(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication : **2 584 555**
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) N° d'enregistrement national : **85 10420**

(51) Int Cl⁴ : H 04 N 7/00; H 04 Q 3/00.

# (12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt :** 8 juillet 1985.

(30) **Priorité :**

(43) **Date de la mise à disposition du public de la demande :** BOPI « Brevets » n° 2 du 9 janvier 1987.

(60) **Références à d'autres documents nationaux apparentés :**

(71) **Demandeur(s) :** *DURET Christian et PIRIO Francis.* — FR.

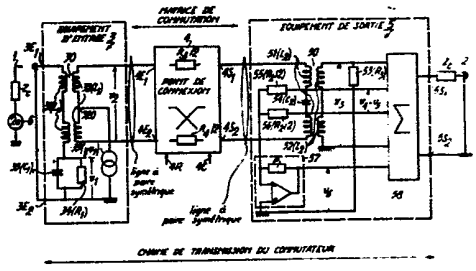
(72) **Inventeur(s) :** Christian Duret et Francis Pirio.

(73) **Titulaire(s) :**

(74) **Mandataire(s) :** Martinet et Lapoux.

## (54) Equipements d'extrémité pour transmission à large bande.

(57) Des équipements d'entrée et de sortie 3, 5 sont prévus pour relier des premier et second supports de transmission pour signaux à large bande à travers une liaison équivalente à une ligne de transmission à paire symétrique 4. La ligne peut être constituée par des points de connexion dans une matrice de commutation à large bande ou être distribuée vers des équipements intermédiaires dans un réseau de vidéocommunication. L'équipement d'entrée 3 comprend des moyens 30, 33, 34 pour séparer des signaux à haute fréquence et à basse fréquence inclus dans les signaux à large bande reçus, des moyens 32 pour transmettre les signaux à haute fréquence $v_2$ en mode différentiel, et des moyens 35 pour transmettre les signaux à basse fréquence $v_1$ en mode HILO. L'équipement de sortie 5 comprend des moyens 50-57 pour prélever séparément les signaux à haute fréquence et à basse fréquence et des moyens 58 pour sommer les signaux à basse et haute fréquence.



FR 2 584 555 - A1

# EQUIPEMENTS D'EXTREMITE POUR TRANSMISSION A LARGE BANDE

La présente invention concerne d'une manière générale une transmission de signaux à large bande mise en oeuvre par exemple dans un système de sécurisation d'artères de transmission, dans une grille vidéo pour studio de télévision, ou dans un réseau de vidéocommunication à structure étoilée.

Pour cette dernière utilisation, de nombreux commutateurs deviennent nécessaires dans le réseau local de distribution, pour sélectionner des programmes par un usager ou pour assurer des communications visiophoniques, et en tête du réseau de transport, pour offrir des services tels que la diffusion régionale ou nationale de programmes de télévision produits en un endroit quelconque ou bien pour réaliser des passerelles entre différents réseaux de vidéocommunication. L'environnement des commutateurs est constitué actuellement de fibres optiques pour les accès d'usager, de systèmes de transmission à courants porteurs ou numériques avec des jonctions normalisées correspondantes, et de jonctions vidéo en bande de base. Les signaux à commuter peuvent être suivant les cas, de la vidéo en bande de base, des signaux vidéo modulés, des signaux vidéo numérisés ayant un débit de l'ordre de 100 Mbit/s pour la distribution dans le réseau local, des multiplex numériques normalisés ayant des débits compris entre 2048 kbit/s et 140 Mbit/s par exemple.

La transmission de signaux à large bande dans des lignes de transmission à paires de conducteurs symétriques offre avantageusement par rapport aux câbles coaxiaux, une économie du support de transmission, une facilité de mise en oeuvre grâce à des méthodes de connexion en masse à percement d'isolant, et une bonne résistance aux perturbations électromagnétiques si un équilibrage rigoureux est maintenu entre les deux conducteurs dans chaque ligne.

Ce dernier avantage est particulièrement délicat à obtenir sur toute l'étendue du spectre d'un signal vidéo en bande de base, comprise entre 6 Hz et 6 MHz environ. Des techniques classiques basées sur l'utilisation uniquement de transformateurs ou

uniquement de circuits actifs ne sont plus applicables. En effet, les circuits que l'on peut réaliser simplement font appel

- à des transformateurs à audiofréquence couvrant une plage de fréquences basses de 20 Hz à 20 kHz,

- ou à des transformateurs à large bande couvrant quelques décades, par exemple de 100 kHz à 100 MHz,

- ou à des circuits actifs utilisant des amplificateurs différentiels ou opérationnels en circuits intégrés.

Ces circuits actifs sont difficilement utilisables au delà de quelques centaines de kHz si l'on souhaite obtenir des équilibrages aussi rigoureux que ce qui peut être obtenu avec des transformateurs.

La présente invention a pour but de fournir des équipements d'entrée et de sortie reliant des premier et second supports de transmission à large bande à travers une ligne de transmission à conducteurs symétriques parfaitement équilibrés, pouvant être constituée par des points de connexion d'une matrice de commutation à large bande, bien que les signaux à commuter couvrent une large bande de fréquence, pratiquement du continu à quelques centaines de MHz.

A cette fin, des équipements d'entrée et de sortie reliant respectivement un premier support de transmission de signaux à large bande à deux bornes d'entrée d'une ligne de transmission à conducteurs symétriques, et deux secondes bornes de sortie de ladite ligne à un second support de transmission à large bande, sont caractérisés en ce que l'équipement d'entrée comprend des moyens pour séparer des signaux à haute fréquence et des signaux à basse fréquence inclus dans les signaux à large bande transmis par le premier support de transmission, des moyens pour transmettre les signaux à haute fréquence en mode différentiel aux bornes d'entrée de ladite ligne, et des moyens pour transmettre les signaux à basse fréquence en mode HILO deux bornes d'entrée de ladite ligne, et en ce que l'équipement de sortie comprend des moyens pour prélever des signaux à haute fréquence transmis par les bornes de sortie de ladite ligne, des moyens pour prélever des signaux à basse

fréquence transmis par les bornes de sortie de ladite ligne, et des moyens pour sommer les signaux à basse et haute fréquence en des signaux à large bande à transmettre dans le second support.

