



(22) Date de dépôt/Filing Date: 1993/11/16

(41) Mise à la disp. pub./Open to Public Insp.: 1994/05/18

(45) Date de délivrance/Issue Date: 2002/01/15

(30) Priorité/Priority: 1992/11/17 (92 13 782) FR

(51) Cl.Int.⁵/Int.Cl.⁵ H04B 10/12

(72) Inventeurs/Inventors:

Cretin, Yves, FR;
Hajj, Mohamed, FR

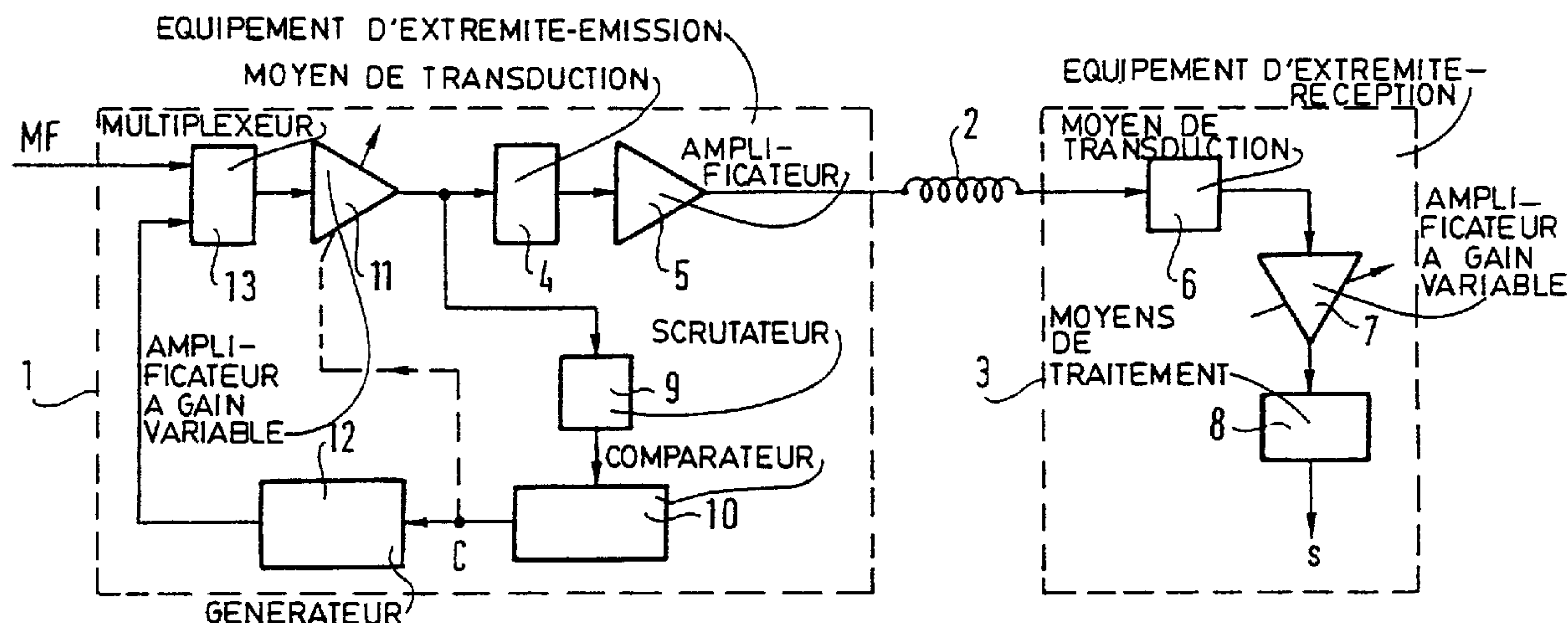
(73) Propriétaire/Owner:

ALCATEL CIT, FR

(74) Agent: ROBIC

(54) Titre : SYSTEME DE TRANSMISSION OPTIQUE, NOTAMMENT POUR RESEAU CABLE DE
VIDEOCOMMUNICATION

(54) Title: OPTICAL TRANSMISSION SYSTEM, PARTICULARLY FOR A VIDEOCOMMUNICATION CABLE NETWORK



(57) Abrégé/Abstract:

Ce système de transmission sur une liaison optique, par modulation d'une porteuse optique, notamment pour réseau câblé de vidéocommunication, est essentiellement caractérisé en ce que, notamment pour le cas de forte puissance optique d'émission, à coupler dans ladite liaison optique, il comporte des moyens (9, 10, 11, 12, 13) pour augmenter, si nécessaire, le taux de modulation de la porteuse optique, éventuellement à partir de la valeur nulle dans le cas où ladite modulation est une modulation autre qu'une modulation d'intensité, de façon à éviter, ou à limiter, les phénomènes de dégradation de la qualité de transmission liés à l'effet Brillouin.



2103178

ABREGE

Système de transmission optique, notamment pour réseau câblé de vidéocommunication

Ce système de transmission sur une liaison optique, par modulation d'une porteuse optique, notamment pour réseau câblé de vidéocommunication, est essentiellement caractérisé en ce que, notamment pour le cas de forte puissance optique d'émission, à coupler dans ladite liaison optique, il comporte des moyens (9, 10, 11, 12, 13) pour augmenter, si nécessaire, le taux de modulation de la porteuse optique, éventuellement à partir de la valeur nulle dans le cas où ladite modulation est une modulation autre qu'une modulation d'intensité, de façon à éviter, ou à limiter, les phénomènes de dégradation de la qualité de transmission liés à l'effet Brillouin.

