



DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITE DE COOPERATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(51) Classification internationale des brevets ⁵ : G02B 6/28	A1	(11) Numéro de publication internationale: WO 92/17803 (43) Date de publication internationale: 15 octobre 1992 (15.10.92)
(21) Numéro de la demande internationale: PCT/FR92/00277 (22) Date de dépôt international: 27 mars 1992 (27.03.92) (30) Données relatives à la priorité: 91/03854 29 mars 1991 (29.03.91) FR (71) Déposant (pour tous les Etats désignés sauf US): THOMSON-CSF [FR/FR]; 51, esplanade du Général-de-Gaulle, F-92800 Puteaux (FR). (72) Inventeurs; et (75) Inventeurs/Déposants (US seulement) : TOURNOIS, Pierre [FR/FR]; DOLFI, Daniel [FR/FR]; HUIGNARD, Jean-Pierre [FR/FR]; Thomson-CSF SCPI, F-92045 Paris-La Défense Cédex 67 (FR).		(74) Mandataire: LARDIC, René; Thomson-CSF SCPI, F-92045 Paris-La Défense Cédex 67 (FR). (81) Etats désignés: AT (brevet européen), BE (brevet européen), CA, CH (brevet européen), DE (brevet européen), DK (brevet européen), ES (brevet européen), FR (brevet européen), GB (brevet européen), GR (brevet européen), IT (brevet européen), JP, LU (brevet européen), MC (brevet européen), NL (brevet européen), SE (brevet européen), US. Publiée <i>Avec rapport de recherche internationale.</i>
(54) Title: OPTICALLY OPERATED ELECTRIC TRANSVERSAL FILTER		
(54) Titre: FILTRE TRANSVERSE ELECTRIQUE A FONCTIONNEMENT OPTIQUE		
(57) Abstract The invention describes a programmable transversal filter for adaptive filtering of signals with a very broad passband. The signals to be filtered modulate one or more optical carriers (F1) in a modulator (mod). Each carrier is distributed over several channels by a divider (DIV). Each channel is equipped with a delay line (CR1 to CRn). These channels are then summated after being correctly delayed, and a coefficient characteristic of the signal being detected is assigned to them. Application in processing broadband signals. (57) Abrégé L'invention concerne un filtre transverse programmable nécessaire au filtrage adapté de signaux à très large bande passante. Les signaux à filtrer modulent une ou plusieurs porteuses optiques (F1) dans un modulateur (mod). Chaque porteuse est répartie sur plusieurs canaux par un répartiteur (DIV). Dans chaque canal est prévu un circuit de création de retard (CR1 à CRn). Ces canaux sont ensuite sommés après avoir été correctement retardés et affectés d'un coefficient caractéristique du signal à détecter. Application: traitement de signaux large bande.		

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	ES	Espagne	MG	Madagascar
AU	Australie	FI	Finlande	ML	Mali
BB	Barbade	FR	France	MN	Mongolie
BE	Belgique	GA	Gabon	MR	Mauritanie
BF	Burkina Faso	GB	Royaume-Uni	MW	Malawi
BG	Bulgarie	GN	Guinée	NL	Pays-Bas
BJ	Bénin	GR	Grèce	NO	Norvège
BR	Brésil	HU	Hongrie	PL	Pologne
CA	Canada	IT	Italie	RO	Roumanie
CF	République Centrafricaine	JP	Japon	RU	Fédération de Russie
CG	Congo	KP	République populaire démocratique de Corée	SD	Soudan
CH	Suisse	KR	République de Corée	SE	Suède
CI	Côte d'Ivoire	LI	Liechtenstein	SN	Sénégal
CM	Cameroon	LK	Sri Lanka	SU	Union soviétique
CS	Tchécoslovaquie	LU	Luxembourg	TD	Tchad
DE	Allemagne	MC	Monaco	TG	Togo
DK	Danemark			US	Etats-Unis d'Amérique

-1-

FILTRE TRANSVERSE ELECTRIQUE A FONCTIONNEMENT OPTIQUE

L'invention concerne un filtre transverse électrique à fonctionnement optique et plus particulièrement un filtre transverse programmable utilisant une architecture optique.

Ce filtre transverse programmable est plus particulièrement applicable au filtrage adapté de signaux à large bande.

Le principe du filtre transversal est la sommation de signaux prélevés avec différents retards et différents poids, le long d'une ligne de transmission excitée par le signal à filtrer. A l'aide d'un tel filtre linéaire, on cherche à déterminer la date d'apparition d'un signal $p(t)$ connu a priori. Ce signal $p(t)$ transitoire de durée finie T , est en réalité mélangé à un bruit $b(t)$ supposé indépendant de $p(t)$. C'est alors le signal $x(t) = p(t) + b(t)$ qu'il est nécessaire de filtrer. Lorsqu'un tel filtre est réalisé et qu'il maximise le rapport signal à bruit à l'instant T , il est dit adapté. Dans le cas d'un bruit blanc idéal, la réponse impulsionnelle $h(t)$ du filtre adapté est $h(t) = p(-t)$. Lorsque le bruit n'est pas blanc, ce filtre n'est plus optimal mais il permet cependant encore de déterminer la date d'arrivée de $p(t)$ dans la majorité des cas.

