



DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ L

WO 9606488A1

(51) Classification internationale des brevets ⁶ : H04B 10/155	A1	(11) Numéro de publication internationale: WO 96/06488 (43) Date de publication internationale: 29 février 1996 (29.02.96)
---	-----------	--

(21) Numéro de la demande internationale: PCT/FR95/01018

(22) Date de dépôt international: 28 juillet 1995 (28.07.95)

(30) Données relatives à la priorité:
94/10153 19 août 1994 (19.08.94) FR

(71) Déposant (pour tous les Etats désignés sauf US): THOMSON-CSF [FR/FR]; 173, boulevard Haussmann, F-75008 Paris (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (US seulement): HERGAULT, Stéphane [FR/FR]; Thompson-CSF SCPI, Boîte postale 329, F-92402 Courbevoie Cédex (FR). HARDY, Patrick [FR/FR]; Thompson-CSF SCPI, Boîte postale 329, F-92402 Courbevoie Cédex (FR).

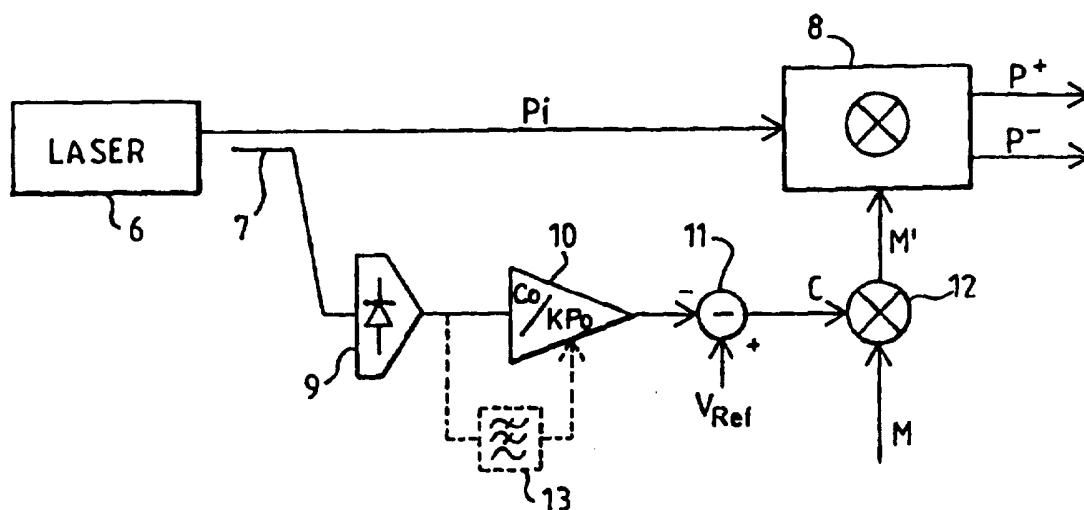
(81) Etats désignés: JP, US, brevet européen (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

Publiée

Avec rapport de recherche internationale.

(54) Title: OPTICAL EMITTING HEAD INCLUDING A LASER AND A MODULATOR

(54) Titre: TÊTE D'ÉMISSION OPTIQUE AVEC LASER ET MODULATEUR



(57) Abstract

Optical emitting head consisting of a laser (6) and an external optical modulator (8). The modulating signal is modulated (12) by an electrical signal proportional to $1-e$, e being the noise power superimposed onto the laser signal, before being applied to the optical modulator (8). The invention is suitable for fibre optical transmission applications.

(57) Abrégé

La tête d'émission optique se compose d'un laser (6) et d'un modulateur optique externe (8). Le signal de modulation est lui-même modulé (12) par un signal électrique proportionnel à $1-e$, e étant la puissance de bruit superposée au signal laser, avant d'être appliqué au modulateur optique (8). Les applications concernent la transmission par fibres optiques.

UNIQUEMENT A TITRE D'INFORMATION

Codes utilisés pour identifier les Etats parties au PCT, sur les pages de couverture des brochures publiant des demandes internationales en vertu du PCT.

AT	Autriche	GB	Royaume-Uni	MR	Mauritanie
AU	Australie	GE	Géorgie	MW	Malawi
BB	Barbade	GN	Guinée	NE	Niger
BE	Belgique	GR	Grèce	NL	Pays-Bas
BF	Burkina Faso	HU	Hongrie	NO	Norvège
BG	Bulgarie	IE	Irlande	NZ	Nouvelle-Zélande
BJ	Bénin	IT	Italie	PL	Pologne
BR	Brésil	JP	Japon	PT	Portugal
BY	Bélarus	KE	Kenya	RO	Roumanie
CA	Canada	KG	Kirghizistan	RU	Fédération de Russie
CF	République centrafricaine	KP	République populaire démocratique de Corée	SD	Soudan
CG	Congo	KR	République de Corée	SE	Suède
CH	Suisse	KZ	Kazakhstan	SI	Slovénie
CI	Côte d'Ivoire	LI	Liechtenstein	SK	Slovaquie
CM	Cameroun	LK	Sri Lanka	SN	Sénégal
CN	Chine	LU	Luxembourg	TD	Tchad
CS	Tchécoslovaquie	LV	Lettonie	TG	Togo
CZ	République tchèque	MC	Monaco	TJ	Tadjikistan
DE	Allemagne	MD	République de Moldova	TT	Trinité-et-Tobago
DK	Danemark	MG	Madagascar	UA	Ukraine
ES	Espagne	ML	Mali	US	Etats-Unis d'Amérique
FI	Finlande	MN	Mongolie	UZ	Ouzbékistan
FR	France			VN	Viet Nam
GA	Gabon				

TETE D'EMISSION OPTIQUE AVEC LASER ET MODULATEUR

L'invention concerne la transmission de signaux analogiques sur
5 fibre optique et plus particulièrement l'association d'un laser à un modulateur
optique pour réaliser celle-ci.