La transmission de signaux à large bande dans la ligne de transmission selon l'invention consiste à dissocier à l'entrée de la ligne les signaux à haute fréquence des signaux à basse fréquence transmis par le premier support. Les signaux à basse fréquence sont traités par des circuits actifs utilisant des amplificateurs opérationnels en circuits intégrés, et les signaux à haute fréquence sont traités par des transformateurs à large bande. La transmission de tous les signaux entre des bornes de sortie de l'équipement d'entrée et des bornes d'entrée de l'équipement de sortie est effectuée comme dans une ligne de transmission à conducteurs symétriques.

Les signaux à basse fréquence sont transmis dans ladite ligne en un mode de transmission dit "HILO". Le mode HILO est présenté dans l'article de R.R. LAANE, intitulé "HILO-An Improved Transmission Scheme for Semiconductor Switching Networks", THE BELL SYSTEM TECHNICAL JOURNAL, Mars 1971, pages 1089 à 1093. Le mode HILO consiste à injecter les signaux à basse fréquence entrant dans la ligne par un générateur de courant tel qu'un convertisseur tension-courant, ayant une impédance de sortie aussi grande que possible, et à les recueillir en sortie de la ligne par un convertisseur courant-tension ayant une impédance d'entrée aussi faible que possible. Le mode de transmission HILO permet d'obtenir une qualité de transmission aussi bonne qu'une transmission en mode différentiel, mais dans une plage de fréquence limitée à quelques centaines de KHz par la qualité des circuits actifs inclus dans les convertisseurs. Les signaux à basse fréquence sont transmis en mode commun mais les tensions générées sont extrêmement réduites de par la faible impédance d'entrée du convertisseur courant-tension de sortie.

Les signaux à haute fréquence sont transmis en mode différentiel.

En outre, les perturbations mutuelles entre les deux modes de transmission selon l'invention sont extrêmement réduites.

D'autres avantages et caractéristiques de l'invention apparaîtront plus clairement à la lecture de la description suivante de plusieurs réalisations de l'invention en référence aux dessins annexés correspondants dans lesquels :

- la Fig.1 montre schématiquement des équipements d'entrée et de sortie de part et d'autre d'une chaîne de transmission dans un commutateur à large bande, conformément à l'invention ;
- la Fig.2 est un circuit équivalent à l'équipement d'entrée ;
- la Fig.3 est un circuit équivalent à l'équipement de sortie et au point de connexion de la chaîne de transmission ;
- la Fig.4 montre une réalisation préférée de l'équipement d'entrée ;
- la Fig.5 montre une réalisation préférée de l'équipement de sortie ;
- la Fig.6 montre une seconde utilisation d'équipements d'entrée et de sortie relative à une ligne à paire symétrique ; et
- la Fig.7 montre une troisième utilisation d'équipements d'entrée et de sortie relative à une ligne de transmission distribuée vers des équipements de sortie intermédiaires.

Dans la Fig.1 est représentée une chaîne de transmission dans un commutateur à large bande, entre l'un, 1, de plusieurs supports de transmission d'entrée desservant ce commutateur et l'un, 2, de plusieurs supports de transmission de sortie desservi par ce commutateur. Les supports d'entrée et les supports de sortie matérialisent respectivement M rangées et N colonnes d'une matrice de MxN points de connexion connue dans le commutateur, où M et N sont des entiers. Les supports de transmission sont des lignes à large bande capables de supporter aussi bien des signaux à basse fréquence ayant des fréquences comprises entre 0 Hz et quelques dizaines de kHz, que des signaux à haute fréquence ayant des fréquences comprises entre 100 kHz et quelques centaines de MHz. Les signaux peuvent être des signaux analogiques ou numériques, en bande de base ou modulés. Les supports de transmission 1 et 2 sont des lignes coaxiales asymétriques selon la réalisation illustrée dans les figures, à laquelle on se référera dans la suite, ou bien par exemple des lignes à paire de fils conducteurs symétriques ou des fibres optiques moyennant des interfaces d'adaptation

convenables disposés aux entrées et sorties du commutateur. Les lignes 1 et 2 ont une impédance caractéristique $Z_c$, par exemple égale à 75 Ohms.

Chaque chaîne de transmission du commutateur, telle que celle montrée à la Fig.1, comprend un équipement d'entrée 3 dit également joncteur d'entrée, un point de connexion 4, et un équipement de sortie 5 dit également joncteur de sortie. Chacun des M équipements d'entrée est relié aux entrées de N points de connexion respectifs dans la matrice de commutation afin de relier sélectivement la ligne d'entrée respective 1 à l'une des N lignes de sortie. De même, des sorties de M points de connexion dans la matrice de commutation sont reliées à un équipement de sortie afin que la ligne de sortie respective 2 retransmette sélectivement des signaux entrants via l'un des M points de connexion passant.

Selon une autre variante, la matrice de commutation comporte plusieurs étages de commutation et chaque chaîne de transmission comporte autant de points de connexion qu'il y a d'étages de commutation ; dans ce cas, le point de connexion 4 illustré dans la Fig.1 est remplacé par des points de connexion en série.

Un point de connexion 4 est connu en soi et permet à l'état passant, de relier une ligne d'entrée respective 1 à travers l'équipement associé 3 à une ligne de sortie respective 2 à travers l'équipement associé 5. La liaison entre la ligne 1 et la ligne 2 est établie sous la commande de deux signaux adressant la rangée et la colonne de la matrice se croisant au point de connexion 4, lesdits signaux étant fournis par une mémoire d'adresses du réseau et appliqués à des bornes de commande respectives 4R et 4C du point de connexion 4. Le point de connexion 4 est par exemple un point de connexion bipolaire à l'état solide comprenant deux thyristors commandables simultanément à travers un transistor bipolaire à deux collecteurs, comme décrit dans l'article de STEVE KELLEY, intitulé "APPLICATION OF THE MC3416 CROSSPOINT SWITCH", MOTOROLA Application Note AN-760, 1976. Ce type de point de connexion permet de commuter aussi bien des signaux vidéo en bande de base que des trains numériques pouvant atteindre un débit élevé, égal à 140 Mbit/s par exemple. En outre, une matrice de commutation avec de tels points de connexion consomme une énergie proportionnelle au nombre de

chemins établis entre entrées et sorties à un instant donné, et donc au trafic écoulé par le commutateur. Un test de continuité des chemins établis est facilité grâce au courant de maintien des thyristors. Dans la suite, on retiendra que le point de connexion à l'état conducteur et passant est équivalent à un quadripôle ayant deux bornes d'entrée $4E_1$ et $4E_2$ et deux bornes de sortie $4S_1$ et $4S_2$ et offrant une résistance $R_4$, c'est-à-dire une résistance $R_4/2$ entre une borne d'entrée $4E_1$, $4E_2$ et une borne de sortie $4S_1$, $4S_2$, représentant la résistance de l'un des thyristors à l'état conducteur à interconnecter entre un conducteur de la ligne d'entrée associée et un conducteur de la ligne de sortie associée. Le quadripôle entre les bornes d'entrée $4E_1$ et $4E_2$ et les bornes de sortie $4S_1$ et $4S_2$ offre les caractéristiques d'une ligne de transmission à paire de conducteurs symétriques ayant une impédance caractéristique égale à $R_4$.

