

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 572 293 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
27.08.1997 Bulletin 1997/35

(51) Int Cl.⁶: **H01P 9/00**

(21) Numéro de dépôt: **93401179.2**

(22) Date de dépôt: **07.05.1993**

(54) Dispositif de compression d'impulsions, notamment en émission hyperfréquence

Vorrichtung zur Impulskompression, insbesondere in Hochfrequenzsendung

Pulse compression device, particularly in high frequency transmission

(84) Etats contractants désignés:
DE FR GB IT SE

(30) Priorité: **26.05.1992 FR 9206431**

(43) Date de publication de la demande:
01.12.1993 Bulletin 1993/48

(73) Titulaire: **THOMSON-CSF**
75008 Paris (FR)

(72) Inventeur: **Kantorowicz, Gérard**
F-92402 Courbevoie Cedex (FR)

(74) Mandataire: **Benoit, Monique et al**
THOMSON-CSF-S.C.P.I.,
13, Avenue du Président
Salvador Allende
94117 Arcueil Cédex (FR)

(56) Documents cités:
US-A- 2 863 126 **US-A- 3 277 403**

- **REVIEW OF THE ELECTRICAL COMMUNICATION LABORATORIES** vol. 18, no. 3/4, Avril 1970, TOKYO JP pages 245 - 258 F. ISHIHARA ET AL. 'Comb type 4 GHz delay equalizer for millimeter wave communication'
- **ELECTRONICS LETTERS** vol. 1, no. 6, Août 1965, STEVENAGE GB pages 175 - 176 P.J.B. CLARRICOATS ET AL. 'Proposed microwave delay lines for pulse-compression radar'

EP 0 572 293 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen, toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

La présente invention concerne un dispositif de compression d'impulsions, notamment en émission hyperfréquence.

Elle s'applique notamment à des radars de détection de cibles furtives. Plus généralement, elle s'applique à tous les radars dont la fonction nécessite l'émission de fortes puissances crête pendant des impulsions de très courte durée.

Pour lutter par exemple contre des cibles furtives, il est nécessaire d'émettre des impulsions de durée plus courte que les temps de réaction, eux-mêmes très courts, de ces cibles furtives. Il faut alors par exemple comprimer les impulsions émises dans un rapport 10 environ, à puissance émise moyenne constante. Cela peut conduire à comprimer par exemple des impulsions d'une durée de 100 ns à 1 MW de puissance crête en impulsions d'une durée de 10 ns environ à 10 MW de puissance crête.

La compression analogique d'impulsions modulées en fréquence est une technique bien connue en réception. La compression à l'émission et à fort niveau de puissance a déjà été réalisée. Une réalisation est notamment décrite dans l'article "SLED: A METHOD OF DOUBLING SLAC'S ENERGY" de Z.D. Farkas, H.A. Hogg, G.A. Loew et P.B. Wilson, Stanford Linear Accelerator Center, Stanford University, 1974. Le dispositif décrit utilise le temps de remplissage d'une cavité résonnante comme retard au front avant de l'impulsion par rapport au front arrière. Cette méthode est limitée par les surtensions dues à la résonance, par les pertes dans la cavité et par les forts champs électriques proportionnels à la surtension de la cavité.

En raison du gain limité de cette structure, un autre dispositif appelé "Binary Power Compressor", a été étudié. Il est décrit dans l'article "Binary Peak Power Multiplier and its application to Linear Accelerator Design" de Z. Farkas - IEEE Trans MTT 34 - 1986, page 1036. Il utilise deux voies d'amplification en parallèle, l'une des voies est retardée par rapport à l'autre avant recombinaison en phase et réduction par deux de la durée d'impulsion.

Pour réduire de façon importante la durée des impulsions, il est donc nécessaire d'utiliser un nombre important de tronçons de ce type, ce qui complique le dispositif et le rend encombrant et coûteux.