Cette association est généralement préférée à l'utilisation de
lasers à modulation directe. En effet, concernant ce type de laser, la
variation de courant générant la modulation d'amplitude influence la
10 longueur d'onde d'émission et cette variation, même légère, liée à la
dispersion chromatique de la fibre optique, dégrade les performances de la
transmission.

L'association d'un laser à un modulateur optique externe peut
cependant présenter un autre inconvénient dû au bruit basse fréquence,
15 appelé bruit de relaxation, généré par certains lasers, en particulier ceux
utilisés dans les transmissions pour fibre optique. Ce bruit se traduit par une
fluctuation de la puissance émise de l'ordre de quelques pourcents et
correspond à un spectre étroit en bande basse. C'est ainsi le cas pour les
lasers de type Verre-Erbium pour lesquels la fréquence centrale de ce
20 spectre est voisine de 200 Khz. Ce bruit, représenté en figure 1a, est
perturbant de la manière suivante :

L'entrée de modulation du modulateur optique reçoit un signal
constitué d'une ou plusieurs porteuses, par exemple modulées en amplitude.
Un exemple de ce signal, représenté en figure 1b, est constitué d'une
25 porteuse audio et vidéo, le spectre de fréquence de la porteuse vidéo
correspondant à une modulation en amplitude à bande latérale résiduelle
appelée MA-BLR. Ces 2 porteuses modulées représentent un canal dans le
domaine de transmissions de signaux de télévision , et le signal de
modulation transmis au modulateur optique peut être constitué d'un
30 ensemble de canaux adjacents pour constituer un multiplex fréquentiel
multicanaux de signaux de télévision modulés en amplitude à bande latérale
résiduelle. La multiplication du signal optique avec ce signal de modulation
RF transpose le bruit du laser autour des porteuses du signal RF comme
représenté en figure 1c. Ce bruit se retrouve dans les bandes de fréquence
35 latérales si celles-ci ont une largeur supérieure à quelques dizaines de
kilohertz comme c'est le cas pour le signal vidéo de modulation. Après

démodulation, le signal vidéo en bande de base se trouve en présence de bruit de puissance double puisque les deux "raies" de bruit autour de la porteuse vidéo sont corrélées alors que le spectre du signal vidéo est à bande latérale réduite. Ce niveau de bruit dépasse alors le seuil de visibilité
5 du signal vidéo sur l'écran d'une valeur pouvant atteindre 10 ou 12 dB, créant ainsi un effet de "crayonnage" sur l'image.

Une solution à ce problème, appelée "Feed Forward" par les Anglo-saxons, est connue. Il s'agit d'insérer, entre le laser et le modulateur externe, un dispositif de régulation de la puissance émise. Ce dispositif est
10 représenté en figure 2. Un coupleur 2 prélève une partie de la puissance en sortie du laser 1 pour la transmettre à un récepteur optique 3 avec amplificateur intégré qui convertit ce signal optique en un signal électrique qui va commander un premier modulateur optique externe 4 qui joue le rôle de régulateur.

15 Un choix adapté des valeurs de couplage et de gain du récepteur optique permet de réduire efficacement le bruit du laser avant que le faisceau ne soit transmis au second modulateur optique externe 5 recevant les signaux RF de modulation.

Un premier inconvénient à cette solution concerne les pertes
20 d'insertion du coupleur et du modulateur optique de régulation qui réduisent fortement la puissance optique utilisable du laser, le modulateur optique, de par son principe, divisant la puissance par deux. D'autre part, sans tenir compte de ces pertes d'insertion, la puissance de sortie disponible de par le principe de régulation est au plus égale à la valeur minimum de la puissance
25 fluctuante délivrée par le laser. Un autre inconvénient concerne la mise au point du dispositif, le gain de la chaîne de régulation symbolisée par le récepteur optique 3 devant être ajusté précisément, le signal de correction devant être parfaitement en phase avec le bruit à corriger. Enfin, le modulateur optique nécessaire à la régulation de puissance est d'un coût
30 non négligeable.

L'invention a pour but de pallier les inconvénients précités.

Elle a pour objet une tête d'émission optique composée d'un laser émettant un signal de puissance lumineuse moyenne P_0 et de puissance instantanée $P_0(1+e)$, e étant la puissance de bruit superposée
35 au signal et rapportée à la puissance moyenne P_0 , et d'un modulateur

optique externe pour moduler le signal optique provenant du laser à partir d'un signal électrique de modulation M, caractérisée en ce que le signal de modulation M' appliqué directement au modulateur optique est un signal électrique proportionnel à $M(1-e)$.

- 5 La présente invention permet de s'affranchir des inconvénients dus à la variation de la longueur d'onde du laser, par l'utilisation d'un modulateur optique externe au laser. Elle permet également de limiter les pertes d'insertion, comparée à un dispositif de régulation de puissance de type "Feed-Forward". De plus, son coût de réalisation et de mise en oeuvre
10 est plus réduit.

Le signal de modulation effectif M' est produit à partir d'un modulateur électrique recevant un signal de modulation d'origine M et un signal de commande de modulation C. Le modulateur électrique peut fournir soit un signal proportionnel à CM, soit un signal de la forme $K_2CM + K_3M$
15 K_2 et K_3 étant des constantes. Dans le premier cas le signal C doit être proportionnel à $(1 - e)$; dans le second cas le signal C peut être proportionnel à e. Pour produire le signal C on prélève une partie de la puissance optique instantanée soit directement à la sortie du laser, soit à la sortie du modulateur optique.

- 20 Les caractéristiques et avantages de la présente invention ressortiront mieux de la description suivante, donnée à titre d'exemple et en référence aux figures annexées où :

- la figure 1a représente la puissance de bruit d'un laser de type Verre-Erbium.
- 25 - la figure 1b représente le spectre de fréquence d'un signal RF de modulation.
- la figure 1c représente le spectre de fréquence en sortie du modulateur optique.
- la figure 2 représente un dispositif de contrôle automatique de la
30 puissance laser transmise, selon l'art antérieur.
- la figure 3 représente un dispositif de réduction de bruit d'un modulateur optique selon l'invention.
- la figure 4 représente une variante de ce dispositif.
- la figure 5 représente une réalisation pratique du dispositif.