La réalisation de filtres adaptés est obtenue dans la plupart des cas par la méthode de pondération telle que décrite dans le document : "J. Max - "Méthodes et techniques de traitement du signal et applications aux mesures physiques" Masson Editeurs 1987. On injecte en permanence, le signal $x(t)$ à l'entrée d'une ligne à retard constituée de N éléments donnant chacun un retard τ comme cela est représenté en figure 1. On suppose en outre disposer d'un échantillonnage sur $N+1$ points du signal $p(t)$: $p(0)$, $p(\tau)$, $p(N\tau)$. La sortie de chaque élément constituant la ligne à retard est pondérée par un coefficient λ_k tel que :

$$\lambda_k = p[(N-k)\tau] / |P_{\max}|$$

où $|P_{\max}|$ est la valeur maximale du module de $p(t)$. On a ainsi $-1 < \lambda_k < 1$. Lorsqu'à un instant donné t_0 , on fait la somme des $N+1$ sorties pondérées on dispose d'un signal $Y(t_0)$ tel que :

$$5 \quad y(t_0) = \sum_{k=0}^N x(t_0 - k\tau) p[(N-k)\tau] \text{ avec } N\tau = T$$

$$= \sum_{k=0}^N x(t_k) p[t_k - (t_0 - T)] \text{ avec } (t_k = t_0 - k\tau)$$

10 Ceci est bien la sortie du filtre adapté à l'instant $t_0 - T$.

La technique actuelle permet la réalisation d'un tel dispositif par des moyens numériques mais elle est alors limitée aux basses et moyennes fréquences. D'autres solutions, à base de fibres optiques ont été proposées telle que celle décrite dans le document K.P. Jackson - H.J. Shaw - "Fiber-optic delay-line signal processors" in Optical Signal Processing" édité par J.L. Horner, Academic Press, mais elles se heurtent à la difficulté de réalisation d'un grand nombre de points de couplage.

Le dispositif selon l'invention permet de résoudre ces deux problèmes à savoir, il permet un fonctionnement à hautes fréquences avec un grand nombre de points de couplage, il autorise donc un grand nombre d'échantillons sur des signaux à très hautes fréquences, typiquement $N = 1024$ de 0 à 20 GHz.

L'invention concerne donc un filtre transverse caractérisé en ce qu'il comporte :

- un modulateur électrooptique recevant une onde optique et un signal électrique à filtrer et retransmettant l'onde optique modulée par le signal électrique, cette onde optique retransmise étant polarisée linéairement ;
- 30 - un séparateur de faisceau séparant l'onde optique modulée selon plusieurs canaux élémentaires ;
- au moins un ensemble de création de retards en série selon

la direction des canaux élémentaires, un ensemble comportant autant de circuits de création de retard qu'il y a de canaux élémentaires et placés chacun sur un canal élémentaire ;

- un concentrateur de faisceau regroupant les différents canaux et les focalisant sur un détecteur d'intensité lumineuse.

Les différents objets et caractéristiques de l'invention apparaîtront plus clairement dans la description qui va suivre et dans les figures annexées qui représentent :

- la figure 1, un système selon l'art connu déjà décrit ;
- la figure 2, un exemple général de réalisation d'un filtre transverse selon l'invention ;
- la figure 3, un exemple de réalisation détaillé d'un filtre transverse selon l'invention ;
- la figure 4, un exemple de réalisation d'un ensemble de création de retards ;
- la figure 5, une variante de réalisation d'un ensemble de création de retards ;
- la figure 6, une variante de réalisation des moyens de détection de l'intensité lumineuse.

En se reportant à la figure 2, on va donc maintenant décrire un exemple général de réalisation d'un filtre transverse selon l'invention.

Ce filtre comporte :

- une source S émettant un faisceau lumineux F1 ;
- un modulateur électrooptique mod recevant le faisceau F1 ainsi qu'un signal électrique de commande $x(t)$ qui permet de moduler le faisceau de façon à fournir un faisceau F2 modulé par le signal électrique $x(t)$ auquel on désire appliquer un filtrage transverse c'est-à-dire détecter une information de fréquences réparties sur un temps T ;
- un séparateur de faisceaux DIV recevant le faisceau F2 et le répartissant sur n canaux élémentaires f_1 à f_n ;

- des circuits de création de retards optiques CR1 à CRn situés chacun en série sur un canal élémentaire f1 à fn ;
- des modulateurs d'amplitude ma1 à man modulant l'intensité de la lumière de chaque canal élémentaire ;
- 5 - un dispositif de focalisation L focalisant les différents canaux ;
- un dispositif détecteur d'intensité lumineuse PD (photodétecteur) recevant le faisceau focalisé.