Figure à publier : Fig.1

Système de transmission optique, notamment pour réseau câblé de vidéocommunication

La présente invention concerne la transmission d'informations sur une liaison optique.

5 La présente invention concerne plus particulièrement un système de transmission d'informations, analogiques ou numériques, sur une liaison optique, dans lequel une forte puissance optique d'émission est à coupler dans ladite liaison, notamment du fait de l'utilisation, à l'émission,
10 de moyens d'amplification optique.

La présente invention s'applique ainsi notamment aux réseaux de transmission du type point-à-multipoint, tels que les réseaux câblés de vidéocommunication par exemple, permettant une diffusion de programmes de télévision d'une
15 station dite centrale vers un ensemble de stations dites distantes.

Le couplage d'une forte puissance optique d'émission dans une liaison par fibre optique soulève un problème technique qui est lié à l'effet Brillouin et qui consiste
20 dans le fait que lorsque cette puissance optique atteint un certain seuil, dit seuil de Brillouin, fonction des caractéristiques de la fibre et de la longueur de la liaison, il se produit, au couplage de cette puissance optique à l'intérieur de cette fibre, des réflexions qui
25 entraînent une dégradation de la qualité de transmission à l'intérieur du système de transmission considéré, se traduisant par l'introduction d'affaiblissements, de déformations et de perturbations supplémentaires sur les signaux transmis.

30 La présente invention a pour but d'apporter une solution à ce problème.

La présente invention est basée sur l'observation, faite par la demanderesse, que le seuil de Brillouin est plus élevé quand le taux de modulation de la porteuse
35 optique est plus élevé.

La présente invention vise un système de transmission sur une liaison optique, ayant une extrémité-émission et une extrémité-réception, comprenant: un transducteur électro-optique pour fournir une porteuse optique modulée avec au moins un signal de modulation, le transducteur électro-optique comprenant des moyens pour moduler une intensité de la porteuse optique avec au moins un signal de modulation; des moyens pour appliquer la porteuse modulée à la liaison optique; et des moyens pour contrôler un taux de modulation d'intensité de la porteuse modulée de sorte que le taux de modulation d'intensité est plus grand qu'une valeur limite, dans lequel la valeur limite est une valeur fixe plus grande ou égale à une valeur à laquelle se produit l'effet Brillouin.

D'autres objets et caractéristiques de la présente invention apparaîtront à la lecture de la description suivante d'exemples de réalisation, donnés à titre d'exemple pour l'application indiquée ci-dessus aux réseaux câblés de vidéocommunication, la description étant faite en relation avec les dessins ci-annexés dans lesquels:

- la figure 1 illustre un premier exemple de réalisation d'un système de transmission suivant l'invention;
- la figure 2 illustre un deuxième exemple de réalisation d'un système de transmission suivant l'invention;
- la figure 3 illustre un troisième exemple de réalisation d'un système de transmission suivant l'invention;
- la figure 4 illustre un quatrième exemple de réalisation d'un système de transmission suivant l'invention.

Dans l'exemple d'application considéré à un réseau câblé de vidéocommunication, la porteuse optique est modulée en intensité par un signal de modulation qui est lui-même un multiplex fréquentiel comportant une pluralité de porteuses, dites utiles, modulées respectivement par différents signaux de télévision à diffuser simultanément sur ce réseau (en

l'occurrence suivant une modulation dite d'amplitude à bande latérale résiduelle).

Dans cet exemple d'application, un système de transmission entre la station centrale et une station
5 distante du réseau considéré comporte, comme illustré sur la figure 1:

- un équipement dit d'extrémité-émission 1, localisé dans la station centrale,
- une liaison par fibre optique 2,
- 10 - un équipement dit d'extrémité-réception 3, localisé dans la station distante considérée.

L'équipement d'extrémité-émission 1 reçoit un multiplex fréquentiel incident, MF, comportant une pluralité de porteuses utiles, en nombre égal à n , avec n entier
15 inférieur ou égal à N (où N désigne le nombre maximum de porteuses utiles transmissibles sur le réseau considéré).

L'équipement d'extrémité-émission 1 comporte un moyen de transduction électrique-optique, 4, qui reçoit le multiplex fréquentiel incident MF, après traitement de ce
20 dernier d'une façon qui sera décrite ci-après, et qui fournit un signal optique constitué par une porteuse optique modulée par le multiplex fréquentiel ainsi traité, et un amplificateur optique, 5, qui reçoit le signal optique issu du moyen de transduction électrique-optique 4, et qui
25 fournit le signal optique à coupler à l'intérieur de la fibre optique 2.

L'équipement d'extrémité-réception, 3, comporte un moyen de transduction optique-électrique, 6, dont l'entrée est couplée à la liaison optique 2, et qui restitue un
30 signal électrique correspondant audit multiplex fréquentiel, un amplificateur, 7, à gain réglable en vue de compenser une éventuelle inadaptation du gain de l'amplificateur optique d'émission, 5, à la longueur de la liaison optique 2 reliant la station centrale de ce réseau à la station distante
35 considérée de ce réseau, et des moyens 8 de traitement en vue d'extraire du multiplex ainsi reçu un signal de

télévision particulier, noté s, sélectionné par la station distante considérée.

Du fait de l'utilisation, à l'émission, de l'amplificateur optique 5, la puissance optique à coupler dans la fibre 2 est relativement forte, auquel cas, suivant la situation de cette puissance optique par rapport à la puissance dite de seuil de l'effet Brillouin, les phénomènes rappelés plus haut de dégradation de la qualité de transmission sur ce réseau sont susceptibles de se produire.