Dans l'équipement d'entrée 3, des signaux de tension 2e à basse fréquence et à haute fréquence délivrés par une source de tension 6 via la ligne 1 sont séparés grâce à un dipôle à résistance constante afin que les signaux à basse fréquence et les signaux à haute fréquence soient respectivement transmis en mode dit "HILO" (High Input Low Output) et en mode différentiel dans la matrice de commutation. Le dipôle comprend, entre des bornes d'entrées $3E_1$ et $3E_2$ de l'équipement d'entrée 3 reliées aux deux conducteurs de la ligne 1, un enroulement primaire 31 d'un premier transformateur à large bande 30 ayant un enroulement secondaire 32 chargé par une impédance d'entrée $Z_e$ d'un point de connexion passant, tel que le point 4, entre les bornes $4E_1$ et $4E_2$, et un circuit à condensateur 33 et résistance 34 en parallèle connecté en série avec l'enroulement primaire 31. L'équipement d'entrée 3 comprend également une source de courant 35 interconnectée entre la borne d'entrée $3E_2$ portée à la terre, et un point milieu 320 de l'enroulement secondaire 32.

Le dipôle dans l'équipement 3 est équivalent au circuit montré à la Fig.2, dans lequel l'impédance d'entrée $Z_e$ du point de connexion 4 est ramenée entre les bornes de l'enroulement primaire 31, sachant que la source de courant 35, ou convertisseur tension-courant, offre des impédances d'entrée et de sortie aussi

grandes que possible. Pour que le dipôle ait une résistance constante, il est connu d'après le livre de L.J. GIACOLETTO, "Electronics Designer's Handbook", seconde édition, 1977, Mc Graw-Hill Book Company, page 5-9, que les relations suivantes doivent être satisfaites :

$$Z_e = R_1$$

et $$L_1 = C_1 . R_1^2$$

où $R_1$ désigne la valeur ohmique de la résistance 34, égale à la résistance d'entrée constante du dipôle, $L_1$ l'inductance de l'un des enroulements 31 et 32, et $C_1$ la capacité du condensateur 33.

Pour obtenir une adaptation de la ligne 1, il faut que celle-ci soit bouclée sur son impédance caractéristique sur l'étendue du spectre de fréquence des signaux à transmettre, et donc que le dipôle précité offre une résistance constante telle que :

$$Z_e = R_1 = Z_c$$

Le transformateur 30 est ainsi chargé par l'impédance caractéristique $Z_c$ afin d'assurer une continuité d'adaptation à travers le réseau de commutation entre les lignes d'entrée et de sortie 1 et 2.

Les signaux à basse fréquence en mode HILO sont prélevés par le circuit à condensateur et résistance 33-34 et sont injectés dans la matrice de points de connexion par la source de courant 35 ayant une transconductance $\gamma$. La tension $v_1$ aux bornes du circuit 33-34 est donnée par l'équation suivante :

$$v_1 = 2e(R_1/(1+jR_1C_1\omega))/(Z_c+(jZ_eL_1\omega)/\ (Z_e+jL_1\omega)+R_1/(1+jR_1C_1\omega))$$

qui s'écrit de la manière suivante en tenant compte des trois relations précédentes :

$$v_1 = e/(1+jf/f_{c1})$$

où $f = \omega/(2\pi)$ désigne la fréquence des signaux, et $f_{c1}$ désigne une fréquence de coupure telle que :

$$f_{c1} = 1/(2\pi R_1C_1) = R_1/(2\pi L_1).$$

Les signaux à haute fréquence sont transmis en mode différentiel par le transformateur 30 vers la matrice de points de connexion. La tension $v_2$ aux bornes du transformateur 30 est donnée par l'équation suivante :

$$v_2 = 2e.(jZ_eL_1\omega/(Z_e+jL_1\omega))/(Z_c+(jZ_eL_1\omega)/(Z_e+jL_1\omega)+ R_1/(1+jR_1C_1\omega))$$

qui s'écrit de la manière suivante en tenant compte des trois relations précédentes :

$$v_2 = e.(jf/f_{c1})/(1+jf/f_{c1})$$

La fréquence de coupure $f_{c1}$ entre les deux modes de transmission permet de disjoindre efficacement les deux modes de transmission et de réduire ainsi extrêmement les perturbations mutuelles entre ces deux modes. Les qualités d'équilibrage du transformateur à large bande 30, ainsi que la très faible tension de mode commun due au mode "HILO" font que le découplage entre les deux modes de transmission est excellent.

Comme montré à la Fig.1, l'équipement de sortie 5 comprend un dipôle à résistance constante pour séparer les signaux à basse fréquence et les signaux à haute fréquence transmis par la sortie $4S_1$-$4S_2$ du point de connexion 4 à l'état passant. Ce second dipôle comprend, entre les bornes de sortie $4S_1$ et $4S_2$ du point de connexion 4, un second transformateur 50 ayant un enroulement primaire 51 interconnecté entre les bornes $4S_1$ et $4S_2$ et un enroulement secondaire 52 chargé par une résistance 53 ayant une borne portée à la terre, un condensateur 54 interconnecté entre deux demi-enroulements de l'enroulement primaire 51, et deux résistances en série 55 et 56 ayant des valeurs ohmiques égales à $R_2$, connectées en parallèle avec le condensateur 54. L'équipement de sortie 5 comprend également un convertisseur courant-tension 57 ayant un gain $\rho$ pour les signaux à basse fréquence et ayant une entrée reliée à une borne commune aux résistances 55 et 56, et un sommateur de tension 58 ayant des bornes de sortie constituant celles $5S_1$ et $5S_2$ de l'équipement 5 reliée à la ligne de transmission de sortie 2.