Le dispositif selon l'invention est représenté à la figure 3 et décrit ci-après .

Un laser 6, par exemple de type Verre-Erbium, est relié, par sa sortie, à un coupleur optique 7 permettant de prélever une faible proportion de la puissance optique émise par le laser. La sortie correspondant à la voie principale de ce coupleur est transmise directement, par l'intermédiaire d'une fibre optique, à l'entrée d'un modulateur optique 8 dont la fonction est de recevoir un signal électrique radiofréquence pour moduler la puissance optique en fonction de ce signal électrique. Dans ce qui suit on considérera qu'on souhaite obtenir en sortie du modulateur optique 8 une puissance optique $P_o(1/2 + M)$ sur une première sortie et $P_o (1/2 - M)$ sur une deuxième sortie; M représente le taux de modulation désiré, compris entre - 1/2 et + 1/2. Ce taux de modulation est représenté par les variations d'un signal radiofréquence appliqué au dispositif, signal qu'on désignera également par M.

La sortie correspondant à la voie couplée est reliée, toujours par l'intermédiaire d'une fibre optique, à un récepteur optique 9 qui transforme les signaux optiques en signaux électriques. Le signal électrique disponible en sortie du récepteur 9 est proportionnel à la puissance émise du laser P_i .

Si P_o est la puissance moyenne émise par le laser et e la puissance de bruit relative à cette puissance moyenne, la puissance P_i émise par le laser est de la forme $P_o (1+e)$.

Ainsi le signal électrique en sortie du récepteur optique est égal à $K P_o (1+e)$, K étant une constante fonction du coefficient de couplage du coupleur optique 7, des pertes dans la fibre optique reliée au récepteur optique et du coefficient de transformation de la puissance optique en tension électrique du récepteur optique. Dans la suite on supposera que le récepteur fournit effectivement une tension et K est alors exprimé en volts/watts. On pourrait faire un raisonnement analogue si le récepteur fournissant un courant.

Ce signal est transmis à un amplificateur 10 de gain Co/KPo , Co étant une constante qu'on expliquera plus loin, puis à une première entrée d'un soustracteur 11, entrée soustraite à une tension appliquée sur la deuxième entrée et qui a pour valeur $V_{ref} = 2Co$. L'ensemble du récepteur optique 9 et de l'amplificateur 10 a une bande passante telle qu'on conserve

les fréquences de variations de puissance instantanée (quelques centaines de kHz par exemple). Le signal obtenu en sortie du soustracteur prend ainsi la valeur :

$$C = -\frac{C_0}{K P_0} \times K P_0 (1+e) + 2C_0 = (1-e)C_0$$

La soustracteur 11 est aisément réalisé par application d'une tension d'offset à l'amplificateur 10.

Le signal C alimente l'entrée de modulation d'un modulateur électrique 12 de type multiplieur dont le signal à moduler M est transmis sur une deuxième entrée. Ce signal M est par exemple constitué de signaux radiofréquence RF de télévision multiplexés fréquentiellement, du type décrit à la figure 1b. Ce modulateur électrique réalise une modulation en amplitude du signal RF par le signal $C = C_0 (1 - e)$ pour fournir un signal modulé M' de la forme :

$$M' = M (1-e)$$

C_0 est la valeur du signal C lorsque la puissance instantanée P_i est égale à la puissance moyenne P_0 et dans ce cas le signal de modulation effectif M' est égal au signal M représentant la modulation désirée.

Ce signal M' est transmis au modulateur optique 8 sur son entrée de modulation. Ce modulateur possède généralement 2 sorties optiques complémentaires, P^+ et P^- , chacune de puissance moitié de la puissance d'entrée pour une modulation nulle. En négligeant les pertes de couplage et de transmission sur la voie principale du coupleur 7, les sorties P^+ et P^- ont pour valeur, en présence d'un signal de modulation M' :

$$P^+ = P_0 \left(\frac{1}{2} + M' \right)$$

$$P^- = P_0 \left(\frac{1}{2} - M' \right)$$

et, en négligeant les termes du second ordre pour le bruit e petit devant l'unité :

$$P^+ = P_0 (1+e) \left[\frac{1}{2} + M(1-e) \right] \cong P_0 \left(\frac{1+e}{2} + M \right)$$

$$P^- \cong P_0 \left(\frac{1+e}{2} - M \right)$$

Il n'y a plus de terme en $M \cdot e$ qui correspondent à un bruit dans la bande utile du signal de modulation.

Seul le bruit basse fréquence $\frac{P_o \cdot e}{2}$ est présent en sortie, mais il est non perturbant vis à vis des porteuses RF puisqu'en dehors du spectre utile du signal de modulation. Le signal modulé n'est ainsi pratiquement plus affecté par le bruit du laser.

Ce dispositif suppose cependant que la puissance moyenne P_o est fixe, le gain de l'amplificateur 10 étant calculé en fonction de P_o . Dans le cas où cette valeur fluctue dans le temps, par exemple en fonction de la température ou du vieillissement du laser, une amélioration du dispositif consiste à mesurer cette puissance moyenne P_o à partir d'un filtre passe-bas, éliminant les fluctuations de puissance instantanée, pour commander le gain de l'amplificateur 10 en fonction de cette valeur. Cette amélioration est représentée en pointillés sur la figure 3 et consiste à prélever le signal en sortie du récepteur optique 9 pour le faire traverser un filtre passe-bas 13, de fréquence de coupure par exemple de l'ordre du kilohertz pour éliminer le spectre du bruit, puis commander le gain de l'amplificateur 10 en reliant la sortie de ce filtre à l'entrée de commande de gain de l'amplificateur 10.