10 Ainsi que l'a observé la demanderesse, ces phénomènes apparaissent, dans cette application, lorsque le nombre de porteuses utiles du multiplex fréquentiel incident est insuffisant, notamment à la mise en service du réseau (où ces porteuses utiles sont introduites progressivement), ou
15 du fait d'une diminution momentanée du nombre de programmes de télévision diffusés sur ce réseau (en particulier la nuit).

Le demanderesse a en outre observé que lorsque le nombre n de porteuses utiles atteint, ou dépasse, une valeur
20 limite déterminée, n_0 , ou plus généralement lorsque le taux de modulation de la porteuse optique atteint, ou dépasse, une valeur limite déterminée, ces phénomènes disparaissent.

Suivant l'invention, un traitement préalable du multiplex fréquentiel incident est donc réalisé, comme
25 indiqué plus haut, ce traitement préalable intervenant sur détection de la condition $n < n_0$, ou de toute autre condition équivalente, et pouvant consister par exemple en une adjonction, audit multiplex, d'une ou de plusieurs porteuses auxiliaires, ou en une amplification dudit
30 multiplex, le résultat recherché étant dans tous les cas une augmentation du taux de modulation de la porteuse optique.

L'équipement d'extrémité-émission 1 comporte à cette fin, dans l'exemple de réalisation illustré sur la figure 1:

- des moyens pour détecter si le nombre n de porteuses
35 utiles du multiplex fréquentiel incident est inférieur à ladite valeur limite prédéterminée, n_0 ,

- des moyens pour augmenter le taux de modulation de la porteuse optique, en réponse à une telle détection, de façon à éviter, ou le cas échéant seulement limiter, les phénomènes de dégradation de qualité de transmission liés à l'effet Brillouin.

Les moyens pour détecter si le nombre n de porteuses utiles du multiplex fréquentiel incident est inférieur à la valeur limite prédéterminée n_0 comportent, à titre d'exemple, un élément 9 appelé communément scrutateur, permettant de compter le nombre n de porteuses utiles du multiplex incident, et un comparateur 10 permettant de comparer cette valeur n à la valeur limite n_0 .

A titre d'exemple, correspondant au mode de réalisation illustré sur la figure 1, ce comparateur fait partie intégrante d'un microprocesseur déjà présent, ainsi que le scrutateur 9, dans un tel réseau câblé de vidéocommunication, pour mettre en oeuvre des tâches de gestion de ce réseau. En l'occurrence ce microprocesseur sera apte à fournir un ordre de commande particulier, noté C, actif dans le cas où la valeur n sera détectée inférieure à la valeur n_0 .

Les moyens pour augmenter le taux de modulation de la porteuse optique en réponse à une telle détection peuvent comporter par exemple un amplificateur 11 à gain réglable qui reçoit le multiplex incident et dont le gain est commandé par l'ordre de commande C.

Les moyens pour augmenter le taux de modulation de la porteuse optique en réponse à une telle détection peuvent, suivant un autre exemple, comporter des moyens pour adjoindre une, ou plusieurs, porteuses auxiliaires au multiplex incident, ces moyens comportant en l'occurrence, dans l'exemple illustré sur la figure 1, un générateur de porteuse auxiliaire, 12, et un multiplexeur, 13, recevant d'une part le multiplex incident, d'autre part ladite porteuse auxiliaire.

Les moyens pour augmenter le taux de modulation de la porteuse optique en réponse à une telle détection peuvent aussi comporter en combinaison un amplificateur à gain variable tel que, 11, un générateur de porteuse auxiliaire 5 tel que 12 et un multiplexeur tel que 13.

Pour indiquer ces différentes possibilités pour la réalisation desdits moyens pour augmenter le taux de modulation de la porteuse optique, on a représenté en pointillés sur la figure 1 la commande de gain de 10 l'amplificateur 11 par l'ordre de commande C, l'amplificateur 11 lui-même pouvant être présent dans tous les cas pour assurer un contrôle automatique de gain en vue de compenser d'éventuelles variations de niveau du multiplex incident.

15 On notera cependant que la réalisation desdits moyens pour augmenter le taux de modulation de la porteuse optique, par adjonction d'une ou plusieurs porteuses auxiliaires au multiplex incident, plutôt que par amplification de ce multiplex, peut avoir comme avantage de s'affranchir 20 d'éventuels problèmes de non linéarités de l'amplificateur réalisant cette amplification du multiplex incident.

On notera en outre que la, ou les porteuses auxiliaires, seront avantageusement déterminées de façon à ce que cette ou ces porteuses auxiliaires ainsi que les 25 produits d'intermodulation de cette ou de ces porteuses auxiliaires et des porteuses utiles, tombent en dehors des canaux fréquentiels occupés par l'ensemble des porteuses utiles modulées transmissibles sur le réseau considéré.

L'équipement d'extrémité-émission, 1', du système de 30 transmission représenté sur la figure 2 comporte, en vue de détecter si le taux de modulation de la porteuse optique est inférieur à une valeur limite prédéterminée:

- des moyens 14 pour prélever une partie, avantageusement faible, de la puissance optique disponible 35 en sortie de l'amplificateur optique 5,

- des moyens 15 de transduction optique-électrique, recevant la puissance optique ainsi prélevée par les moyens 14,

- des moyens 16 de mesure d'une grandeur caractéristique (telle que la valeur moyenne, la valeur efficace ou la valeur crête) du signal électrique issu des moyens 15 de transduction optique-électrique,

- un comparateur 17 pour comparer la valeur mesurée par les moyens de mesure 16 à une valeur limite prédéterminée.