Le dipôle dans l'équipement 5 est équivalent au circuit montré à la Fig.3, analogue à celui du circuit montré à la Fig.2, dans lequel la résistance 53 est ramenée aux bornes $4S_1$ et $4S_2$ de l'enroulement primaire 51, sachant que la valeur $R_3$ de la résistance 53 est petite par rapport à l'impédance d'entrée élevée du sommateur 58, et que le convertisseur courant-tension 57 présente des impédances d'entrée et de sortie quasiment nulles. Pour que le second dipôle ait une résistance constante, les relations suivantes doivent être satisfaites :

$R_3 = 2R_2$

et $L_2 = C_2.R_3^2$

où $L_2$ et $C_2$ désignent respectivement l'inductance de l'un des enroulements 51 et 52, et la capacité du condensateur 54, et $2R_2$ désigne la résistance d'entrée constante du second dipôle.

Par ailleurs, pour que l'impédance d'entrée $Z_e$ aux bornes d'entrée $4E_1$ et $4E_2$ du point de connexion 4 soit égale à l'impédance caractéristique $Z_c$, la relation suivante doit être satisfaite :

$Z_e = Z_c = R_4+R_3$

où $R_4$ désigne, comme déjà dit, la résistance du point de connexion 4 à l'état passant.

Le sommateur 58 additionne trois signaux de tension, savoir un premier signal à haute fréquence $v_3$ prélevé entre les bornes de l'enroulement secondaire 52 et de la résistance 53 et ayant traversé les deux transformateurs 30 et 50, un second signal à haute fréquence en mode différentiel $(v_4-v_5)$ n'ayant pu traverser le transformateur de sortie 50 et prelevé entre les bornes du condensateur 54, et un troisième signal à basse fréquence en mode HILO $v_6$ reconstitué à la sortie du convertisseur courant-tension 57, afin que les sorties $5S_1$ et $5S_2$ retransmettent le signal complet provenant de la ligne d'entrée 1 à la ligne de sortie 2.

Le premier signal $v_3$ est donné par l'équation suivante :

$$v_3 = v_2(jR_3L_2\omega/(R_3+jL_2\omega))/(R_4+(jR_3L_2\omega)/(R_3+jL_2\omega)+(2R_2)/(1+2jR_2C_2\omega))$$

qui, en tenant compte des trois relations précédentes, s'écrit :

$$v_3 = v_2.(R_3/(R_4+R_3)).((jf/jf_{c2})/(1+jf/f_{c2}))$$

ou en remplaçant $v_2$ par le second membre de l'équation correspondante :

$$v_3 = e.(R_3/(R_4+R_3)).((jf/f_{c1})/(1+jf/f_{c1})).((jf/f_{c2})/(1+jf/f_{c2}))$$

où $f_{c2}$ désigne une fréquence de coupure telle que :

$f_{c2} = 1/(2\pi R_3C_2) = R_3/(2\pi L_2)$

Le second signal $(v_4-v_5)$ est donné par l'équation suivante :

$$(v_4-v_5) = v_2.(2R_2/(1+2jR_2C_2\omega))/(R_4+(jR_3L_2\omega)/(R_3+jL_2\omega)+(2R_2)/(1+2jR_2C_2\omega))$$

qui s'écrit, en tenant compte des trois relations précédentes :

$(v_4-v_5) = v_2.(R_3/(R_4+R_3)).(1/(1+jf/f_{c2}))$

soit, en remplaçant $v_2$ :

$(v_4-v_5) = e.(R_3/(R_4+R_3)).((jf/f_{c1})/(1+jf/f_{c1})).(1/(1+jf/f_{c2}))$

Le troisième signal $v_6$ est donné par l'équation suivante :

$v_6 = \rho(\gamma v_1)$

soit, en remplaçant $v_1$ par l'équation correspondante :

$v_6 = e.\gamma\rho/(1+jf/f_{c1})$

La Fig.4 montre une réalisation préférée de l'équipement d'entrée 3 dans lequel le convertisseur tension-courant 35 comprend classiquement un amplificateur opérationnel 350 et un transistor bipolaire ballast de puissance 351. Des bornes d'entrée $35_R$ et $35_C$ de l'équipement 3 sont prévues pour appliquer une tension de référence provenant d'une source de tension 6 commune à tous les équipements d'entrée du réseau de commutation, et pour commander l'établissement et la rupture de la connexion via la point de connexion 4 par libération et coupure de courant, respectivement.

La Fig.5 montre une réalisation préférée de l'équipement de sortie 5 dans lequel le convertisseur courant-tension 57 comprend classiquement un amplificateur opérationnel 570 et un transistor bipolaire ballast de puissance 571, et le sommateur 58 comprend un amplificateur opérationnel 580 à résistances d'entrée convenables 581, fonctionnant en additionneur et soustracteur. L'équipement 5 peut également comprendre un circuit de comparaison 59 ayant deux paires de comparateurs de tension respectivement reliées aux bornes du condensateur 54, pour vérifier que chaque conducteur de ligne de sortie véhicule bien la moitié du courant de maintien traversant un point de connexion passant relié à l'équipement 5.

Selon une seconde utilisation montrée à la Fig.6, les équipements d'entrée 3 et de sortie 5 sont reliés directement par une ligne de transmission 4a à paires de conducteurs symétriques. Une telle transmission en mode différentiel et HILO sans commutation peut être utilisée par exemple dans un répartiteur en entrée d'un autocommutateur téléphonique.

Selon une troisième utilisation montrée à la Fig.7, un équipement d'entrée 3 est relié à un équipement de sortie 5 à

travers une ligne de transmission 4b à paires de conducteurs symétriques ; cependant entre les équipements 3 et 5, la ligne 4b est jalonnée de plusieurs équipements intermédiaires 5I prélevant un signal à large bande dans la ligne 4b pour être transmis dans des lignes coaxiales 2I. Par exemple, le signal transmis par la ligne coaxiale 1 est un canal de télévision qui a été sélectionné dans une station de distribution parmi plusieurs canaux de télévision transmis par une ligne de distribution dans un réseau cablé de vidéocommunication et qui est à transmettre vers plusieurs terminaux vidéo d'abonné desservis respectivement par les lignes 2I. Chacun des équipements intermédiaires 5I est analogue à l'équipement de sortie 5, aux différences près que l'équipement 5I ne comprend pas le convertisseur courant-tension afin d'éliminer des signaux à basse fréquence, et offre un sommateur ayant des pondérations différentes de celles du sommateur 58, c'est-à-dire des résistances d'entrée ayant des valeurs ohmiques différentes de celles du sommateur 58 (Fig.5) dans l'équipement 5.