Le modulateur 12 fournit ici un signal $M' = MC/Co$. Dans le cas plus général où le modulateur est du type fournissant un signal $M' = K_2CM + K_3M$, K_2 et K_3 étant des constantes représentant l'une l'efficacité du modulateur et l'autre ses pertes d'insertion, on peut montrer qu'il faut donner au gain de l'amplificateur 10 une valeur $G = \frac{1}{K_2KP_o}$ et à la tension de référence V_{ref} une valeur $V_{ref} = (2 - K_3) / K_2$, pour que M' soit égal à $M(1 - e)$.

Dans ce qui précède on a utilisé un soustracteur par suite de ce que le signal présent en sortie de l'amplificateur 10 est proportionnel à $(1 + e)$. On pourrait aussi filtrer le signal fourni par le récepteur optique (en amont ou en aval de l'amplificateur 10) pour éliminer la composante continue KP_o et ne garder que la composante de bruit $K Po e$. Cette composante de bruit peut être appliquée au modulateur électrique 12 pour fournir un signal $M' = M(1 - e)$, en choisissant le gain de l'amplificateur 10 en fonction des coefficients K_2 et K_3 comme on montrera que c'est possible à propos de la figure 4.

D'autre part, l'ajustement de phase nécessaire entre le signal de bruit e contenu dans le signal laser à moduler et celui du signal de modulation M' est ici réalisé par adaptation de la longueur des fibres optiques ; mais un circuit déphaseur pourrait également être utilisé.

5 Ces dispositifs décrits nécessitent que la polarisation de l'onde optique soit maintenue entre le laser et le modulateur optique, les performances de ce dernier dépendant de ce maintien. En conséquence, le coupleur en sortie du laser et la fibre optique entre le coupleur et le modulateur doivent généralement être à maintien de polarisation.

10 Une variante des dispositifs décrits ci-dessus permet de s'affranchir de ce coupleur spécifique qui est d'un coût élevé. Elle permet également d'avoir une fibre optique entre laser et modulateur optique aussi courte que possible. Elle est décrite à la figure 4.

Un laser 14 est relié par fibre optique à un modulateur optique 15.
 15 Sur l'une des sorties P^+ ou P^- de ce modulateur est branché un coupleur optique 16 qui récupère une petite partie du signal optique pour le transmettre, via une fibre optique branchée sur sa sortie couplée, à un récepteur optique 17 constitué d'un transducteur optoélectronique. Un amplificateur 18 relié en sa sortie amplifie et filtre le signal électrique. Cet
 20 amplificateur est relié à un déphaseur 19 dont la sortie fournit un signal de modulation C à un modulateur électrique 20. Ce modulateur 20 reçoit sur une deuxième entrée le signal M à moduler et fournit en sa sortie le signal modulé M' qui est envoyé sur l'entrée de modulation du modulateur optique 15.

25 L'amplificateur 18 extrait le bruit du laser e qui se trouve dans les fréquences basses et qui traverse le modulateur optique, pour moduler le signal M et fournir un nouveau signal de modulation M' de la forme $M(1-e)$, un tel signal limitant la dégradation du signal modulant M par le bruit du laser comme indiqué précédemment.

30 Pour ce faire, les éléments constitutifs du dispositif satisfont les conditions calculées ci-après.

Le signal P^- en sortie du modulateur optique est de la forme :

$$P^- = P_0(1 + e) \left(\frac{1}{2} - M' \right)$$

Si K_1 est le coefficient de couplage du coupleur 16, η le
 35 rendement ou coefficient de réponse en ampères/watt du récepteur optique

17 et R_T la résistance de transfert calculée de l'amplificateur 18, la tension de sortie S de l'amplificateur a pour valeur :

$$S = K_1 \eta R_T P^- = K_1 \eta R_T P_o (1+e) \left(\frac{1}{2} - M'\right)$$

(On suppose que le récepteur 17 fournit un courant mais le raisonnement serait analogue s'il fournissait une tension).

En fait la bande passante de l'amplificateur est telle que les signaux continus et les signaux à la fréquence de modulation sont éliminés, ce filtrage pouvant également être effectué par un filtre séparé. Le terme continu $K_1 \eta R_T P_o / 2$ disparaît ; le terme proportionnel à M' représentant un signal radiofréquence disparaît également. En tenant compte de ce filtrage la sortie S de l'amplificateur 18 prend donc pour valeur :

$$S = \frac{K_1}{2} R_T P_o \eta e$$

Le modulateur électrique 20 fournit, quant à lui, un signal M' à partir d'un signal M à moduler et d'un signal de modulation C qui, d'une manière générale, peut être mis sous la forme :

$$M' = K_2 C M + K_3 M$$

où K_2 représente l'efficacité du modulateur 20 et K_3 est lié aux pertes d'insertion du modulateur.

Si le signal C modulant le signal M est la tension S, alors le signal de modulation M' du modulateur optique 15 prend la valeur :

$$\begin{aligned} M' &= K_2 C M + K_3 M \\ &= \frac{K_1}{2} K_2 R_T P_o \eta e M + K_3 M \end{aligned}$$

Pour que ce signal M' soit proportionnel à M (1-e) et plus particulièrement $K_3 M (1 - e)$, les différents coefficients satisfont la relation :

$$K_1 K_2 R_T P_o \eta = -2K_3$$

$$\frac{K_1 K_2}{K_3} = -\frac{2}{R_T P_o \eta}$$

Pour s'affranchir d'éventuelles variations de la puissance P_o du laser, l'amplificateur 18 pourra être réalisé de manière à ce que sa résistance de transfert R_T soit inversement proportionnelle à P_o .

Le signal C correspond en fait au signal S après déphasage .