10 Ainsi en affectant des retards adéquats à chaque circuit à retard CR1 à CRn on trouvera une information déterminée contenue dans le signal $x(t)$ par détection d'un pic d'intensité lumineuse.

 En se reportant à la figure 3, on va maintenant décrire un exemple de réalisation détaillé du dispositif de l'invention.

15 Le faisceau F1 polarisé linéairement issu d'une source laser S est couplé dans un modulateur mod. Celui-ci est par exemple un modulateur intégré sur LiNbO_3 et possède une bande passante s'étendant de 0 à 20 GHz. Il est excité par le signal à filtrer $x(t)$. Le faisceau F2 polarisé linéairement issu de mod est ensuite étendu au moyen d'un système afocal BE de manière à

20 couvrir la surface d'un modulateur spatial de lumière M_1 . Ce modulateur est par exemple une cellule à cristal liquide comportant $n \times n$ éléments images. Sur chaque élément image la polarisation de la lumière incidente peut être tournée de 0° à 90° suivant la tension appliquée. On peut noter que seuls deux

25 états (0 et 90°) sont nécessaires et donc, des cellules à cristaux liquides ferroélectriques sont bien adaptées. Le modulateur spatial M_1 est disposé de telle sorte qu'il découpe $n \times n$ voies parallèles dans le faisceau laser étendu. Un ensemble de cubes séparateurs de polarisation PBS_{11} et PBS_{12} et d'un

30 prisme à réflexion totale P1 est placé en série avec le modulateur M_1 . Comme on le voit sur la figure 4, le choix de l'état de la polarisation sur chaque élément image du modulateur

M_1 permet de choisir le chemin suivi par chacun des $n \times n$ canaux comportant la porteuse optique du signal $x(t)$. L'ensemble modulateur spatial M_1 - cubes séparateurs PBS_{11}/PBS_{12} - dispositif de réflexion P1 constitue un premier circuit de

5 création de retard.

Ce premier circuit de création de retard est suivi par un deuxième circuit de création de retard placé en série (modulateur spatial M_2 - cubes séparateurs PBS_{21}/PBS_{22} - dispositif de réflexion P2) et ainsi de suite jusqu'à un $p^{ième}$ circuit de création de retard (modulateur spatial M_p - cubes séparateurs PBS_{p1}/PBS_{p2} dispositif de réflexion Pp). Ces différents circuits sont tels que chaque élément image de chaque modulateur spatial M_2 à M_p est aligné sur un canal élémentaire créé par le modulateur spatial M_1 . Lorsque le faisceau étendu a traversé tous les cubes

10 séparateurs (PBS_i), il passe dans un modulateur spatial d'amplitude MA. C'est par exemple une cellule à cristal liquide, identique aux modulateurs spatiaux M_i , mais disposée entre polariseurs croisés pour moduler l'intensité du faisceau qui la traverse. Le modulateur MA permet d'affecter sur chaque canal, l'am-

15 plitude de la porteuse optique d'un coefficient λ_k précédemment défini. On dispose ensuite une lentille L qui assure la sommation de tous ces canaux parallèles sur une photodiode rapide PD. Cette sommation doit être incohérente pour ne pas être perturbée par des termes de déphasages optiques. Il faut donc que la longueur

20 de cohérence du laser soit inférieure à la plus petite différence de marche permise par le système, c'est-à-dire par celle imposée par le plus petit incrément de retard. A l'instant t_0 , la porteuse optique, sur chaque canal, avant traversée de MA est de la forme :

30

$$S_k(t_0) = S_0 x(t_0 - k\tau) |\exp j \omega (t_0 - k\tau)|^2$$

où :

- ω est la pulsation du laser,
- τ l'incrément de retard du dispositif.

En effet les dispositifs de réflexion (prismes P_i) sont disposés de manière à définir des retards en progression géométrique : $\tau, 2\tau, 4\tau, \dots 2^{(p-1)}\tau$ avec en outre $2^p\tau = N\tau$. A la traversée de MA chaque canal est affecté d'un coefficient λ_k caractéristique du signal à détecter dans $x(t)$ et devient ainsi :

$$S_k(t_o) = S_o \lambda_k x(t_o - k\tau)$$

$$= \left[p((N-k)\tau) \cdot x(t_o - k\tau) / |P_{\max}| \right]$$

La sommation étant incohérente, la photodiode PD délivre un photocourant proportionnel à la somme :

$$Y(t_o) = \frac{1}{|P_{\max}|} \sum_{k=0}^N p[(N-k)\tau] x(t_o - k\tau)$$

qui est la sortie du filtre adapté à l'instant $t_o - T$.

