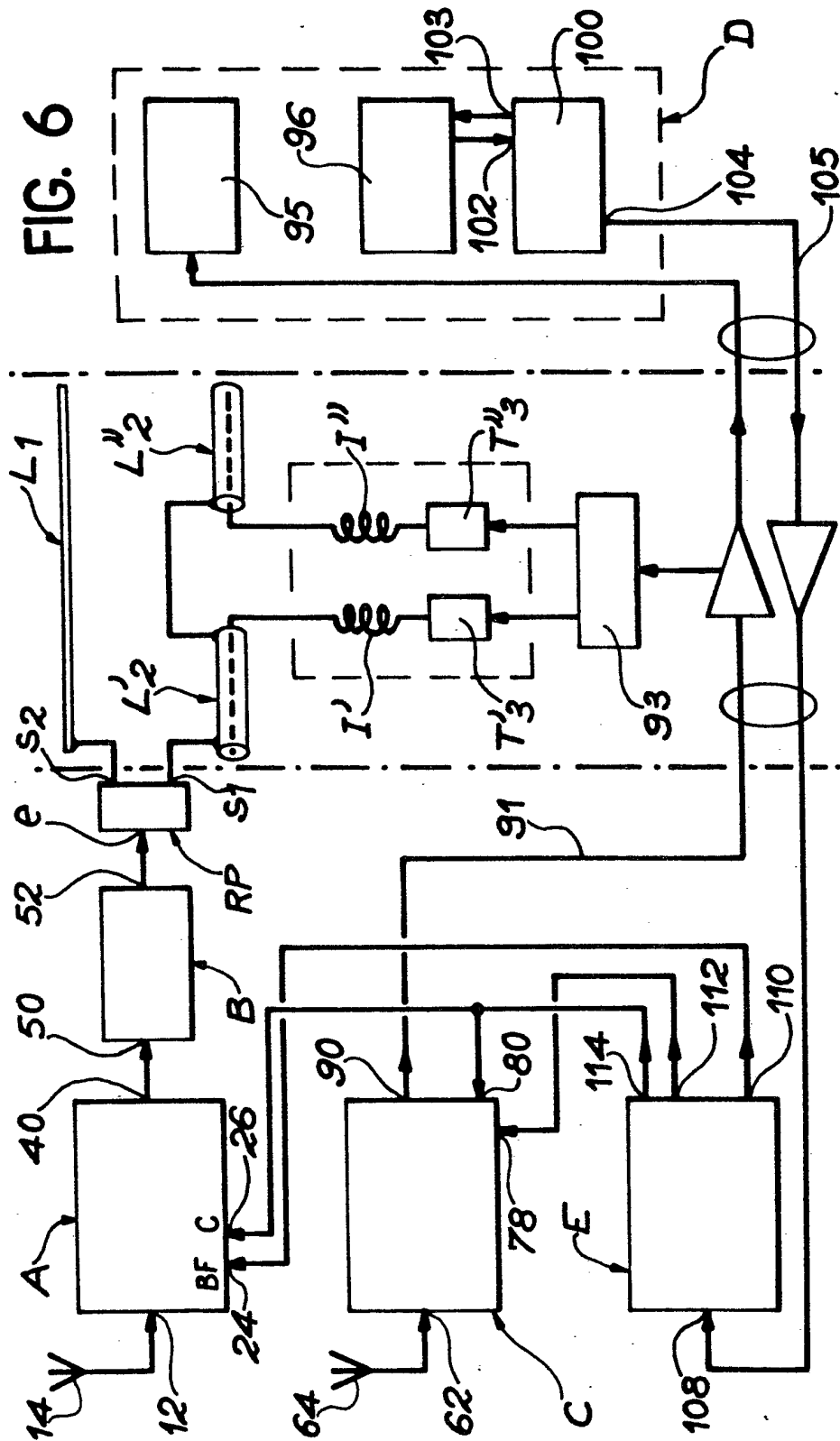


FIG. 5