Comme indiqué pour la figure 1, le comparateur 17 peut faire partie intégrante d'un microprocesseur utilisé dans l'équipement d'extrémité-émission du réseau considéré, ce microprocesseur étant alors apte à fournir un ordre de commande particulier, noté également C, actif dans le cas où ladite valeur mesurée sera détectée inférieure à ladite valeur prédéterminée, et utilisé pour augmenter le taux de modulation de la porteuse optique de façon à éviter ou le cas échéant seulement limiter, les phénomènes de dégradation de qualité de transmission liés à l'effet Brillouin.

Les autres éléments de l'équipement d'extrémité-émission 1' du système de transmission représenté sur la figure 2 sont similaires à ceux de l'équipement d'extrémité-émission 1 du système de transmission représenté sur la figure 1 et portent en l'occurrence les mêmes références, soit 4 pour un moyen de transduction électrique-optique, 5 pour un amplificateur optique, 11 pour un amplificateur à gain variable, 12 pour un générateur de porteuse auxiliaire et 13 pour un multiplexeur, les éléments 11 et 12 étant en outre comme sur la figure 1, commandés par l'ordre de commande C.

Le système de transmission représenté sur la figure 2 comporte en outre une liaison optique et un équipement d'extrémité-réception similaires à ceux, 2 et 3, du système de transmission représenté sur la figure 1 et portant en l'occurrence les mêmes références, l'équipement d'extrémité-

réception 3 comportant lui-même des éléments similaires à ceux de l'équipement d'extrémité-réception de la figure 1, et portant en l'occurrence les mêmes références, à savoir 6 pour un moyen de transduction optique-électrique, 7 pour un amplificateur à gain réglable, et 8 pour des moyens de traitement.

L'équipement d'extrémité-réception, 3', du système de transmission représenté sur la figure 3 comporte, en vue de détecter si le taux de modulation de la porteuse optique est inférieur à une valeur limite prédéterminée:

- des moyens 18 de mesure d'une grandeur caractéristique (telle que la valeur moyenne, la valeur efficace, ou la valeur crête) du signal électrique issu du moyen de transduction optique-électrique 6,
- un comparateur 19 pour comparer la valeur mesurée par les moyens de mesure 18, à une valeur limite prédéterminée.

Le comparateur 19 peut également faire partie intégrante d'un microprocesseur déjà présent dans l'équipement d'extrémité-réception considéré du réseau pour mettre en oeuvre des tâches de gestion de ce réseau.

Dans l'application considérée ici à un réseau de diffusion point-multipoint, ce microprocesseur sera apte à fournir une information particulière, notée "i", indiquant si ladite valeur mesurée est détectée inférieure à ladite valeur prédéterminée.

L'information "i" issue du comparateur 19 est acheminée vers l'équipement d'extrémité-émission 1" par une voie dite de retour qui peut par exemple être constituée par la même liaison optique 2 (dans le cas où cette liaison est bidirectionnelle) ou, par une liaison distincte, optique ou non optique, pouvant en outre, par exemple, emprunter le réseau commuté.

Dans l'application considérée ici, à un réseau de diffusion point-multipoint, les différentes informations "i" relatives aux différents équipements d'extrémité-réception

de ce réseau et notées globalement I sont reçues, dans l'équipement d'extrémité-réception, par un moyen, 20, d'analyse de ces différentes informations en vue de déterminer si au moins l'une d'elles indique que, pour
5 l'équipement d'extrémité-réception correspondant, ladite valeur mesurée a été détectée inférieure à ladite valeur prédéterminée, auquel cas le moyen d'analyse 20 fournit un ordre de commande, noté également C, actif, et utilisé pour augmenter le taux de modulation de la porteuse optique de
10 façon à éviter, ou le cas échéant seulement limiter, les phénomènes de dégradation de qualité de transmission liés à l'effet Brillouin.

Le moyen d'analyse 20, peut, comme le comparateur 17 de l'équipement d'extrémité-émission 1' de la figure 2,
15 faire partie intégrante d'un microprocesseur déjà présent dans cet équipement d'extrémité-émission, pour mettre en oeuvre des tâches de gestion du réseau considéré.

Les autres éléments de l'équipement d'extrémité-réception du système de transmission de la figure 3 sont
20 similaire à ceux de l'équipement d'extrémité-réception du système de transmission représenté sur les figures 1 et 2 et portent en l'occurrence les mêmes références, à savoir 6 pour un moyen de transduction optique-électrique, 7 pour un amplificateur à gain variable, et 8 pour des moyens de
25 traitement.

Le système de transmission représenté sur la figure 3 comporte en outre une liaison optique similaire à celle, 2, du système de transmission représenté sur la figure 1 et un équipement d'extrémité-émission, 1", comportant lui-même des
30 éléments similaires à ceux de l'équipement d'extrémité-émission 1 de la figure 1, et portant en l'occurrence les mêmes références, à savoir 4 pour un moyen de transduction électrique-optique, 5 pour un amplificateur optique, 11 pour un amplificateur à gain réglable, 12 pour un générateur de
35 porteuse auxiliaire et 13 pour un multiplexeur, les éléments 11 et 12 étant en outre commandés par l'ordre de commande C.