On peut remarquer que la reconfigurabilité des modulateurs spatiaux M_i n'est pas indispensable ici. En effet, les trajets peuvent être fixés une fois pour toutes et seule la valeur des λ_k peut être modifiée. Les modulateurs spatiaux M_i peuvent donc être remplacés par des matrices fixes de lames $\lambda/2$ (λ longueur d'onde du laser).

Une certaine reconfigurabilité du système peut cependant être utile lorsque $2^p > N$. En effet, on peut choisir alors la séquence de retard désirée :

$$\tau, 2\tau, 4\tau, \dots 2^{(n-1)}\tau = N\tau$$

ou

$$\tau' = 2\tau, 2\tau', 4\tau', \dots 2^{(n-2)}\tau' = N\tau \text{ etc ...}$$

et ainsi adapter la bande passante du filtre à celle du signal $p(t)$ à détecter.

La figure 5 représente une variante de réalisation d'un circuit à retard.

5 Il comporte un dispositif (cube) séparateur de polarisation d'entrée $PBS_{1,i}$, deux dispositifs de réflexion (prisme) $P_{1,i}$ et $P_{2,i}$ et un dispositif (cube) de séparation ou recombineur de polarisations de sortie $PBS_{2,i}$. Ces quatre dispositifs déterminent pour les deux polarisations, deux trajets optiques de
10 même longueur géométrique. Cependant l'un des trajets comporte une lame à faces parallèles FPI qui incorpore un retard optique dans le trajet optique. Les deux trajets optiques n'ont donc pas la même longueur optique. Une telle variante permet ainsi de réaliser des retards très faibles.

15 La figure 6 représente une variante de réalisation du dispositif de l'invention.

Dans cette variante, la lentille L est remplacée par une matrice de lentilles $L_1, \dots, L_n$. Au foyer de chacune d'elle est placée une photodiode rapide PD_1, PD ($1 < n < j$). Chaque lentille
20 permet la sommation de N canaux parallèles. Ainsi le modulateur MA est partagé en n domaines de N pixels chacun. A chaque domaine on associe une série de coefficients $\lambda_{k,j}$ permettant la reconnaissance d'un signal $p_j(t)$ présent dans $x(t)$. Cela équivaut à disposer de J filtres adaptés en parallèle, le photocourant
25 fournit par chaque photodiode étant le résultat du filtre de $x(t)$ par le filtre correspondant à $p_j(t)$.

Selon une autre variante de réalisation, le nombre d'échantillons désiré est typiquement $N = 1024$. Dans cette variante, le nombre d'éléments des modulateurs spatiaux M_i est $n \times n = N \times n'$.
30 A l'intérieur d'un même groupe de n' éléments images, ceux-ci sont dans le même état d'excitation. L'architecture proposée fournit ainsi N faisceaux de n' voies parallèles. Chaque faisceau

joue donc le rôle précédemment décrit d'un élément image. De même MA comporte $n \times n$ pixels. Les éléments images de ce modulateur spatial MA n'ont plus que deux états de transmission possibles 0 et 1. Ainsi en choisissant le nombre d'éléments images du modulateur MA à l'état passant dans un faisceau de n voies, on affecte le poids désiré à la valeur de retard fournie par ce faisceau. Le contrôle des poids n'est plus alors analogique mais devient digital. Le nombre n chiffre alors la dynamique des poids.

10 A titre d'exemple de réalisation, le filtre transverse selon l'invention peut être réalisé de la manière suivante :

S : Laser solide, pompé diode
largement multimode, qqs 100 mW, λ 1,3 μm - 1,5 μm

15 mod : modulateur optique intégré sur LiNbO_3
large bande 0 --> 20 GHz
profondeur de modulateur 80 à 100 %
pertes d'insertion 6 dB

20 Mi : cellules à cristal liquide nématique twisté ou
ferroélectrique 40 x 40 mm^2
32 x 32 pixels commandés individuellement
taux d'extinction entre polariseurs croisés : 1:1000

25 MA : identique aux Mi mais placé entre polariseurs croisés

PD : photodiode rapide

Valeur des retards :

30 pour 20 GHz de bande passante l'incrément $\tau = 25$ ps
1024 incréments sont réalisés sur 1024 voies au moyen
de 10 modulateurs Mi

Le dispositif selon l'invention présente les avantages suivants :

- Il permet de filtrer des signaux de très haute fréquence et à large bande passante puisque la valeur de l'incrément de retard peut être aussi faible que voulue (voir figure 5 : le retard résulte de l'interposition d'une lame à faces parallèles sur le trajet d'une des polarisations).

- Le contrôle des poids λ_k est assuré en parallèle sur un dispositif unique M_i . En outre, ce contrôle indépendant sur chaque voie permet la compensation de la dispersion des niveaux résultant des différents chemins suivis.