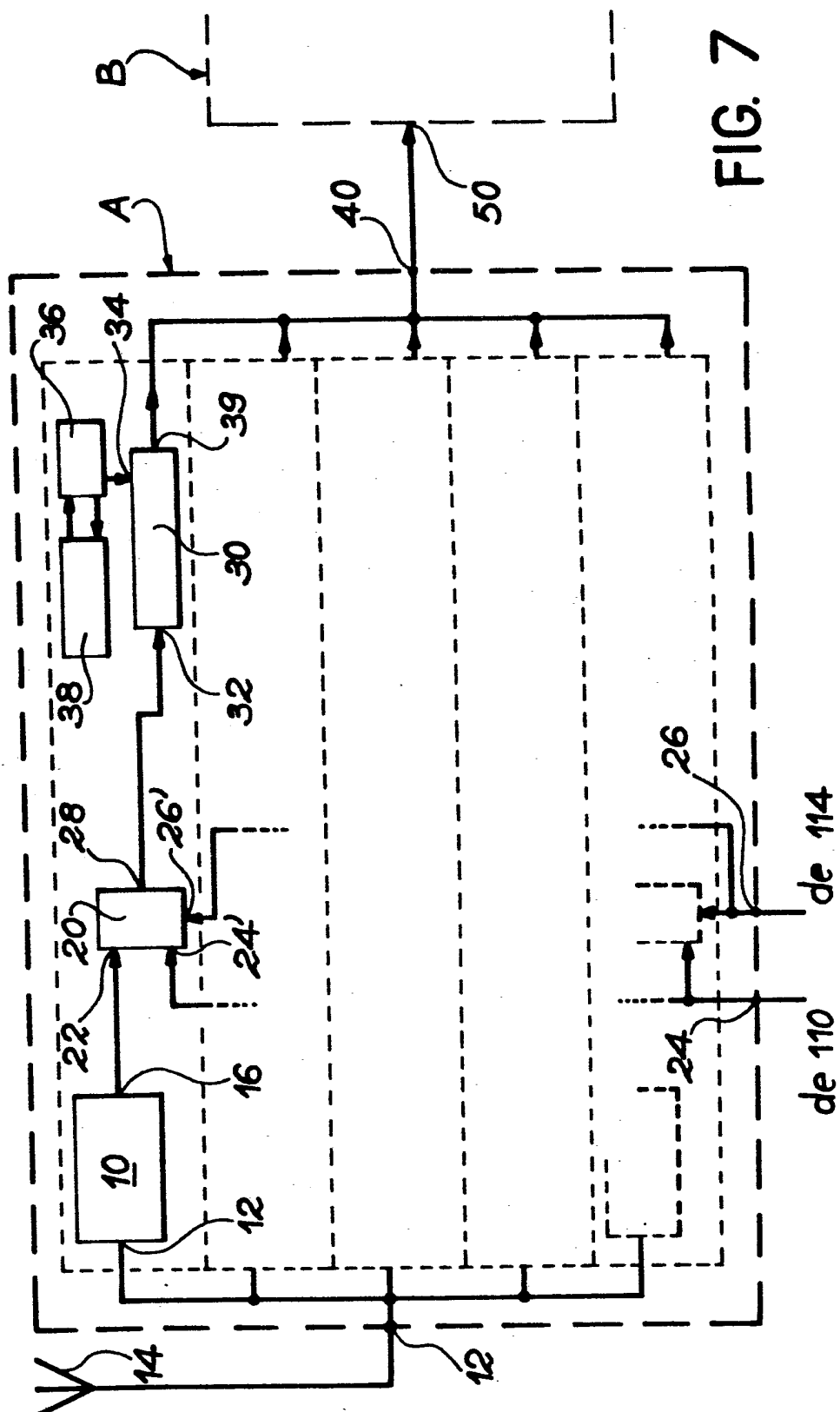