Le circuit de déphasage 19 permet de maintenir la condition de phase entre le signal de correction C transmis au modulateur électrique et le signal à corriger, c'est-à-dire un déphasage nul entre le signal de bruit e contenu dans le signal P⁻ et le signal de correction C ; le déphaseur réalise
5 un déphasage qui, associé à une inversion de phase dans le récepteur optique et au déphasage dû à la boucle, entraîne un déphasage de 360° au voisinage de la fréquence du pic du spectre de bruit de relaxation qui est un spectre étroit autour de 200 KHz dans le cas d'un laser de type Verre-Erbium. Le temps de retard dans la boucle est de l'ordre de 150 ns, ce qui
10 correspond à un déphasage d'une dizaine de degrés pour un signal à la fréquence de 200 KHz. Ainsi le déphasage réalisé par le déphaseur 19 est de l'ordre de 170°.

Concernant le modulateur électrique 20, ce dernier doit être apériodique vis à vis du signal de modulation, c'est à dire que son action sur
15 le signal RF ne doit pas dépendre de la fréquence RF.

De même qu'on l'a expliqué à propos de la figure 3 on pourrait utiliser dans la figure 4 un soustracteur si l'amplificateur 18 fournit un signal proportionnel à $1 + e$, c'est-à-dire sans filtrer la composante continue et en ne filtrant que les fréquences du signal de modulation M'.

20 D'autre part et d'une manière plus générale, le choix d'un modulateur optique avec deux sorties complémentaires n'est pas indispensable pour la réalisation de l'invention, bien qu'il permette d'alimenter simultanément par exemple deux séries d'abonnés à un réseau de transmission optique par câble par l'exploitation simultanée de ces deux
25 sorties.

Le couplage permettant d'alimenter le récepteur optique et le modulateur électrique peut, bien évidemment, être réalisé indifféremment sur l'une de ces deux sorties.

Un schéma pratique de la boucle de contre-réaction agissant sur
30 le modulateur électrique du dispositif de la figure 4 est représenté en figure 5.

Elle est constituée successivement d'un récepteur optique + amplificateur recevant le signal optique provenant du coupleur optique et comportant une photodiode et un amplificateur avec résistance variable pour
35 le réglage du gain de la boucle, d'un déphaseur comportant un circuit

inverseur suivi de 2 circuits à transistors complémentaires avec résistance ajustable pour le réglage du déphasage souhaité puis d'un modulateur électrique constitué d'un transistor FET à arséniure de gallium agissant comme résistance variable. Le signal de modulation d'origine est transmis
5 sur l'entrée RF et la sortie RF est reliée à l'entrée du modulateur optique.

REVENDICATIONS

1 - Tête d'émission optique composée d'un laser (6,14) émettant un signal de puissance lumineuse moyenne P_o et de puissance instantanée $P_o(1+e)$, e étant la puissance de bruit superposée au signal, rapportée à la puissance moyenne P_o , et d'un modulateur optique externe (8,15) pour moduler le signal optique provenant du laser à partir d'un signal électrique de modulation M , caractérisée en ce que le signal de modulation M' appliqué directement au modulateur optique (8,15) est un signal électrique proportionnel à $M(1-e)$.

2 - Tête d'émission optique selon la revendication 1, caractérisée en ce que le signal de modulation M traverse, pour fournir le signal M' , un modulateur électrique (12,20) dont l'entrée de modulation est alimentée par un signal électrique C réalisé à partir du signal optique et dont la sortie modulée M' est proportionnelle à CM .

3 - Tête d'émission optique selon la revendication 1, caractérisée en ce que le signal de modulation M traverse, pour fournir le signal M' , un modulateur électrique (12,20) dont l'entrée de modulation est alimentée par un signal électrique C réalisé à partir du signal optique et dont la sortie modulée M' est de la forme $M' = K_2 CM + K_3 M$, K_2 et K_3 étant des constantes.

4. Tête d'émission optique selon la revendication 3, caractérisée en ce que le signal électrique C est réalisé au moyen d'un coupleur optique (7) branché en sortie du laser (6) pour prélever un signal optique, d'un récepteur optique (9) pour transformer le signal optique prélevé en un signal électrique de telle manière que le signal obtenu est proportionnel à $P_o(1 + e)$, d'un filtre pour éliminer du signal électrique la composante continue, d'un amplificateur (10) de gain inversement proportionnel à P_o pour amplifier le signal électrique avant ou après le filtrage.

5 - Tête d'émission optique selon la revendication 2 ou 3, caractérisée en ce que le signal électrique C est réalisé au moyen d'un coupleur optique (7) branché en sortie du laser (6) pour prélever un signal

optique, d'un récepteur optique (9) pour transformer le signal optique prélevé en un signal électrique de telle manière que le signal obtenu est proportionnel à $P_o(1+e)$, d'un amplificateur (10) de gain inversement proportionnel à P_o pour amplifier le signal issu du récepteur optique (9) puis
5 d'un soustracteur (11) pour soustraire ce signal amplifié à une valeur de référence.

6 - Tête d'émission optique selon la revendication 2 ou 3, caractérisée en ce que le signal électrique de modulation C est réalisé au
10 moyen d'un coupleur optique (16) branché en sortie du modulateur optique (15) pour prélever un signal optique, d'un récepteur optique (17) pour transformer le signal optique prélevé en un signal électrique, d'un filtre pour extraire du signal électrique la composante en $P_o(1+e)$ en éliminant les composantes aux fréquences de modulation et au dessus, d'un amplificateur
15 de gain inversement proportionnel à P_o pour amplifier ce signal avant ou après le filtrage puis d'un soustracteur pour soustraire ce signal amplifié et filtré à une valeur de référence.

7 - Tête d'émission optique selon la revendication 3, caractérisée
20 en ce que le signal électrique de modulation C est réalisé au moyen d'un coupleur optique (16) branché en sortie du modulateur optique (15) pour prélever un signal optique, d'un récepteur optique (17) pour transformer le signal optique prélevé en un signal électrique, d'un filtre pour éliminer du signal électrique les composantes aux fréquences de modulation et au-
25 dessus et la composante continue, d'un amplificateur de gain inversement proportionnel à P_o pour amplifier le signal électrique obtenu avant ou après filtrage.