Lesdites valeurs prédéterminées, de nombre de porteuses utiles du multiplex modulant la porteuse optique, de grandeur caractéristique du signal représentant ce multiplex (mesurée en émission ou en réception) ou plus
5 généralement de taux de modulation de la porteuse optique, sont par exemple déterminées expérimentalement, en faisant varier le paramètre considéré, en observant à chaque fois le spectre du signal reçu, et en notant la valeur particulière de ce paramètre pour laquelle ce signal reçu est le moins
10 dégradé.

Par exemple, pour un nombre maximum N de porteuses utiles de l'ordre de 30 à 40, et pour un taux de modulation de porteuse optique, exprimé habituellement, dans cette application, par porteuse du multiplex modulant ladite
15 porteuse optique, de l'ordre de 5%, le nombre n pourra être de l'ordre de 8 à 10, pour une liaison optique pouvant atteindre, pour l'équipement d'extrémité-réception le plus éloigné de l'équipement d'extrémité-émission, une longueur de l'ordre de 15 km.

20 Par ailleurs l'amplificateur à gain réglable 7 de l'équipement d'extrémité-réception sera avantageusement utilisé pour effectuer un contrôle automatique de gain en réception, en présence de variations de taux de modulation de la porteuse optique effectuées suivant la présente
25 invention.

Un système de transmission suivant l'invention comporte en outre avantageusement des moyens pour réduire, si nécessaire, le taux de modulation de la porteuse optique, après que celui-ci ait été augmenté suivant la description
30 faite précédemment.

En effet, par exemple dans l'application considérée ici à un réseau de diffusion point-multipoint, lorsque le nombre de porteuses utiles du multiplex fréquentiel incident devient, ou redevient, suffisant pour que les phénomènes de
35 dégradation de la qualité de transmission liés à l'effet Brillouin ne se produisent plus, une amplification du signal

de modulation de la porteuse optique ou une adjonction d'une ou de plusieurs porteuses auxiliaires, n'est plus justifiée et risque même d'entraîner au contraire une nouvelle dégradation de la qualité de transmission, par apparition de
5 produits d'intermodulation dûs à une surmodulation de la porteuse optique et à une non-linéarité des éléments tels que l'amplificateur 11, le transducteur électrique optique 4 et l'amplificateur optique 5.

Dans l'exemple de réalisation illustré sur la figure
10 1, lesdits moyens pour réduire, si nécessaire, le taux de modulation de la porteuse optique après que celui-ci ait été augmenté, peuvent avoir la même forme de réalisation que les moyens pour augmenter, si nécessaire, ce taux de modulation, tels que décrits en relation avec cette figure 1, mais avec
15 un fonctionnement inverse, à savoir que lorsque le nombre de porteuses utiles du multiplex incident (compté par le scrutateur 9) est détecté supérieur à la valeur limite prédéterminée n_0 (détection assurée par le comparateur 10), l'ordre de commande C devient actif pour entraîner une
20 réduction de gain de l'amplificateur 11 et/ou une suppression de porteuse auxiliaire par l'intermédiaire des éléments 12 et 13.

En ce qui concerne l'exemple de réalisation illustré sur la figure 2, il s'avère en pratique que l'information
25 issue des moyens de mesure 16, qui peut être exploitée, comme on l'a vu, pour détecter si le nombre n de porteuses utiles du multiplex fréquentiel incident est inférieur à une valeur limite prédéterminée n_0 , ne peut pas être exploitée pour détecter si le nombre n est supérieur à n_0 , la valeur
30 mesurée par les moyens de mesure 16 restant en effet sensiblement constante lorsque n augmente à partir d'une valeur égale à n_0 .

Dans ce cas, pour détecter s'il y a lieu de procéder à une réduction du taux de modulation de la porteuse optique,
35 après avoir procédé à une augmentation de ce dernier, on pourra par exemple réduire progressivement, suivant le cas

l'amplitude de la porteuse auxiliaire générée par le générateur 12 et/ou le gain de l'amplificateur 11, en observant à chaque fois si l'information obtenue en sortie du comparateur 17 indique bien toujours que la valeur mesurée par les moyens de mesure 16 est supérieure à la valeur limite prédéterminée considérée (étant entendu que dans le cas contraire ce processus de réduction progressive est stoppé), et ce jusqu'à extinction complète de la porteuse auxiliaire et/ou réduction du gain de l'amplificateur 11 compensant totalement son accroissement antérieur.

Ainsi, dans le cas de la figure 2, les moyens pour réduire, si nécessaire, le taux de modulation de la porteuse optique, pourront revêtir sensiblement la même forme de réalisation que les moyens, décrits plus haut, pour augmenter, si nécessaire, ce taux de modulation, à condition de remplacer effectivement, et non plus facultativement, le comparateur 17 par un microprocesseur apte en outre à mettre en oeuvre la séquence décrite ci-dessus de réduction progressive de l'amplitude de la porteuse auxiliaire générée par le générateur 12, et/ou du gain de l'amplificateur 11.

En ce qui concerne l'exemple de réalisation illustré sur la figure 3, lesdits moyens pour réduire, si nécessaire, le taux de modulation de la porteuse optique, après que celui-ci ait été augmenté, pourront être analogues à ceux décrits ci-dessus pour l'exemple de réalisation de la figure 2, à ceci près que le moyen d'analyse 20 est alors effectivement, et non plus facultativement, remplacé par un microprocesseur apte en outre à mettre en oeuvre la séquence de réduction progressive de l'amplitude de la porteuse auxiliaire générée par le générateur 12 et/ou du gain de l'amplificateur 11, ledit microprocesseur tenant alors compte, à chaque étape de ladite séquence de réduction progressive, de l'ensemble des informations "i" issues des différents équipements d'extrémité-réception du réseau considéré, et ladite séquence de réduction progressive étant

alors menée jusqu'à son terme à condition que l'ensemble de ces informations "i" l'autorise, ou interrompue lorsqu'une seule au moins de ces informations "i" le nécessite.