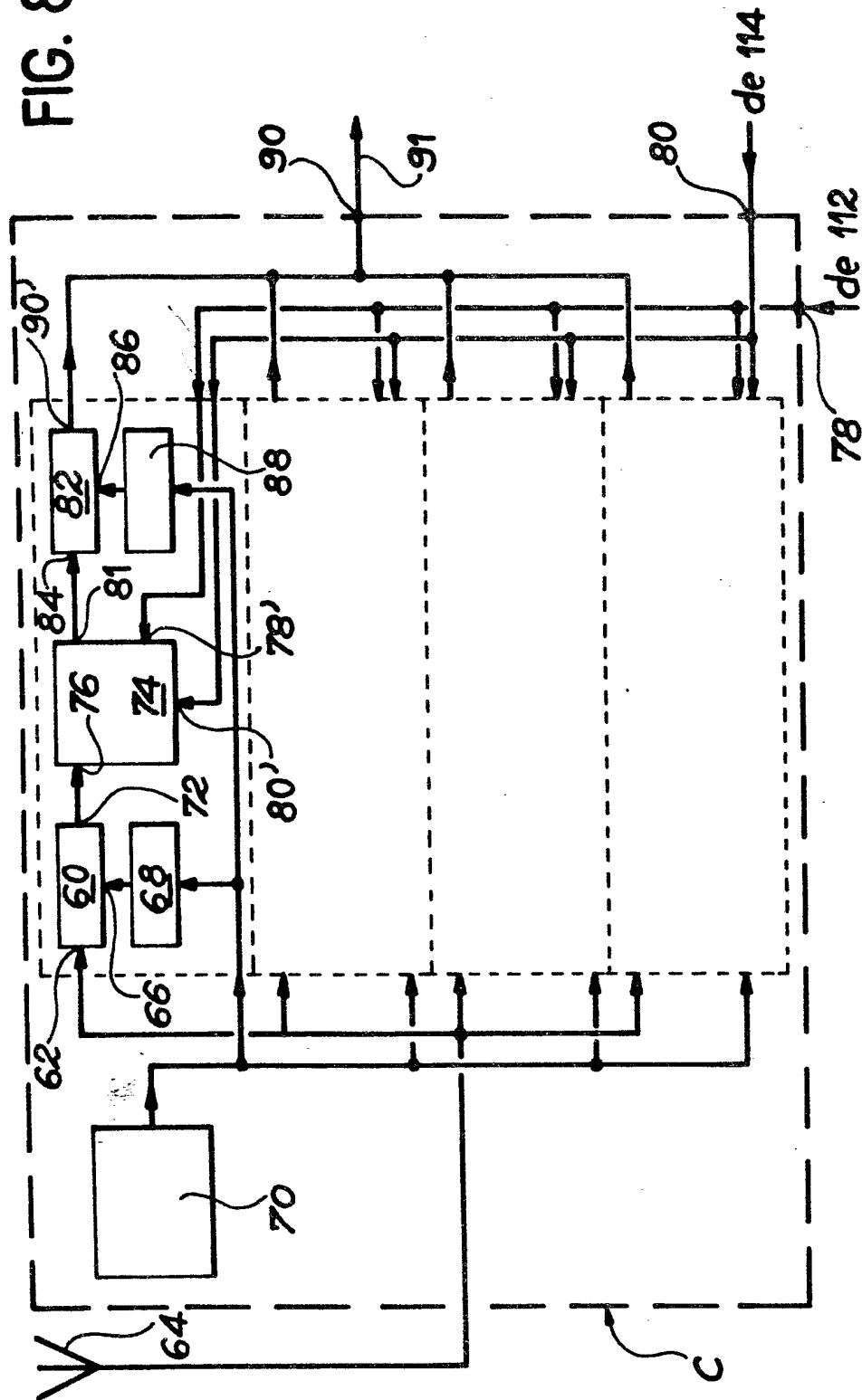