On notera que l'objet de la présente demande de brevet défini ci-après couvre un équipement d'entrée, un équipement de sortie et un équipement intermédiaire considérés séparément.

REVENDICATIONS

1 - Equipements d'entrée et de sortie (3, 5) reliant respectivement un premier support de transmission de signaux à large bande (1) à deux bornes d'entrée ($4E_1$, $4E_2$) d'une ligne de transmission à conducteurs symétriques (4, 4a, 4b), et deux secondes bornes de sortie ($4S_1$, $4S_2$) de ladite ligne à un second support de transmission à large bande (2), caractérisés en ce que l'équipement d'entrée (3) comprend des moyens (30, 33, 34) pour séparer des signaux à haute fréquence et des signaux à basse fréquence inclus dans les signaux à large bande transmis par le premier support (1), des moyens (32) pour transmettre les signaux à haute fréquence ($v_2$) en mode différentiel aux bornes d'entrée ($4E_1$, $4E_2$) de ladite ligne (4, 4a, 4b), et des moyens (35) pour transmettre les signaux à basse fréquence ($v_1$) en mode HILO aux bornes d'entrée de ladite ligne, et en ce que l'équipement de sortie (5) comprend des moyens (50-54) pour prélever les signaux à haute fréquence transmis par les bornes de sortie ($4S_1$, $4S_2$) de ladite ligne (4, 4a, 4b), des moyens (54-57) pour prélever les signaux à basse fréquence transmis par les bornes de sortie de ladite ligne, et des moyens (58) pour sommer les signaux à basse et haute fréquence en des signaux à large bande à transmettre dans le second support (2).

2 - Equipements conformes à la revendication 1, caractérisés en ce que l'équipement d'entrée (3) est équivalent à un dipôle offrant une impédance d'entrée égale à l'impédance caractéristique ($Z_c$) des premiers et seconds supports (1, 2), et comprend un transformateur (30) pour transmettre lesdits signaux en mode différentiel, et un circuit à condensateur et résistance parallèles (33, 34) et un convertisseur tension-courant (35) pour transmettre lesdits signaux en mode HILO, un enroulement primaire (31) dudit transformateur (30) et ledit circuit à condensateur et résistance (33, 34) étant reliés en série entre deux bornes ($3E_1$, $3E_2$) du premier support (1), un enroulement secondaire (32) dudit transformateur étant interconnecté entre les bornes d'entrée ($4E_1$, $4E_2$) de ladite ligne (4, 4a, 4b), et le convertisseur tension-courant (35) étant interconnecté entre un point milieu (320) de l'enroulement secondaire (32) et l'une ($3E_2$) des bornes

du premier support (1) reliée au circuit à condensateur et résistance (33, 34).

3 - Equipements conformes à la revendication 1 ou 2, caractérisés en ce que l'équipement de sortie (5) est équivalent à un dipôle offrant une impédance d'entrée constante ($R_3$) qui, additionné à l'impédance caractéristique ($R_4$) de ladite ligne (4, 4a, 4b), est égale à l'impédance caractéristique ($Z_c$) des premiers et seconds supports (1, 2), et comprend un transformateur (50) ayant un enroulement primaire (51) interconnecté entre les bornes de sortie ($4S_1$, $4S_2$) de ladite ligne (4, 4a, 4b), une première résistance (53) en parallèle avec un enroulement secondaire (52) du transformateur (50), un condensateur (54) en parallèle avec deux résistances égales en série (55, 56) et interconnecté entre deux demi-enroulements de l'enroulement primaire (51), et un convertisseur courant-tension (57) relié à une borne commune auxdites résistances égales (55, 56).

4 - Equipements conformes à la revendication 3, caractérisés en ce que les moyens pour sommer (58) somment un premier signal de tension ($v_3$) entre les bornes de l'enroulement secondaire (52), un second signal de tension ($v_4$-$v_5$) entre les bornes du condensateur (54) et un troisième signal de tension ($v_6$) en sortie du convertisseur courant-tension (57).

5 - Equipements conformes à l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisés en ce que ladite ligne de transmission est constituée par des points de connexion (4) dans une matrice de commutation à large bande pour connecter sélectivement l'équipement d'entrée (3) à l'équipement de sortie (5).

6 - Equipements conformes à l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisés en ce que ladite ligne de transmission est une ligne de transmission distribuée vers plusieurs équipements de sortie intermédiaires (5I) analogues audit équipement de sortie (5).

7 - Equipements conformes à la revendication 6, caractérisés en ce que chaque équipement intermédiaire (5I) comprend les caractéristiques de l'équipement de sortie (5) conformes à la

revendication 3 ou 4, à l'exception qu'il ne comprend pas de convertisseur courant-tension (57).

8 - Equipement d'entrée à large bande (3) conforme à la revendication 1 ou 2.

9 - Equipement de sortie à large bande (5) conforme à l'une quelconque des revendications 1, 3 ou 4.

10 - Equipement de sortie intermédiaire (5I) conforme à la revendication 6 ou 7.