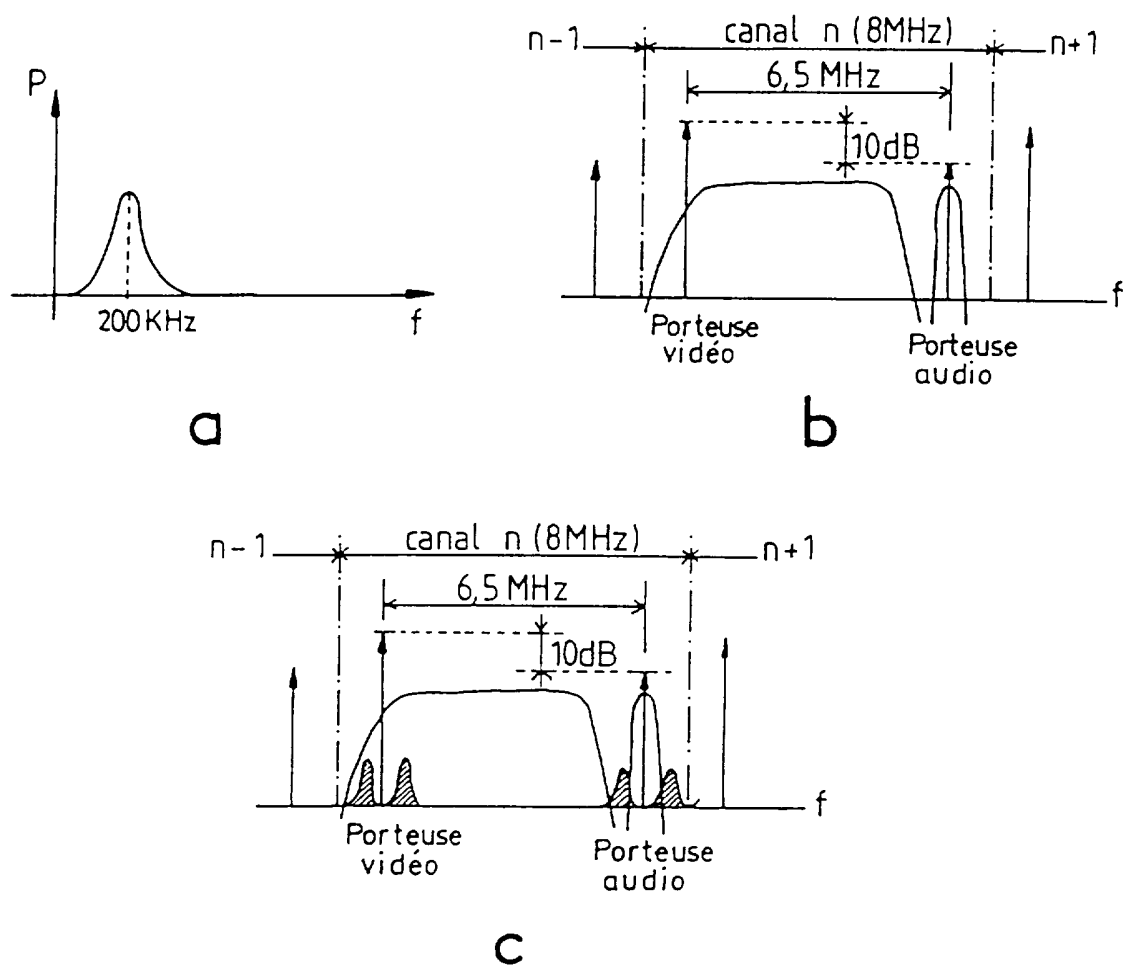
8 - Tête d'émission optique selon la revendication 4, 5, 6 ou 7
30 caractérisée, en ce que le gain de l'amplificateur (10) est commandé à partir du signal de sortie d'un filtre passe-bas (13) branché en parallèle sur la sortie du récepteur optique (9) et de fréquence de coupure telle que les fréquences de bruit correspondant au signal e sont éliminées pour fournir une sortie proportionnelle à la puissance moyenne du laser P_o .

- 9 - Tête d'émission optique selon la revendication 7, caractérisée en ce que le signal électrique de modulation C est réalisé au moyen d'un coupleur optique (16) de coefficient de couplage K_1 branché en sortie du modulateur optique (15) pour prélever un signal optique, d'un récepteur
- 5 optique (17) de rendement η relié à un amplificateur avec filtrage (18) de résistance de transfert R_T pour transformer le signal optique issu de la sortie couplée du coupleur optique (16) en un signal électrique puis l'amplifier et le filtrer de manière à supprimer la composante continue et les
- 10 composantes aux fréquences de modulation du signal prélevé pour ne conserver que le signal de bruit aux fréquences basses, le coupleur (16), le récepteur optique (17), l'amplificateur (18) et le modulateur électrique (20) satisfaisant à la relation

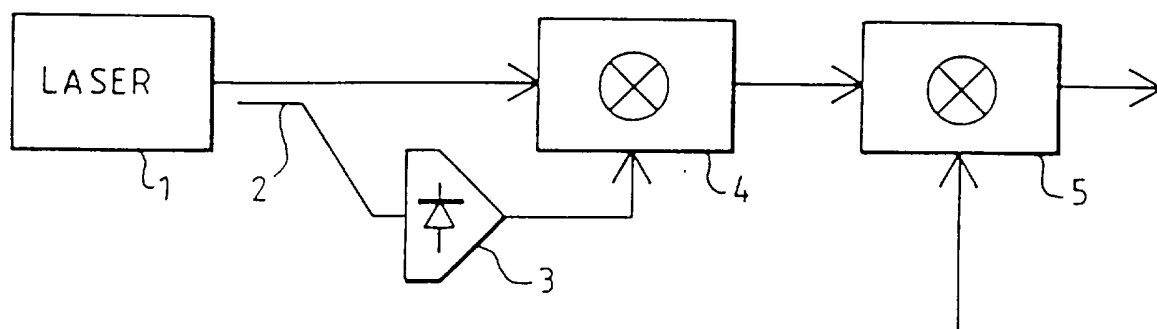
$$\frac{K_1 K_2}{K_3} = - \frac{2}{R_T P_0 \eta}$$