Un autre exemple de réalisation desdits moyens pour
5 réduire, si nécessaire, le taux de modulation de la porteuse optique, après que ce dernier ait été augmenté, est maintenant décrit en relation avec la figure 4, à titre d'exemple dans le cas d'un système de transmission du type illustré sur la figure 2.

10 Suivant l'exemple de réalisation de la figure 4, on détecte s'il y a lieu de réduire le taux de modulation de la porteuse optique, après que ce dernier ait été augmenté, en mesurant, par un moyen de mesure 21, une grandeur caractéristique du signal obtenu en sortie d'un moyen de
15 filtrage 22 permettant de sélectionner une raie d'intermodulation déterminée dans le spectre du signal obtenu en sortie du moyen de transduction optique-électrique 15.

Lorsque le résultat de cette mesure devient supérieur
20 à une valeur limite tolérable, ce qui est détecté par un comparateur (ou un microprocesseur) 17' remplissant en outre les fonctions du comparateur 17, ce comparateur (ou ce microprocesseur) fournit un ordre de commande (noté également C dans le cas où cet ordre de commande est
25 susceptible de prendre deux états opposés) actif pour entraîner une réduction du taux de modulation de la porteuse optique, par l'intermédiaire des éléments 11 et/ou 12, 13, de façon à ce que le résultat de ladite mesure redevienne inférieur à ladite valeur limite tolérable.

30 Le système de transmission illustré sur la figure 4 comporte, outre les éléments 17', 21 et 22 ainsi décrits, d'autres éléments similaires à ceux déjà décrits pour le système de transmission illustré sur la figure 2, et portant en l'occurrence les mêmes références, à savoir 4, 5, 6, 7,
35 8, 11, 12, 13, 15, 16.

A titre d'exemple on pourra choisir comme raie d'intermodulation, de préférence à une combinaison de deux porteuses utiles (qui sont en effet susceptibles de disparaître en cas d'interruption des programmes de télévision transmis sur ces porteuses) une combinaison telle que $f_{1p} + f_{2p}$ ou $f_{1p} - f_{2p}$ de deux fréquences dites pilotes, f_{1p} et f_{2p} , transmises en permanence sur le réseau. Ces fréquences pilotes, introduites par exemple par l'intermédiaire du multiplexeur 13, sont utilisées habituellement, par les amplificateurs à gain réglable tels que 7, de préférence au multiplex fréquentiel formé des porteuses utiles modulées, pour effectuer la commande automatique de gain dont il a été question plus haut, car ces fréquences pilotes, non modulées, ont un niveau fixe alors que le niveau du multiplex fréquentiel formé des porteuses utiles modulées varie en permanence en fonction des informations transmises.

Ces fréquences pilotes sont habituellement choisies l'une en deça de la bande utile occupée par le multiplex fréquentiel formé de l'ensemble des portesues utiles modulées, l'autre au delà de cette bande utile, afin de réaliser ladite commande automatique de gain sur toute cette bande utile.

Dans le cas où une seule fréquence pilote, par exemple f_{1p} , serait prévue, on s'intéresserait par exemple, pour détecter s'il y a lieu de réduire le taux de modulation de la porteuse optique, après que ce dernier ait été augmenté, à un harmonique de cette fréquence pilote, par exemple l'harmonique 2, $2f_{1p}$.

Dans le cas où aucune fréquence pilote ne serait prévue, on s'intéresserait par exemple à une raie d'intermodulation résultant du battement de porteuses utiles, et de préférence d'un nombre élevé de tels battements, afin d'éviter le plus possible la disparition de cette raie d'intermodulation en cas de disparition de

porteuses utiles liée à une interruption de programmes transmis sur ces porteuses.

Bien que la présente invention ait été plus particulièrement décrite dans le cadre de son application
5 aux réseaux câblés de vidéocommunication, cette invention n'est pas limitée à une telle application. Ainsi, suivant le type d'application envisagé, et en l'absence de normes contraires, d'autres solutions pourraient être envisagées pour augmenter le taux de modulation de la porteuse optique,
10 telles que, dans le cas où le signal de modulation de la porteuse optique est lui-même un signal modulé en amplitude, une augmentation du taux de modulation de ce signal de modulation.

De même l'invention s'appliquerait aussi bien dans le
15 cas d'un signal de modulation de la porteuse optique, non sujet à des variations susceptibles d'entraîner momentanément une baisse du taux de modulation de cette porteuse optique, mais qui serait en permanence tel que ce taux de modulation serait insuffisant pour permettre
20 d'éviter, ou de limiter, les phénomènes de dégradation de qualité de transmission liés à l'effet Brillouin.

Par ailleurs l'invention est également applicable à un système de transmission dans lequel la porteuse optique modulée par le signal porteur des informations à
25 transmettre, est modulée non pas en intensité, mais en fréquence ou en phase, ce type de modulation étant aussi dit à enveloppe constante ou encore à intensité optique constante.