- L'architecture proposée est entièrement, et à chaque instant reconfigurable. La valeur de l'incrément de retard peut ainsi être en permanence, adaptée à la bande passante du signal à filtrer.

- Un nombre de voies supérieur à celui des retards autorise la défaillance de certains éléments images sans affecter les performances du système.

Il est bien évident que la description qui précède n'a été faite qu'à titre d'exemple et que d'autres variantes peuvent être envisagées sans sortir du cadre de l'invention. Notamment, les dispositifs de création de retard (cellules à cristaux liquides, séparateurs de polarisation, etc.) ainsi que le modulateur d'amplitude peuvent être réalisés différemment que ce qui a été décrit.

REVENDICATIONS

1. Filtre transverse caractérisé en ce qu'il comporte :

- un modulateur électrooptique recevant une onde optique et un signal électrique à filtrer et retransmettant l'onde optique modulée par le signal électrique cette onde optique retransmise
5 étant polarisée linéairement ;

- un séparateur de faisceau séparant l'onde optique modulée selon plusieurs canaux élémentaires ;

- au moins un ensemble de création de retards en série selon la direction des canaux élémentaires, chaque ensemble comportant
10 autant de circuits de création de retard qu'il y a de canaux élémentaires et placés chacun sur un canal élémentaire ;

- un concentrateur de faisceau (L) regroupant les différents canaux et les focalisant sur un détecteur d'intensité lumineuse (PD).
15

2. Filtre selon la revendication 1, caractérisé en ce que chaque circuit à retard est commutable.

3. Filtre selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte un polariseur disposé en amont du séparateur de faisceau de telle façon que l'onde optique modulée est polarisée
20 linéairement.

4. Filtre selon la revendication 3, caractérisé en ce que chaque ensemble de création de retards comporte :

- une cellule à cristal liquide (M1) comportant au moins autant d'éléments images qu'il y a de canaux élémentaires à créer
25 chaque élément image comportant des moyens de commande permettant de faire tourner de 90° la direction de polarisation de la lumière :

- au moins un premier séparateur de polarisation (PBS11) transmettant la lumière d'une première polarisation par un
30 premier circuit selon une direction de sortie déterminée et la lumière d'une deuxième polarisation par un deuxième circuit selon

la même direction déterminée.

5 5. Filtre selon la revendication 4, caractérisé en ce que le séparateur de faisceau (PBS1) transmet la lumière de la première polarisation selon la direction de sortie sensiblement colinéaire avec celle de la lumière incidente vers un ensemble de création de retards suivants ou vers le concentrateur de faisceau (L) et réfléchit la lumière de la deuxième polarisation vers un circuit à retard (P1, P2, ..., Pp) lequel circuit à retard retransmet la lumière selon une direction colinéaire à la direction de sortie.

10 6. Filtre selon la revendication 5, caractérisé en ce qu'il comporte un deuxième séparateur de polarisations (PBS12) placé en série avec le premier séparateur (PBS11) sur la direction de sortie, transmettant la première polarisation, le circuit à retard étant couplé à ce deuxième séparateur de polarisation de façon que la lumière provenant du circuit à retard soit réfléchie sur la direction de sortie.

7. Filtre selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend des modulateurs d'amplitude (MA) situés chacun en série avec chaque canal élémentaire.

20 8. Filtre selon la revendication 7, les modulateurs d'amplitude comportent une cellule à cristal comportant autant d'éléments image qu'il y a de canaux élémentaires, chaque élément image étant placé sur la direction d'un canal élémentaire.

25 9. Filtre selon la revendication 1, caractérisé en ce que le concentrateur de faisceau (L) comporte une lentille (L).

10. Filtre selon la revendication 1, caractérisé en ce que le détecteur d'intensité lumineuse comporte un photodétecteur (PD).

30 11. Filtre selon la revendication 1, caractérisé en ce que le concentrateur comporte plusieurs lentilles (L1, Ln) et plusieurs détecteurs d'intensité lumineuses (Pd1, Pdn) chaque lentille focalisant la lumière d'un nombre déterminé de canaux

sur un détecteur d'intensité lumineuse déterminé.

12. Filtre selon la revendication 4, caractérisé en ce que le premier circuit et le deuxième circuit ont même longueur géométrique, l'un des deux circuits comportant une lame à faces parallèles (FP).

13. Filtre selon la revendication 12, caractérisé en ce que la lumière de la première polarisation transmise par le premier séparateur de polarisation (PBS1i) est réfléchiée par un premier dispositif de réflexion (P2i) vers un deuxième séparateur de polarisations (PBS2i) et que la lumière de la deuxième polarisation réfléchiée par le premier séparateur de polarisations (PBS1i) est réfléchiée par un deuxième dispositif de réflexion (P2i) vers le deuxième séparateur de polarisations (PBS2i) de telle façon que celui-ci rende colinéaires la lumière des deux polarisations.