15

- 10 - Tête d'émission optique selon les revendications 4, 5, 6, 7, 8 ou 9, caractérisée en ce qu'un déphaseur (19) est interposé entre la sortie du récepteur optique (9,17) et l'entrée de modulation du modulateur électrique (12, 20) pour réaliser un déphasage tel que les composantes bruit
- 20 du signal de modulation M' et du signal optique en entrée du modulateur optique (15) sont en opposition de phase.



c
FIG. 1



ART ANTÉRIEUR
FIG. 2

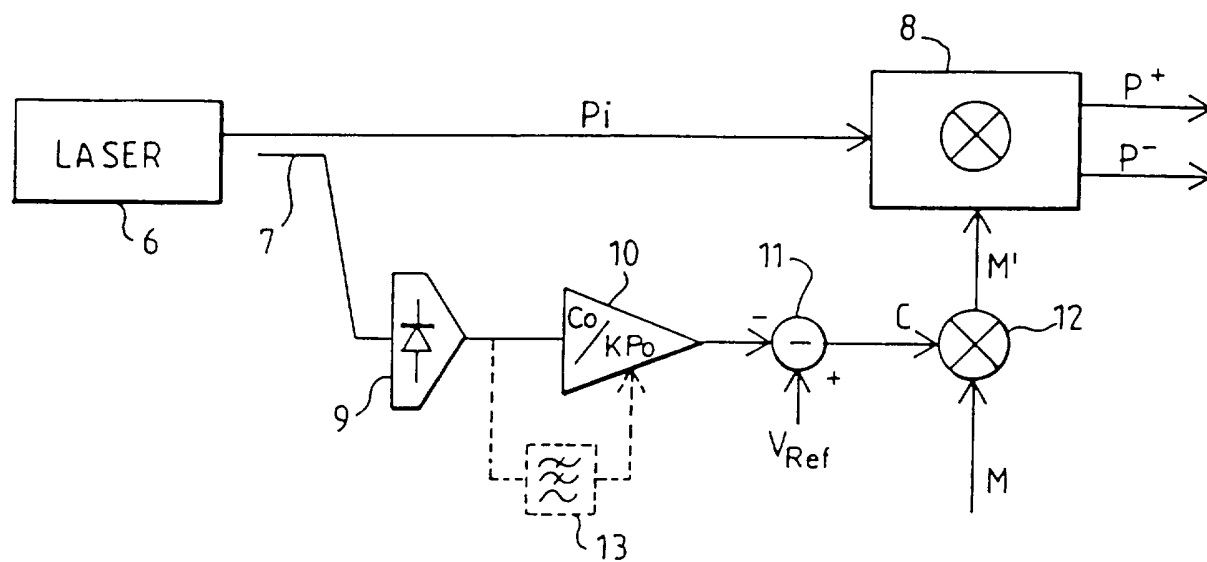


FIG. 3

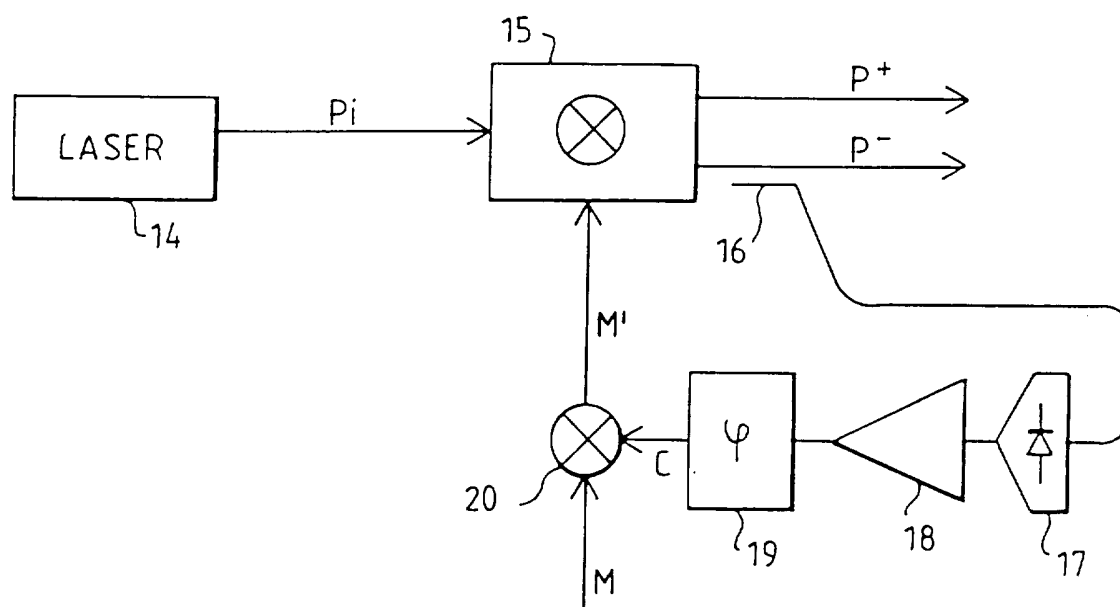


FIG. 4

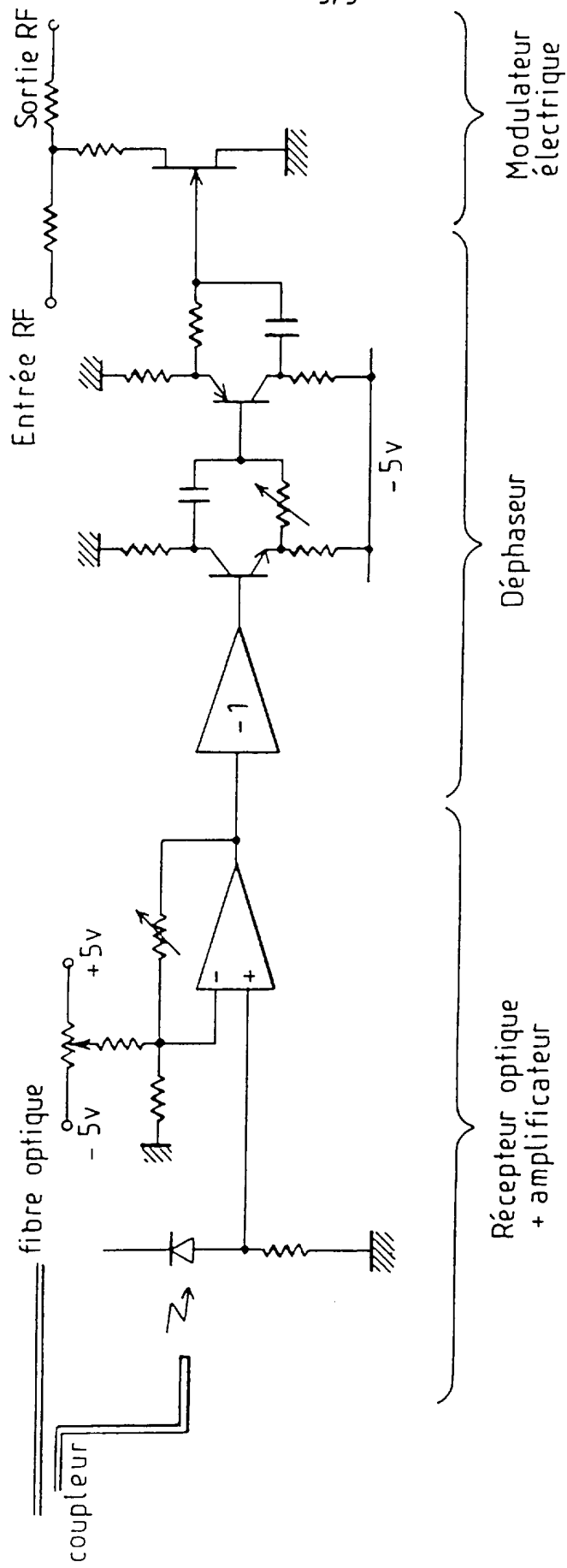


FIG. 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/FR 95/01018

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 6 H04B10/155

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 6 H04B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JOURNAL OF LIGHTWAVE TECHNOLOGY, vol. 11, no. 1, January 1993 NEW YORK US, pages 82-104, XP 000377989 M.NAZARATHY ET AL. 'Progress in externally modulated AM CATV transmission systems' see page 84, paragraph D; figure 5 ---	1
A	US,A,5 166 509 (M.E.CURRAN) 24 November 1992 see abstract; figure 3 ---	1
A	EP,A,0 488 469 (KONINKLIJKE PTT NL N.V.) 3 June 1992 see abstract; claims 1-4 ---	1
-/--		

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- * "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- * "E" earlier document but published on or after the international filing date
- * "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- * "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- * "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- * "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- * "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- * "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- * "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

20 October 1995

Date of mailing of the international search report

08.11.95

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+ 31-70) 340-3016

Authorized officer

Galanti, M

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.
PCT/FR 95/01018

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	IEEE PHOTONICS TECHNOLOGY LETTERS, vol. 3, no. 7, July 1991 NEW YORK US, pages 666-668, Y.S.TRISNO ET AL. 'Video multicast using a VSB-AM external modulator at 1.5 um' see abstract ---	1
A	ONDE ELECTRIQUE, vol. 73, no. 4, August 1993 PARIS FR, pages 44-52, XP 000381582 C.J.RICHARD ET AL. 'Transmission d'un signal multicanaux TV MA-BLR sur fibre optique monomode pour réseaux de vidéocommunication' see abstract -----	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/FR 95/01018