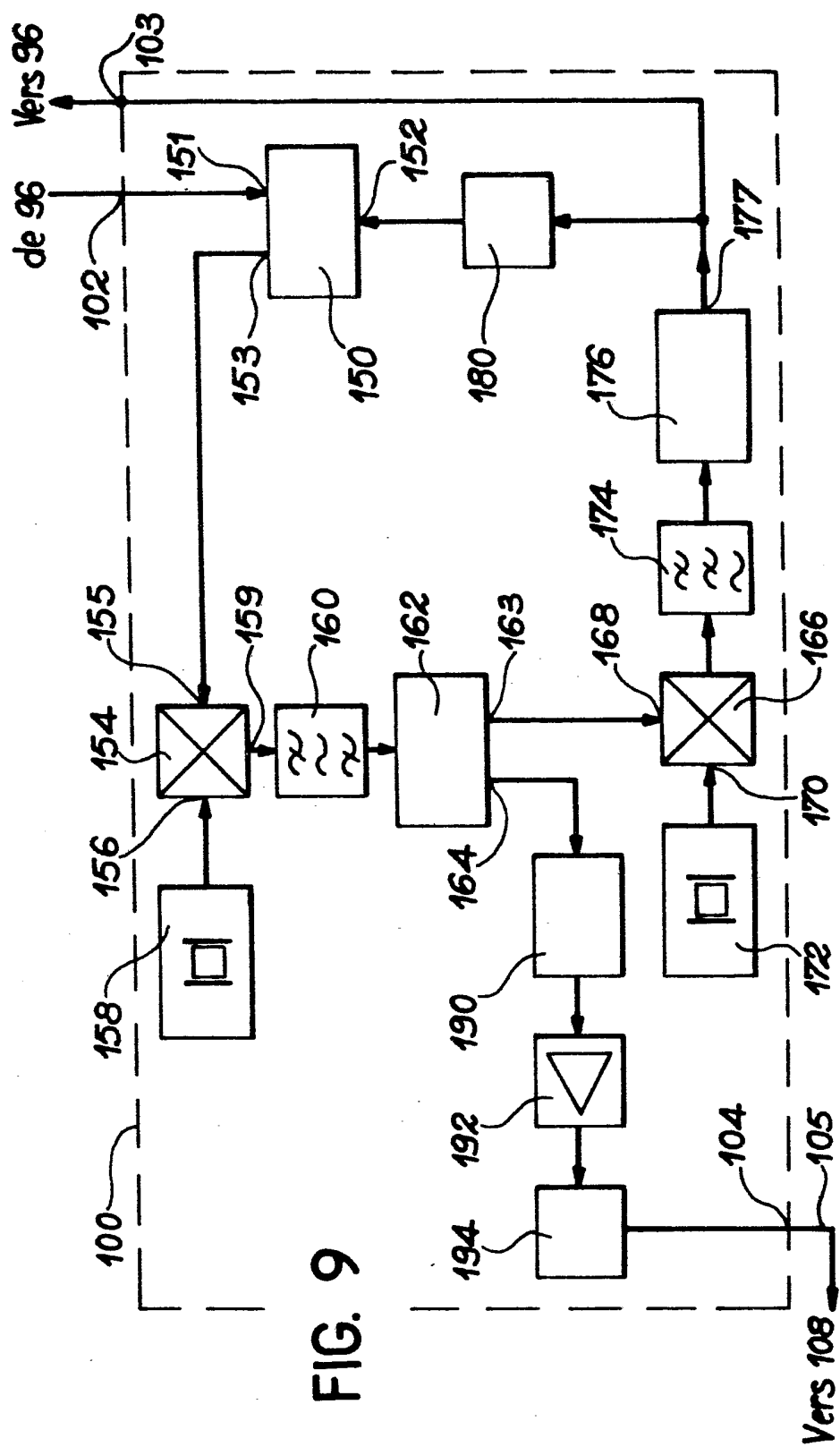


FIG. 7

6/8

FIG. 8