Dans les mêmes conditions que celles décrites
30 précédemment pour le cas d'une modulation d'intensité, c'est-à-dire dans le cas où l'effet Brillouin fait dégrader la qualité des signaux reçus, une modulation d'intensité est alors appliquée, en plus de ladite modulation de fréquence ou de phase, et le taux de modulation en résultant
35 éventuellement augmenté, afin de repousser le seuil de Brillouin.

Le signal modulant en intensité la porteuse optique peut alors être quelconque (par exemple un signal à une fréquence située en dehors du spectre du signal porteur des informations à transmettre).

- 5 Pour regrouper ces différents cas d'application, on indiquera que le taux de modulation de la porteuse optique est, suivant l'invention, augmenté, si nécessaire, éventuellement à partir de la valeur nulle dans le cas où la porteuse optique est modulée par une modulation autre que
- 10 d'intensité par le signal porteur des informations à transmettre.

CE QUI EST REVENDIQUÉ EST:

1. Un système de transmission sur une liaison optique, ayant une extrémité-émission et une extrémité-réception,
5 comprenant:

un transducteur électro-optique pour fournir une porteuse optique modulée avec au moins un signal de modulation, le transducteur électro-optique comprenant des moyens pour moduler une intensité de la porteuse optique avec
10 au moins un signal de modulation;

des moyens pour appliquer la porteuse modulée à la liaison optique; et

des moyens pour contrôler un taux de modulation d'intensité de la porteuse modulée de sorte que le taux de modulation d'intensité est plus grand qu'une valeur limite, dans lequel la valeur limite est une valeur fixe plus grande
15 ou égale à une valeur à laquelle se produit l'effet Brillouin.

20

2. Le système selon la revendication 1, dans lequel la valeur limite est une valeur égale à une valeur à laquelle se produit l'effet Brillouin.

25

3. Le système selon la revendication 1, dans lequel les moyens pour contrôler le taux de modulation d'intensité comprennent:

des moyens de détection pour détecter une baisse du taux de modulation d'intensité de la porteuse optique; et

30

des moyens pour augmenter le taux de modulation d'intensité en réponse à une telle détection.

4. Le système selon la revendication 3, dans lequel les moyens de détection détectent si le taux de modulation d'intensité de la porteuse optique devient inférieur à une valeur limite prédéterminée en deçà de laquelle se produit
5 l'effet Brillouin.

5. Le système selon la revendication 1, dans lequel les moyens pour contrôler le taux de modulation d'intensité de la porteuse optique comprennent des moyens pour amplifier le
10 signal de modulation de la porteuse optique.

6. Le système selon la revendication 1, dans lequel un signal de modulation modulant la porteuse optique est lui-même un multiplex fréquentiel comprenant une pluralité de
15 porteuses utiles modulées respectivement par différents signaux porteurs de différentes informations à transmettre simultanément sur le système, les moyens pour contrôler le taux de modulation d'intensité de la porteuse optique comprenant des moyens pour adjoindre une ou plusieurs
20 porteuses auxiliaires au multiplex.

7. Le système selon la revendication 6, dans lequel la ou les porteuses auxiliaires sont telles que la ou les porteuses auxiliaires et des produits d'intermodulation de la
25 ou les porteuses auxiliaires et des porteuses utiles tombent en dehors de canaux fréquentiels occupés par les porteuses utiles modulées qui sont transmises sur un réseau considéré.

8. Le système selon la revendication 4, dans lequel les
30 moyens de détection comprennent:

des moyens pour effectuer une mesure d'une grandeur caractéristique de l'au moins un signal de modulation modulant l'intensité de la porteuse optique; et

des moyens pour comparer un résultat de la mesure
5 fournie par les moyens pour mesurer avec une valeur prédéterminée en deçà de laquelle se produit l'effet Brillouin, et pour activer les moyens pour augmenter le taux de modulation d'intensité si la mesure est inférieure à la valeur prédéterminée.

10

9. Le système selon la revendication 8, comprenant à l'extrémité-réception:

des moyens de transduction électro-optique pour restituer un signal correspondant à l'au moins un signal de
15 modulation modulant l'intensité de la porteuse optique, dans lequel les moyens pour mesurer opèrent sur le signal restitué par les moyens de transduction électro-optique, et transmettent un signal à l'extrémité-émission pour activer les moyens pour augmenter le taux, si la mesure est
20 inférieure à la valeur prédéterminée.

10. Le système selon la revendication 8, dans lequel les moyens pour mesurer comprennent, à l'extrémité-émission:

des moyens pour prélever une partie de la porteuse
25 optique modulée à une sortie du transducteur électro-optique; et

des moyens de transduction électro-optique pour recevoir la porteuse optique modulée prélevée et pour restituer un signal correspondant à l'au moins un signal de modulation
30 modulant l'intensité de la porteuse optique.

11. Le système selon la revendication 4, dans lequel le signal de modulation modulant la porteuse optique est un multiplex fréquentiel comportant une pluralité de porteuses utiles modulées respectivement par différents signaux porteurs de différentes informations à transmettre simultanément sur le système, les moyens pour détecter comprenant:

des moyens pour effectuer un comptage d'un nombre de porteuses utiles du multiplex; et

10 des moyens pour comparer un résultat du comptage avec une valeur limite prédéterminée en deçà de laquelle se produit l'effet Brillouin.

12. Le système selon la revendication 1, dans lequel les 15 moyens pour contrôler comprennent:

des moyens pour réduire le taux de modulation d'intensité de la porteuse optique après que le taux ait été augmenté.