FIG.1

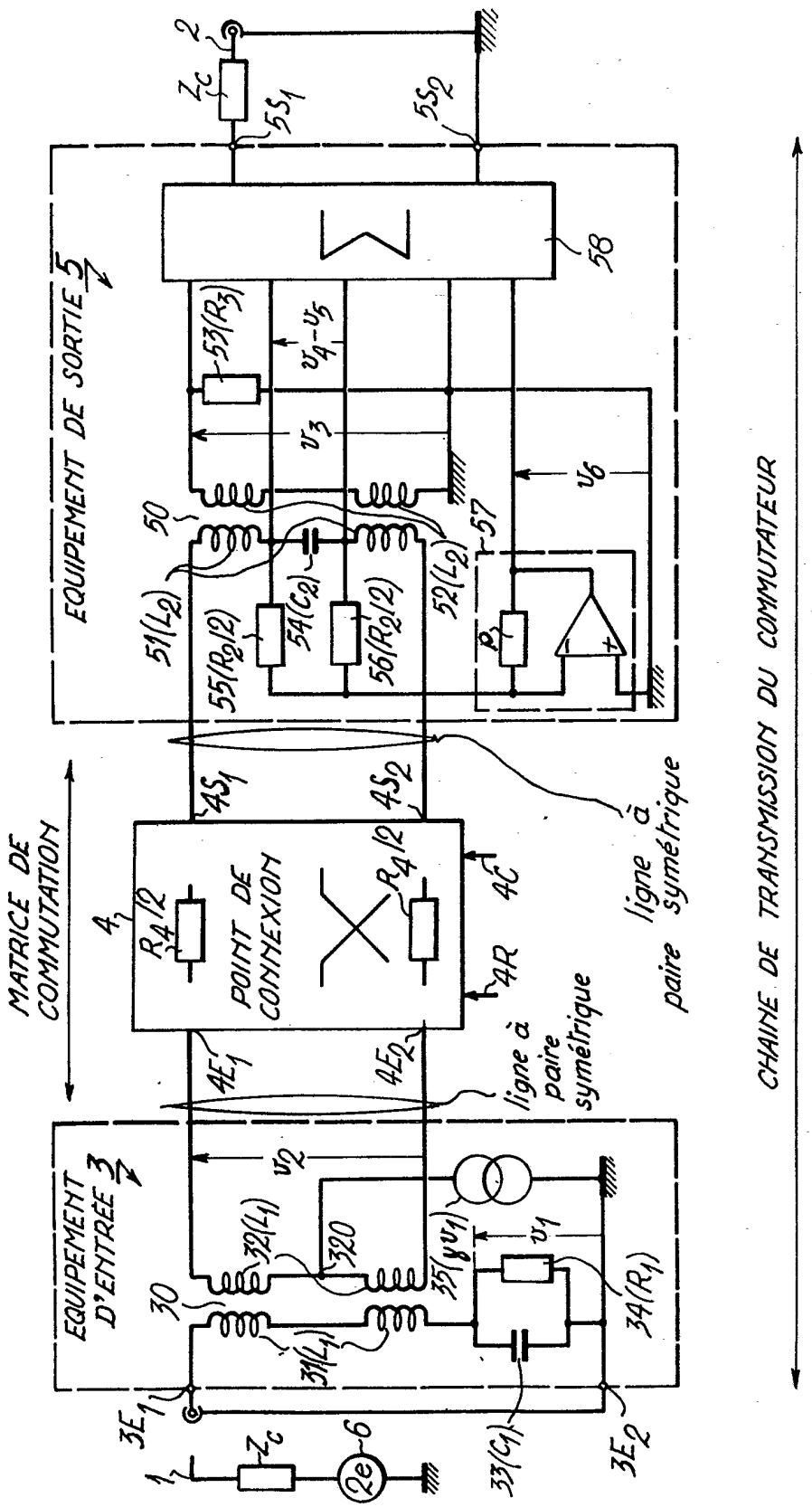

EQUIPEMENT DE SORTIE 5
EQUIPEMENT D'ENTREE 3
MATRICE DE COMMUTATION
POINT DE CONNEXION
ligne à paire symétrique
ligne à paire symétrique
CHAINE DE TRANSMISSION DU COMMUTATEUR