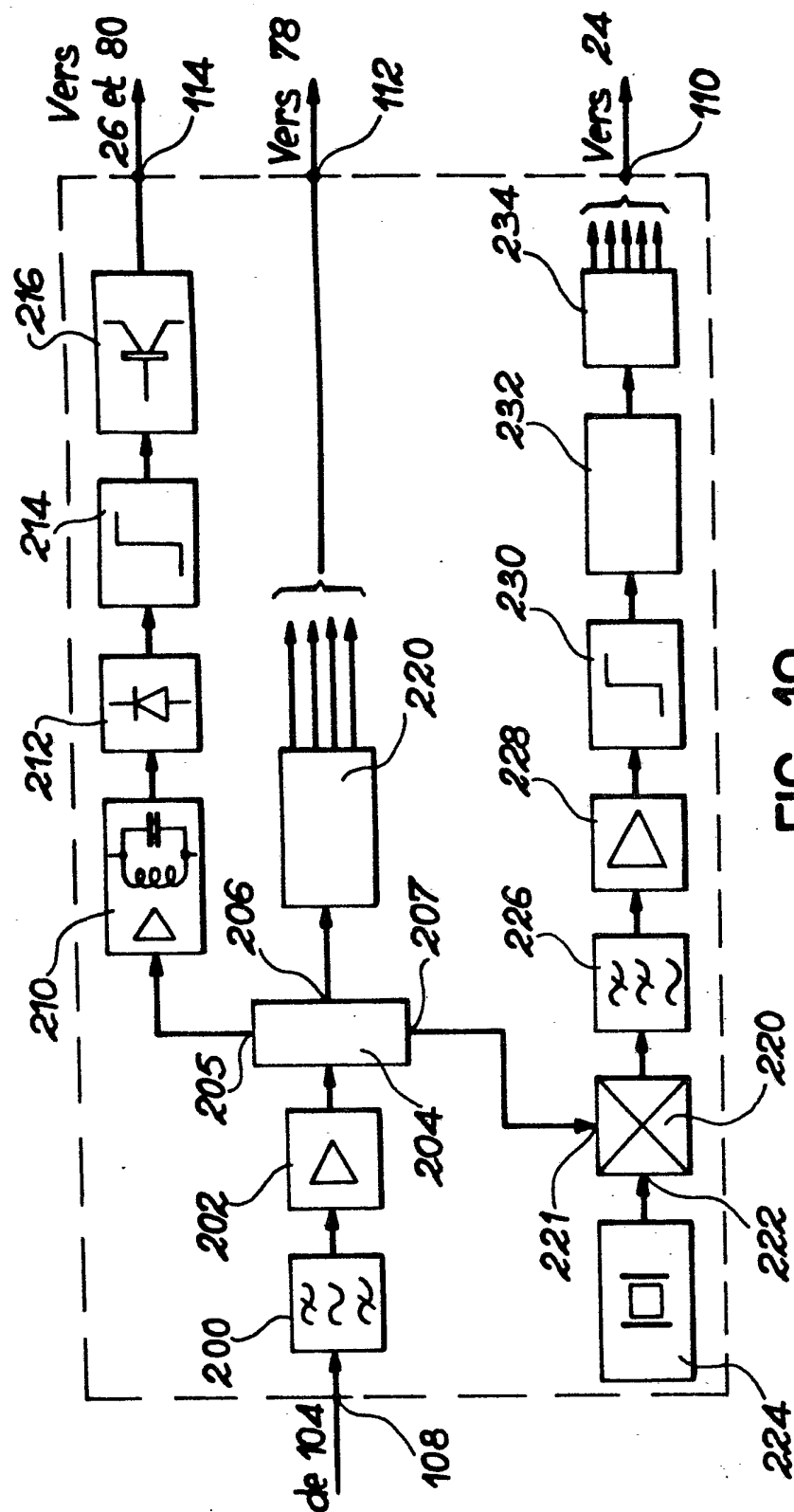


FIG. 10