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US-A-5166509	24-11-92	NONE	
EP-A-0488469	03-06-92	NL-A- 9002596	16-06-92

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

mande Internationale No
PCT/FR 95/01018

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
CIB 6 H04B10/155

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)
CIB 6 H04B

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	JOURNAL OF LIGHTWAVE TECHNOLOGY, vol. 11, no. 1, Janvier 1993 NEW YORK US, pages 82-104, XP 000377989 M.NAZARATHY ET AL. 'Progress in externally modulated AM CATV transmission systems' voir page 84, alinéa D; figure 5 ---	1
A	US,A,5 166 509 (M.E.CURRAN) 24 Novembre 1992 voir abrégé; figure 3 ---	1
A	EP,A,0 488 469 (KONINKLIJKE PTT NL N.V.) 3 Juin 1992 voir abrégé; revendications 1-4 ---	1
	-/--	

☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

- *A* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- *E* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- *L* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- *O* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- *P* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- *T* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- *X* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- *Y* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- *&* document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

20 Octobre 1995

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

08.11.95

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+ 31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Galanti, M

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

mande Internationale No
PCT/FR 95/01018

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	IEEE PHOTONICS TECHNOLOGY LETTERS, vol. 3, no. 7, Juillet 1991 NEW YORK US, pages 666-668, Y.S.TRISNO ET AL. 'Video multicast using a VSB-AM external modulator at 1.5 um' voir abrégé ---	1
A	ONDE ELECTRIQUE, vol. 73, no. 4, Août 1993 PARIS FR, pages 44-52, XP 000381582 C.J.RICHARD ET AL. 'Transmission d'un signal multicanaux TV MA-BLR sur fibre optique monomode pour réseaux de vidéocommunication' voir abrégé -----	1

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

mande internationale No

PCT/FR 95/01018

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US-A-5166509	24-11-92	AUCUN	
EP-A-0488469	03-06-92	NL-A- 9002596	16-06-92