14. Filtre selon la revendication 13, caractérisé en ce que les différents ensembles de création de retards comportent des lames à faces parallèles d'épaisseurs différentes.

15. Filtre transverse selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte, en série avec chaque canal élémentaire un modulateur spatial (MA) comprenant plusieurs éléments images par canal, chaque élément image ayant deux états optiques possibles (bloquant ou passant), le nombre d'éléments dans l'état passant permettant d'affecter un poids à la valeur du retard du canal.

16. Filtre transverse selon l'une des revendications 4 ou 15, caractérisé en ce que chaque cellule à cristal liquide (M1) comporte plusieurs groupes d'éléments images, chaque groupe correspondant à un canal de création de retard.

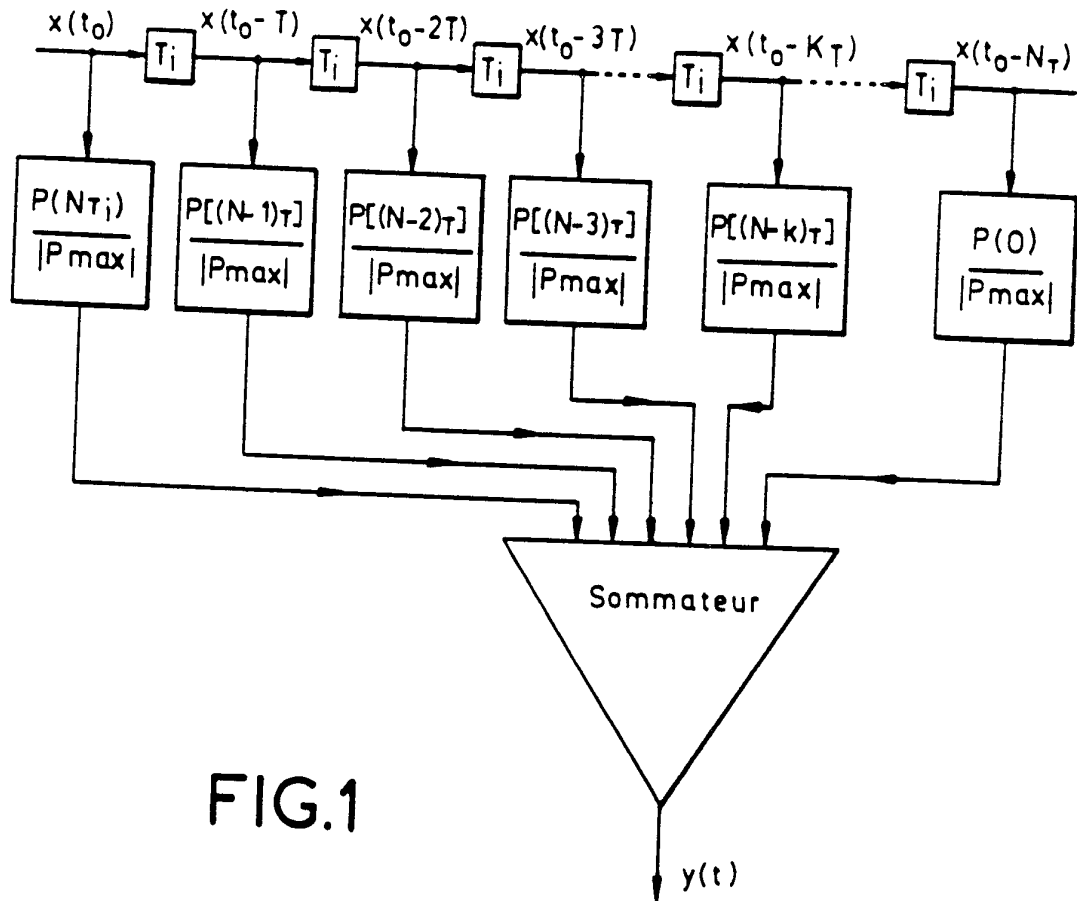


FIG.1

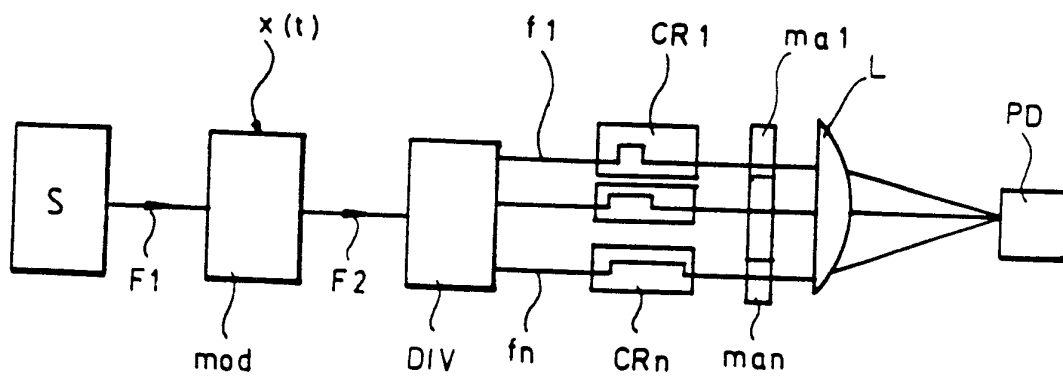


FIG.2

FIG.3

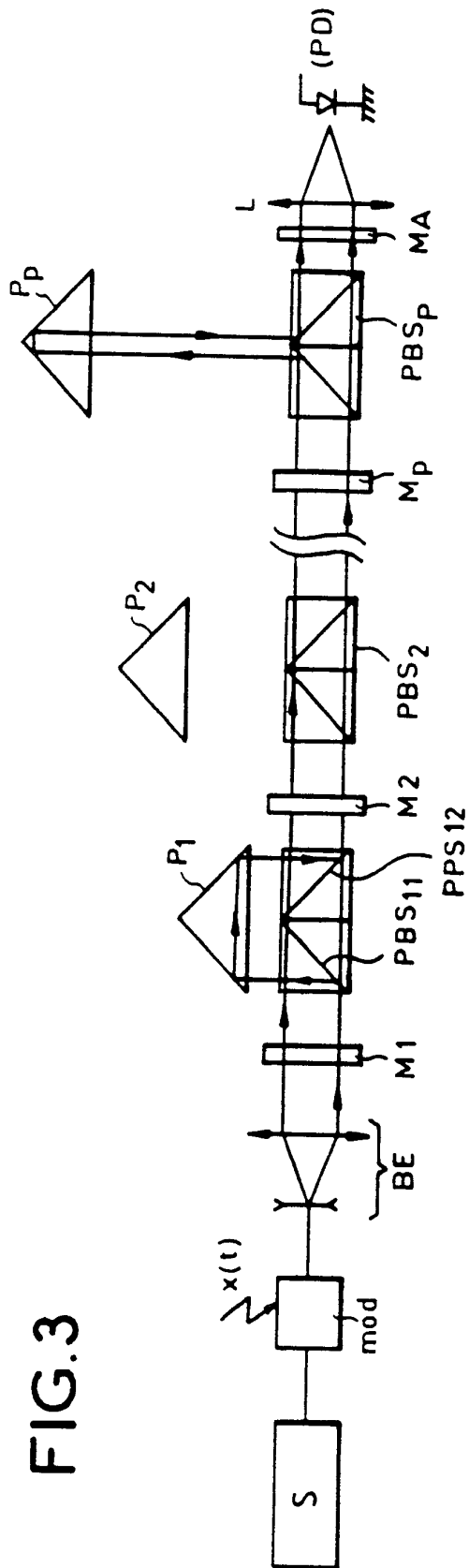
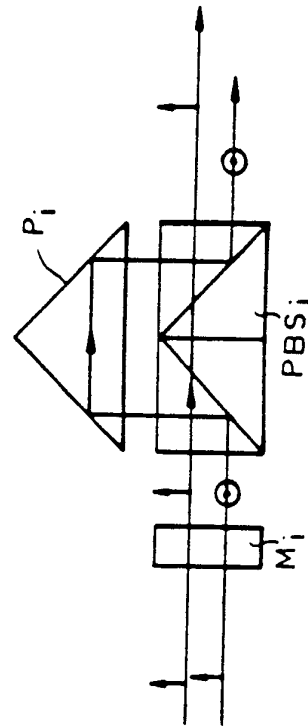