FIG. 2

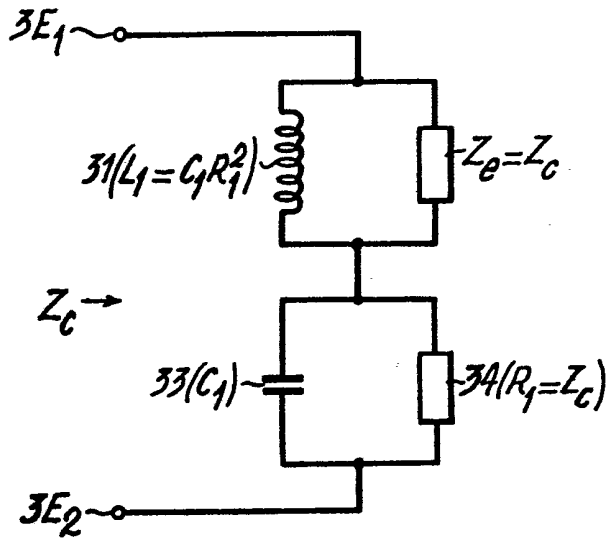

3E1
31(L1=C1R1²)
Ze=Zc
Zc
33(C1)
34(R1=Zc)
3E2

FIG. 3

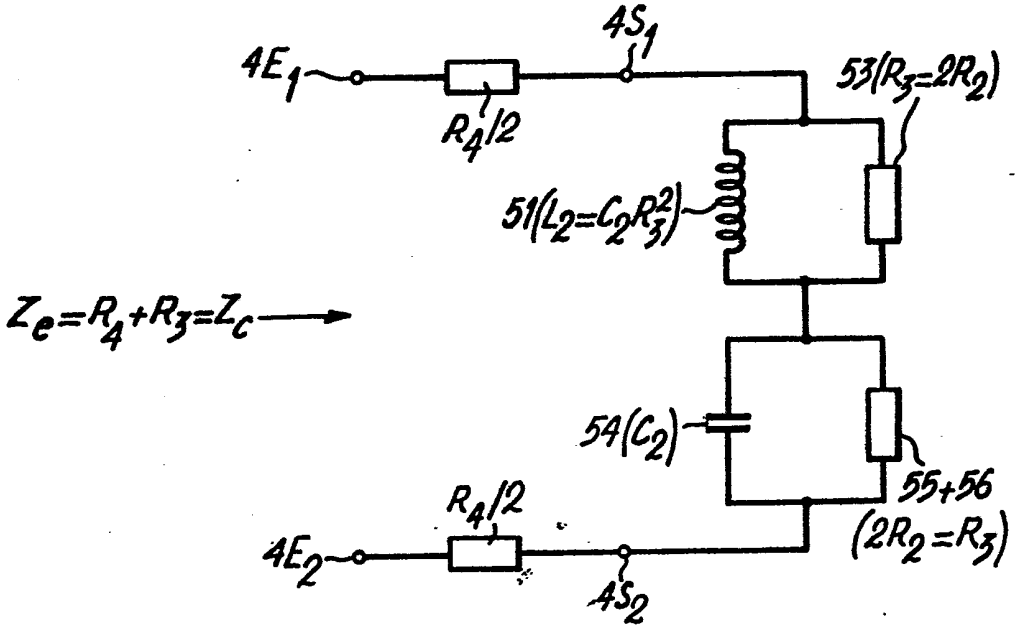

4E1
4S1
53(R3=2R2)
R4/2
51(L2=C2R3²)
Ze=R4+R3=Zc
54(C2)
55+56
(2R2=R3)
R4/2
4E2
4S2

FIG.4

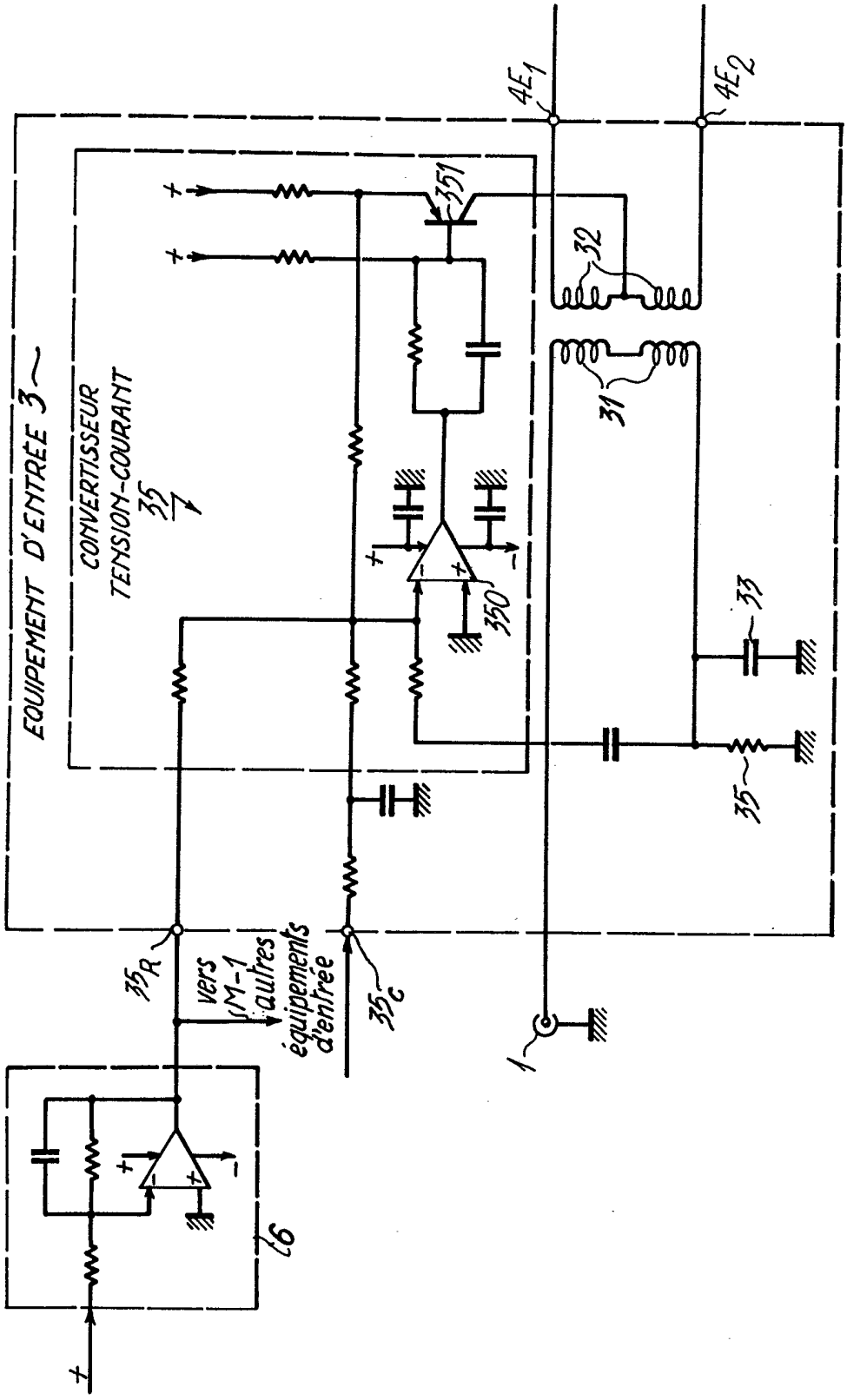

EQUIPEMENT D'ENTRÉE 3
CONVERTISSEUR TENSION-COURANT
35
351
350
32
31
33
35
4E1
4E2
35R
35C
vers autres équipements d'entrée
M-1
1
16