20 13. Le système selon la revendication 12, dans lequel le signal de modulation modulant la porteuse optique est un multiplex fréquentiel comportant une pluralité de porteuses utiles modulées respectivement par différents signaux porteurs de différentes informations à transmettre 25 simultanément sur le système, les moyens pour réduire le taux de modulation d'intensité de la porteuse optique après que le taux de modulation d'intensité ait été augmenté comprenant:

des moyens pour effectuer un comptage d'un nombre de porteuses utiles du multiplex;

30 des moyens pour effectuer une comparaison d'un résultat du comptage avec une valeur limite prédéterminée en deçà de laquelle se produit l'effet Brillouin; et

des moyens pour réduire le taux de modulation d'intensité de la porteuse optique lorsque la comparaison signifie que le résultat du comptage devient supérieur à la valeur limite prédéterminée.

5

14. Le système selon la revendication 12, dans lequel les moyens pour réduire le taux de modulation d'intensité après que le taux de modulation d'intensité ait été augmenté comprennent:

10 des moyens pour effectuer une mesure d'une grandeur caractéristique de l'au moins un signal de modulation modulant l'intensité de la porteuse optique;

des moyens pour effectuer une comparaison d'un résultat de la mesure avec une valeur limite prédéterminée en deçà de
15 laquelle se produit l'effet Brillouin; et

des moyens pour effectuer une réduction progressive du taux de modulation d'intensité de la porteuse optique et pour détecter à chaque fois si les moyens pour effectuer une comparaison indiquent que le résultat de la mesure est
20 supérieur à la valeur limite prédéterminée, auquel cas la réduction progressive est continuée poursuivie jusqu'à terme, la réduction progressive étant stoppée dans un cas contraire.

15. Le système selon la revendication 12, dans lequel
25 les moyens pour réduire le taux de modulation d'intensité de la porteuse optique après que le taux de modulation d'intensité ait été augmenté comprennent:

des moyens pour effectuer une mesure d'une grandeur caractéristique d'un signal correspondant à un produit
30 d'intermodulation ou un harmonique sélectionné par des moyens de filtrage dans un spectre du signal modulant la porteuse optique;

des moyens pour détecter si un résultat de la mesure est supérieur à une valeur limite tolérable; et

des moyens pour réduire le taux de modulation d'intensité de la porteuse optique si le résultat de la
5 mesure devient supérieur à la valeur limite tolérable.

FIG.1

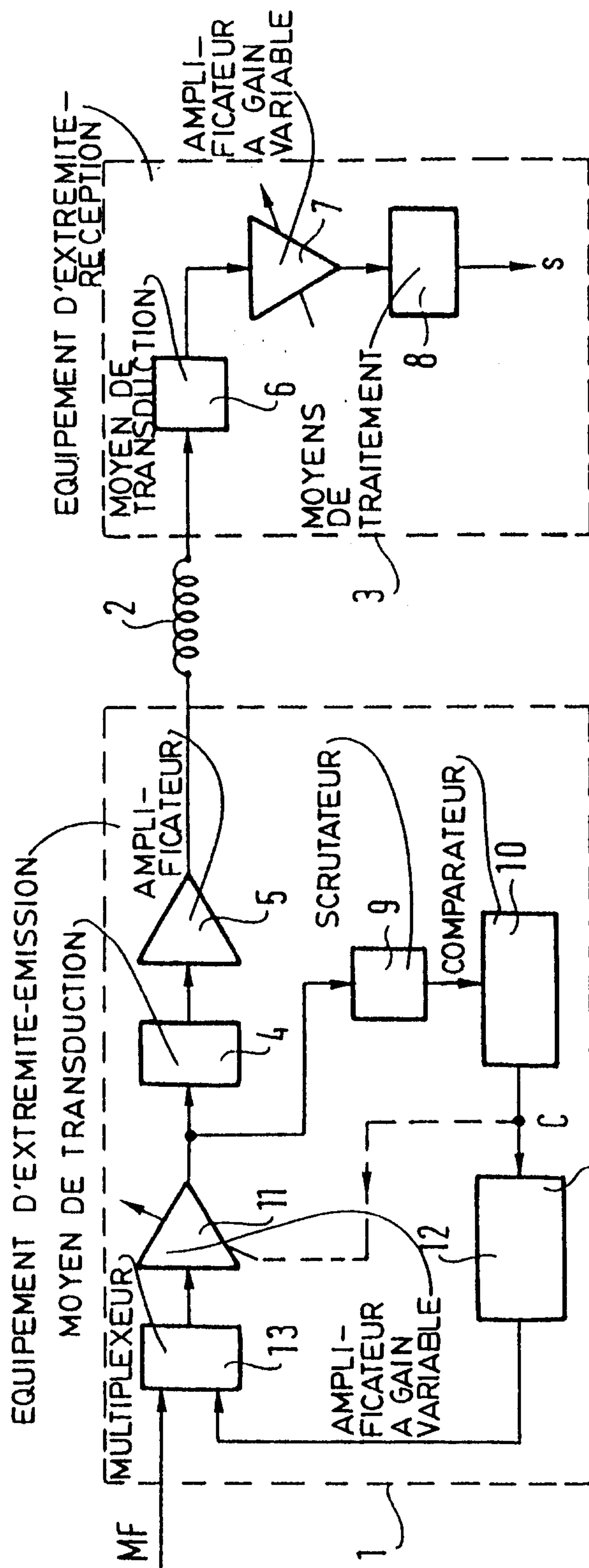


FIG. 2