FIG.4



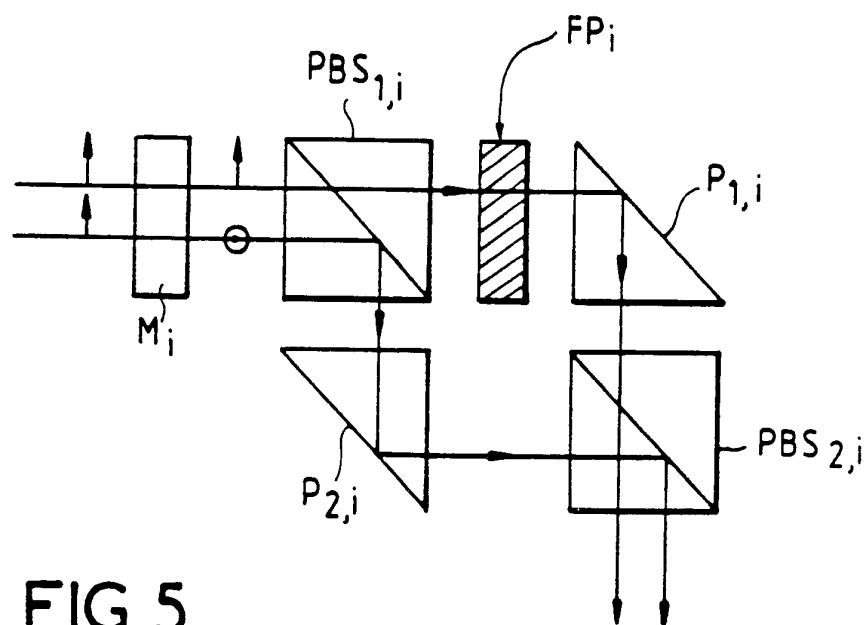


FIG. 5

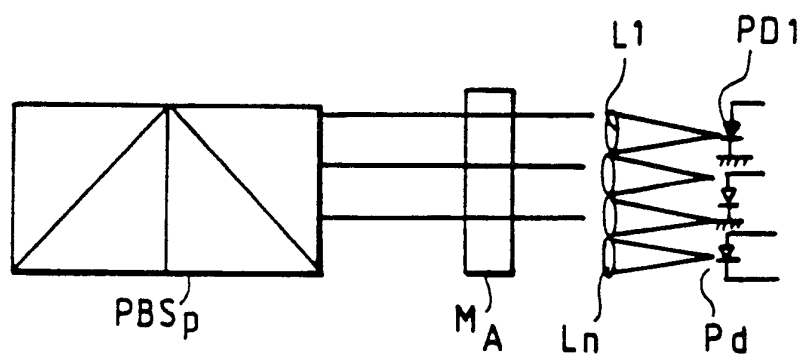


FIG. 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/FR 92/00277

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.5 G02B6/28

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)

Int.Cl.5 G02B

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 practicable, 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.
Y	PROCEEDINGS OF THE SOCIETY OF PHOTO-OPTICAL INSTRUMENTATION ENGINEERS Vol. 176, 1979, BELLINGHAM, US pages 17 - 27; TAYLOR: 'fiber and integrated optical devices for signal processing' see page 19, line 49 - page 20, line 7; figure 7	1-7,10
Y	EP, A, 0 331 462 (RAYTHEON) 6 September 1989 see column 3, line 53 - line 64 see column 5, line 10 - line 25 see column 10, line 57 - column 11, line 6 see column 12, line 34 - line 41 see column 12, line 63 - column 13, line 16 see column 13, line 32 - line 65 see column 14, line 42 - line 51; figures 1,2, 4-7	1-7,10

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family 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

23 July 1992 (23.07.92)

Date of mailing of the international search report

31 July 1992 (31.07.92)

Name and mailing address of the ISA/

Authorized officer

Facsimile No.

EUROPEAN PATENT OFFICE

Telephone No.

9200277
58655

This annex lists the patent family members relating to the patent documents cited in the above-mentioned international search report. The members are as contained in the European Patent Office EDP file on

The European Patent Office is in no way liable for these particulars which are merely given for the purpose of information. 23/07/92

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP-A-0331462	06-09-89	US-A- 4882235 JP-A- 2007022	21-11-89 11-01-90

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande Internationale No

PCT/FR 92/00277

I. CLASSEMENT DE L'INVENTION (si plusieurs symboles de classification sont applicables, les indiquer tous) ⁷

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

CIB 5 G02B6/28

II. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée⁸

Système de classification

Symboles de classification

CIB 5

G02B

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où de tels documents font partie des domaines sur lesquels la recherche a porté⁹

III. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS¹⁰

Catégorie ^o	Identification des documents cités, avec indication, si nécessaire, ¹² des passages pertinents ¹³	No. des revendications visées ¹⁴
Y	PROCEEDINGS OF THE SOCIETY OF PHOTO-OPTICAL INSTRUMENTATION ENGINEERS vol. 176, 1979, BELLINGHAM, US pages 17 - 27; TAYLOR: 'fiber and integrated optical devices for signal processing' voir page 19, ligne 49 - page 20, ligne 7; figure 7 ---	1-7,10
Y	EP,A,0 331 462 (RAYTHEON) 6 Septembre 1989 voir colonne 3, ligne 53 - ligne 64 voir colonne 5, ligne 10 - ligne 25 voir colonne 10, ligne 57 - colonne 11, ligne 6 voir colonne 12, ligne 34 - ligne 41 voir colonne 12, ligne 63 - colonne 13, ligne 16 voir colonne 13, ligne 32 - ligne 65 voir colonne 14, ligne 42 - ligne 51; figures 1,2,4-7 ---	1-7,10

^o Catégories spéciales de documents cités:¹¹

"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 postérieurement à la date de dépôt international ou à 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

"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

IV. CERTIFICATION

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

23 JUILLET 1992

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

31. 07. 92

Administration chargée de la recherche internationale

OFFICE EUROPEEN DES BREVETS

Signature du fonctionnaire autorisé

WRIGHT J.P.

FR 9200277
SA 58655

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets. 23/07/92

FORM P0472