FIG.5

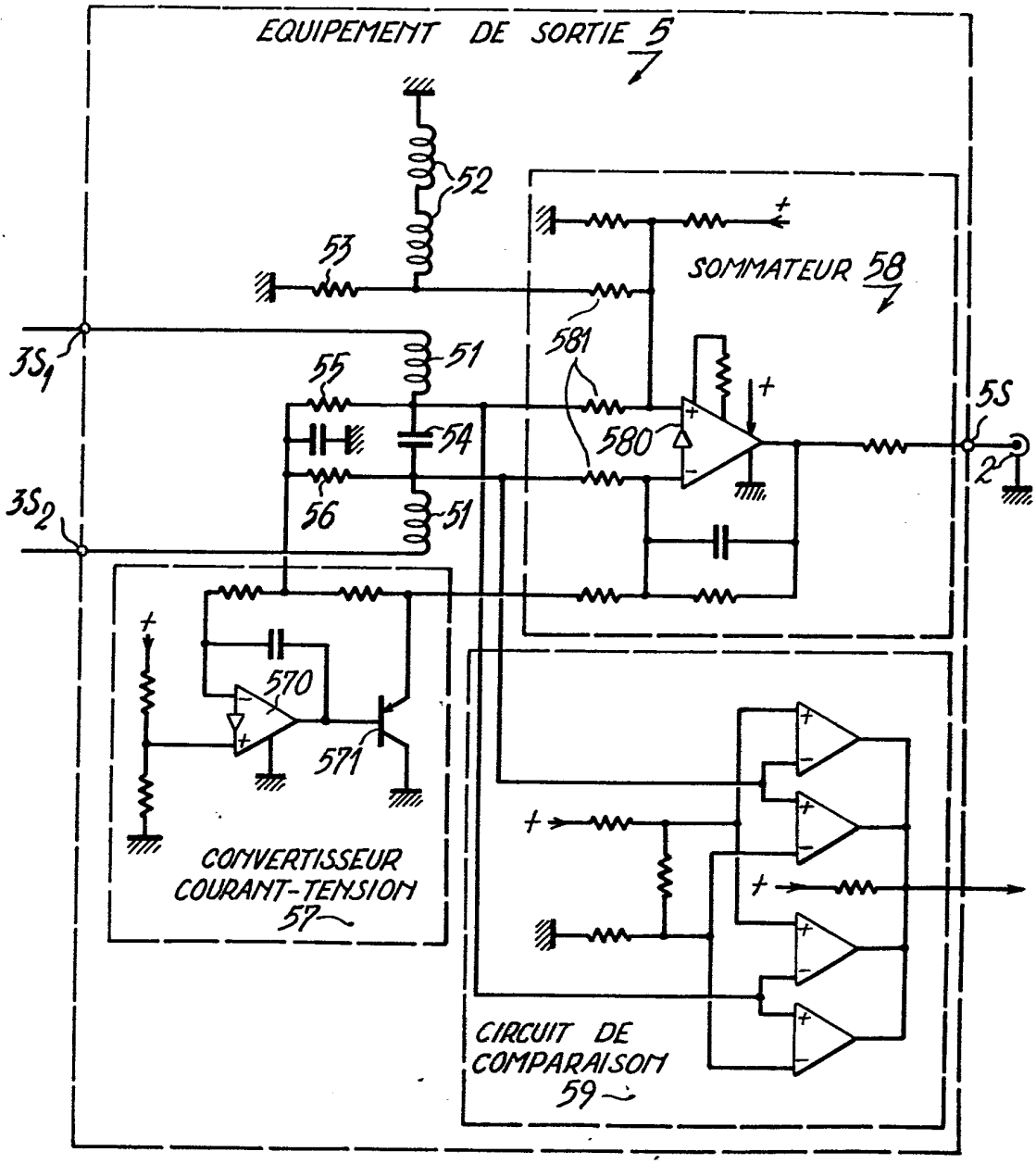

EQUIPEMENT DE SORTIE 5
52
53
SOMMATEUR 58
581
3S1
55
51
580
5S
54
2
3S2
56
51
570
571
CONVERTISSEUR COURANT-TENSION 57
CIRCUIT DE COMPARAISON 59

FIG.6

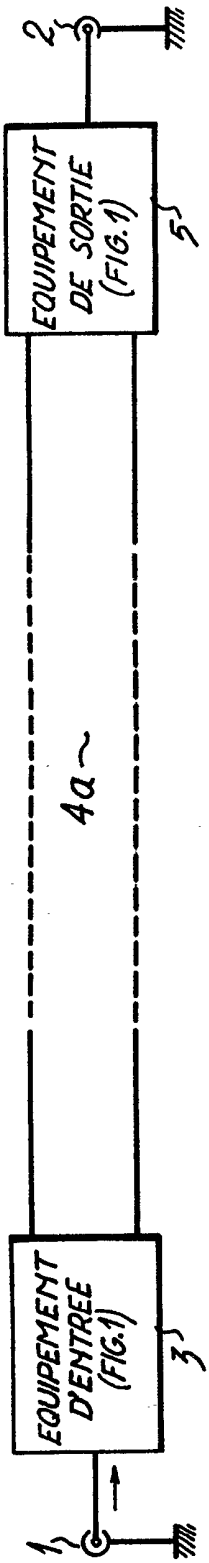
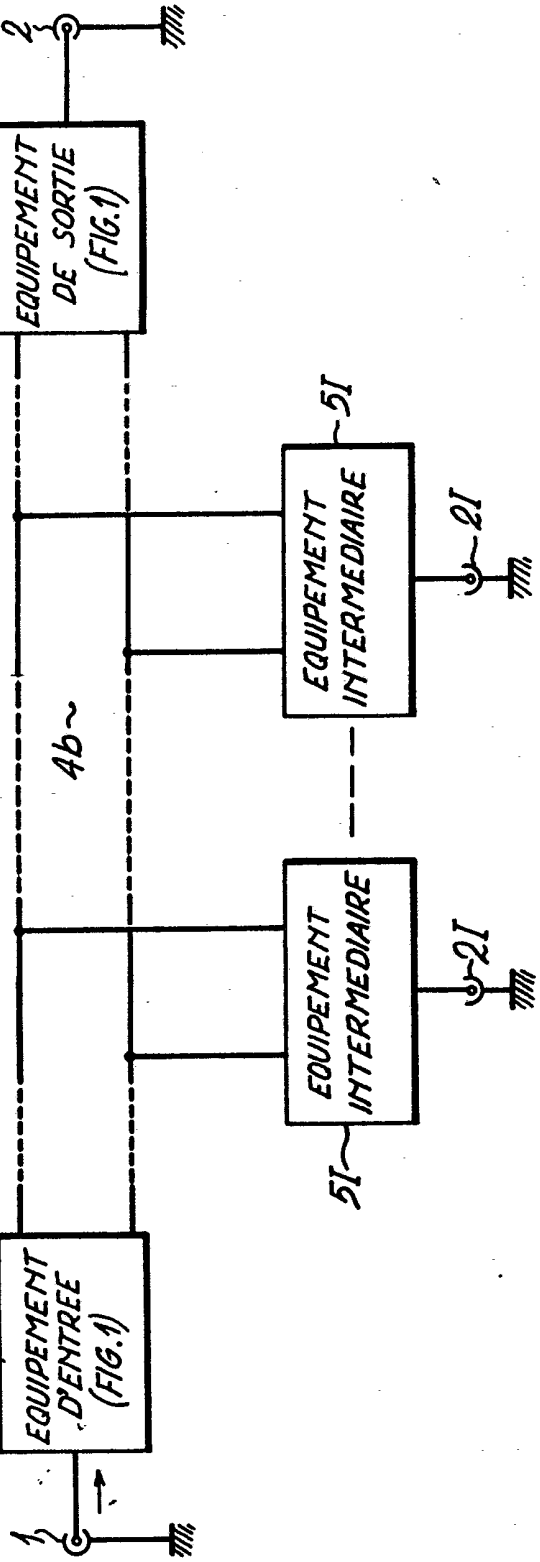

EQUIPEMENT D'ENTREE (FIG.1)
EQUIPEMENT DE SORTIE (FIG.1)
4a
1
2
3
5

FIG.7


EQUIPEMENT D'ENTREE (FIG.1)
EQUIPEMENT DE SORTIE (FIG.1)
EQUIPEMENT INTERMEDIAIRE
EQUIPEMENT INTERMEDIAIRE
4b
1
2
3
5
5I
5I
2I
2I