Un document : "REVIEW OF THE ELECTRICAL COMMUNICATION LABORATORIES vol. 18, n° 3/4, Avril 1970, Tokyo JP, pages 245-258, F. ISHIHARA et Al. (Comb type 4 GHz delay equalizer for millimeter wave communication)" décrit une ligne produisant un signal retardé.

L'invention a pour but de pallier les inconvénients précités, notamment en permettant de comprimer des impulsions de façon importante avec de fortes puissances crête possibles.

A cet effet, l'invention a pour objet un dispositif de

compression d'impulsions, tel que décrit par la revendication 1.

L'invention a pour principaux avantages qu'elle est peu encombrante, qu'elle est simple à mettre en oeuvre et qu'elle permet des taux de compression importants.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à l'aide de la description qui suit faite en regard des dessins annexés qui représentent :

- 10 - la figure 1a, un schéma de base explicitant le fonctionnement d'un dispositif selon l'invention ;
- la figure 1b, un exemple de réalisation de ligne à structure périodique ;
- la figure 1c, un diagramme de fréquence de la ligne précitée ;
- 15 - la figure 2a, un exemple théorique d'impulsion à comprimer ;
- la figure 2b, l'impulsion précédente comprimée ;
- la figure 3a, le synoptique d'un premier mode de réalisation possible d'un dispositif selon l'invention ;
- 20 - la figure 3b, un exemple d'impulsion à comprimer ;
- la figure 3c, l'impulsion précédente comprimée ;
- la figure 4, une structure possible pour une ligne utilisée dans un dispositif selon l'invention ;
- 25 - la figure 5, un deuxième mode de réalisation possible d'un dispositif selon l'invention.

La figure la représente un schéma de base explicitant le fonctionnement d'un dispositif selon l'invention. Un signal 1 impulsionnel, par exemple hyperfréquence, pénètre dans une première ligne de propagation 2 de longueur l_1 . En sortie de cette première ligne de propagation est placée une deuxième ligne de propagation 3 de longueur l_2 , à structure périodique, de période p . Un exemple de réalisation de ce type de ligne à structure périodique appelé ligne en guide replié est illustré par la figure 1b. Dans une ligne de propagation, un guide d'onde hyperfréquence par exemple, de section rectangulaire, sont disposées des plaques métalliques 4 parallèlement à la section de la ligne, c'est-à-dire perpendiculairement à son axe de propagation. Ces plaques métalliques 4 sont fixées alternativement d'un côté 311 et de l'autre côté opposé 312 de la ligne 3 en laissant un espace entre leur extrémité et le côté de la ligne auquel elles ne sont pas fixées. De même, ces plaques métalliques 4 sont fixées à l'un et à l'autre côtés 314, 315 adjacents aux deux côtés précédents 311, 312. La période p de la structure de la ligne 3 est par exemple définie par la distance entre deux plaques métalliques 4 successives fixées de la même façon sur la ligne 3.

Le dispositif selon l'invention utilise la propriété de réflexion des ondes que possède pour certaines fréquences une structure périodique, du type par exemple de celle de la figure 1b. Cette réflexion, définie notamment par les lois de Bragg ou de Brillouin, se produit lorsque la réflexion, sur chaque cellule, les plaques métalliques 4 par exemple, de la structure, devient cumulative dans une certaine bande de fréquence.

La figure 1c illustre par un diagramme la relation entre la fréquence transmise f à travers une telle ligne à structure périodique et le nombre d'onde β , égal à $2\pi/\lambda$, de propagation dans la structure, λ étant la longueur d'onde guidée dans la structure. Le diagramme de la figure 1c définit la bande passante de la ligne. En particulier, cette bande passante est bornée vers les fréquences basses par une fréquence f_c constituant une fréquence de coupure de la ligne, lorsque β est un multiple de $2\pi/L$ où L est égal à la période p précitée. Lorsque la fréquence du signal 1 est inférieure à la fréquence f_c à l'entrée du dispositif de la figure 1a, l'impulsion se réfléchit à l'entrée 5 de la ligne 3 à structure périodique. A la sortie de la première ligne 2, l'impulsion réfléchie 6

est retardée de $\tau = 2\frac{l_1}{v_1}$ par rapport à son instant d'entrée dans cette première ligne, où l_1 est la longueur de la première ligne de transmission 2, à structure non périodique par exemple, et v_1 la vitesse de propagation de l'énergie du signal 1 dans cette première ligne. Lorsque la fréquence du signal f est supérieure à la fréquence de coupure f_c , et inférieure à la fréquence de coupure maximale dans le cas d'un diagramme du type de la figure 1c par exemple, la ligne à structure périodique 3 propage le signal 1 comme cela est représenté par des pointillés 7 sur la figure 1a. La ligne à structure périodique 3 étant par exemple ouverte à l'extrémité opposée à celle reliée à la première ligne 2, le signal 1 se réfléchit à cette extrémité. A la sortie de la première ligne 2, le signal 1 se trouve alors retardé de $\tau = 2\frac{l_1}{v_1} + 2\frac{l_2}{v_2}$ où l_1 et v_1 représentent les mêmes grandeurs que précédemment et l_2 et v_2 représentent respectivement la longueur de la ligne à structure périodique 3 et la vitesse de propagation de l'énergie du signal 1 dans cette ligne.

Il est donc possible de créer ainsi un retard différent selon la fréquence du signal appliqué.

Le schéma de base d'un dispositif selon l'invention présenté par la figure 1a correspond en fait à une ligne de transmission unique dont la fréquence de coupure varie dans le sens de son axe de propagation. Dans le cas de la figure 1a, cette fréquence de coupure ne prend que deux valeurs, elle est par exemple très faible sur la longueur l_1 , de façon à laisser passer tous les signaux mis en jeu, et elle prend la valeur f_c au niveau de l'entrée de la structure périodique. Ainsi, dans un cas théorique illustré par la figure 2a, où une impulsion est modulée de façon à contenir deux signaux successifs S_1 et S_2 représentés en fonction du temps t , le signal S_1 ayant une fréquence supérieure à celle du signal S_2 , il est possible de définir une période de la ligne à structure périodique 3 de façon à obtenir une fréquence de coupure f_1 inférieure à la fréquence du signal S_1 mais supérieure à celle du signal S_2 . Ensuite, compte tenu des vitesses de propagation v_1 et v_2 précitées, il est possible de définir les longueurs l_1 et l_2 , elles aussi précitées, pour retarder le signal S_1 par rapport au signal S_2 de façon à

ce qu'il soit superposé au signal S_2 en sortie de la ligne globale constituée des lignes 2, 3 à fréquences de coupure différentes comme le montre la figure 2b où le mélange des deux signaux n'a pas été représenté mais uniquement leurs dispositions temporelles. A condition que la ligne possède en sortie des moyens, non représentés, de séparation d'une onde incidente et d'une onde réfléchie, un circulateur hyperfréquence par exemple, il est possible de récupérer en sortie de cette ligne une impulsion dont la largeur T_2 est réduite par rapport à la longueur T_1 de l'impulsion entrante.

La figure 3a représente le synoptique d'une réalisation possible d'un dispositif selon l'invention. L'impulsion à comprimer arrive par une ligne 31 à l'entrée 32 de moyens 33 de séparation d'une onde incidente et d'une onde réfléchie, un circulateur hyperfréquence par exemple. Les moyens de séparation 33 sont chargés par une ligne de transmission 34 de structure analogue à la ligne à structure périodique 3 de la figure 1a. Les moyens de séparation 33 peuvent être chargés par la ligne 34 par l'intermédiaire d'une ligne de transmission 35 ou bien avoir une ouverture directement fermée par la ligne 34. Les impulsions à comprimer peuvent avoir par exemple une fréquence de récurrence radar comprise entre quelques kilohertz et quelques centaines de kilohertz. Ces impulsions sont modulées, par exemple, par un signal hyperfréquence. Pour la réalisation du dispositif selon l'invention, la structure de la ligne 34 et la modulation des impulsions sont par exemple adaptées pour comprimer ces dernières. La ligne 34 reliée aux moyens de séparation 33 a une structure analogue à la ligne 3 de la figure 1a mais sans que cette structure soit nécessairement périodique. Selon l'invention, la ligne 34 a une structure telle que sa fréquence de coupure, basse par exemple, varie le long de son axe de propagation. Dans ce sens, elle est analogue à la ligne globale de la figure 1a constituée des deux lignes 2, 3 où la variation de fréquence de coupure se fait à la transition des deux lignes. Dans le cas du dispositif de la figure 3a, cette variation est adaptée à la modulation des impulsions à comprimer. En particulier, si cette modulation est linéaire, la variation de la fréquence de coupure le long de l'axe de propagation de la ligne 34 est elle aussi linéaire.

La figure 3b illustre une impulsion de durée T_1 dont la modulation est linéaire. En début d'impulsion la fréquence du signal contenu dans l'impulsion est égale à une valeur f_1 , la fréquence des signaux suivants variant linéairement jusqu'à la fréquence du signal de fin d'impulsion ayant une valeur f_2 , f_2 étant inférieure à f_1 . La fréquence de coupure basse le long de la ligne 34 peut donc varier par exemple linéairement de la valeur f_2 à son extrémité d'entrée à la valeur f_1 à son autre extrémité. La longueur de la ligne 34 est par exemple calculée de façon à ce que tous signaux successifs constituant l'impulsion à comprimer se superposent au dernier signal de fréquence f_2 en sortie de la ligne 34. La loi de variation de la fréquence de coupure, basse par exem-

ple, le long de l'axe de propagation de la ligne 34 et la loi de modulation de fréquence de l'impulsion à comprimer sont donc accordées de façon que tous les signaux successifs constituant l'impulsion se retrouvent, après réflexion, en synchronisme du côté du port d'entrée de la ligne 34. Les impulsions comprimées sont alors obtenues en sortie 36 des moyens de séparation 33. La figure 3c illustre une impulsion comprimée de durée T_2 obtenue par exemple par la compression de l'impulsion de durée T_1 de la figure 3b. Cette impulsion comprimée est constituée du mélange des signaux de fréquences différentes retardés les uns par rapport aux autres.

Dans l'exemple de réalisation décrit par les figures 3a, 3b et 3c, les fréquences de coupure utilisées sont des fréquences de coupure basse de la bande passante évoluant le long de l'axe de propagation de la ligne 34. Il est possible d'utiliser les fréquences de coupure haute de cette bande passante, dans ce cas, le signal à comprimer est modulé de telle façon que la fréquence des signaux qu'il contient croisse à partir du début de l'impulsion au lieu de décroître comme dans l'exemple de réalisation décrit.

Il n'est pas nécessaire que la modulation de fréquence de l'impulsion à comprimer soit linéaire. Néanmoins, une telle modulation facilite la réalisation d'un dispositif selon l'invention.

La variation de la fréquence de coupure le long de l'axe de la ligne 34 peut être obtenue de plusieurs manières. Dans une ligne à structure périodique telle que celle de la figure 1b, la fréquence de coupure dépendant de la période ou du pas p entre deux groupes de plaques métalliques consécutifs et identiques, une solution pour faire varier cette fréquence de coupure consiste à faire varier ce pas p . La ligne ne présente alors plus une structure proprement périodique mais conserve néanmoins ses propriétés de réflexion, la bande passante évoluant avec le pas p . Une autre solution consiste par exemple à faire varier la hauteur ou la largeur de la ligne de transmission 34. Toujours dans le cas d'une ligne du type de la figure 1b, il est possible de faire varier la géométrie des plaques métalliques 4 tout en conservant leur disposition périodique. Il est aussi possible de faire varier à la fois cette disposition et la géométrie des plaques métalliques 4.

La figure 4 présente le mode de réalisation de la ligne 34 de transmission à fréquence de coupure variable connu de l'art antérieur. Des plaques métalliques ou vannes 41 sont disposées le long de la ligne 34, un guide de section rectangulaire par exemple, perpendiculairement à son axe de propagation. Les vannes 41 sont toutes fixées sur un même côté 341 de la ligne et centrées par exemple sur le milieu de ce côté. La variation de la fréquence de coupure le long de cette ligne peut être réalisée en faisant varier le pas entre les vannes 41 ou en faisant varier leur hauteur. D'autres modes de réalisation sont possibles pour cette ligne 34, cette ligne peut notamment être réalisée en matériau diélectrique dont la géométrie varie en fonction de l'axe de propa-

gation de la ligne.

La figure 5 présente un autre mode de réalisation possible d'un dispositif selon l'invention. Celui-ci est constitué d'un coupleur 3dB 51 ayant une entrée 52 par laquelle entrent les impulsions à comprimer, une sortie 53 délivrant les impulsions comprimées et deux branches 54, 55 dans lesquelles passent les signaux entrant par l'entrée 52, les signaux passant dans chacune des branches ayant une même amplitude, égale à $1/\sqrt{2}$ fois moitié de celle des signaux d'entrée, d'où l'appellation de coupleur 3dB, et étant en quadrature. Les branches 54, 55 du coupleur 51 sont chacune chargées par une ligne 56, 57 dont la fréquence de coupure varie le long de l'axe de propagation. Ces lignes 56, 57 sont par exemple analogues à celle de la figure 1b, mais avec un pas variable entre les plaques métalliques 58 ou avec une dimension variable de ces plaques, ces variations étant adaptées à la modulation de fréquence des impulsions à comprimer. Ces lignes pourront aussi être analogues à celle présentée par la figure 4. Les branches 54, 55 du coupleur 51 possèdent des terminaisons 59, 60 qui permettent de les adapter à l'entrée des lignes 56, 57, car la section d'entrée de ces dernières est réduite par la présence des plaques métalliques 58. Le fonctionnement du dispositif de la figure 5 utilise les propriétés du coupleur 51 et des lignes 56, 57 qui lui sont associées, le coupleur jouant notamment le rôle des moyens de séparation d'une onde incidente et d'une onde réfléchie. Une impulsion à comprimer entre par l'entrée 52 du coupleur 51 puis se divise en deux impulsions en quadrature et d'égale amplitude, égale à $1/\sqrt{2}$ fois moitié de l'amplitude de l'impulsion entrante, une des impulsions ainsi créées se propageant dans une branche 54 et l'autre impulsion dans l'autre branche 55. Puis elles pénètrent dans les lignes 56, 57 par l'intermédiaire des terminaisons 59, 60. Ces impulsions se propagent et se réfléchissent à l'intérieur des lignes 56, 57 comme cela a été décrit précédemment dans la ligne 34 du dispositif de la figure 3a. En particulier, si l'impulsion à comprimer est modulée linéairement en fréquence, la fréquence de coupure varie linéairement le long des lignes 56, 57 selon des méthodes précédemment décrites. Dans le cas du dispositif de la figure 5, les structures des lignes 56, 57 sont de préférence identiques. Après réflexion dans ces lignes 56, 57, leur structure ayant été adaptée à la modulation de fréquence de l'impulsion entrant dans le coupleur 51 dans le but de comprimer celle-ci de façon analogue par exemple à la ligne 34 du dispositif de la figure 3a, les deux impulsions présentes à la sortie des branches sont comprimées. L'impulsion venant d'une branche 54 se divise en deux impulsions en quadrature et d'égale amplitude, l'une retournant vers l'entrée 52 du coupleur et l'autre se propageant vers la sortie 53 du coupleur. De même l'impulsion venant de l'autre branche 55 se divise de la même façon. Les deux impulsions étant préalablement d'égale amplitude et en quadrature, les impulsions se propageant vers l'entrée 52 se retrouvent en opposition de phase et de même

amplitude donc s'annulent alors que les impulsions se propageant vers la sortie 53 du coupleur, en phase, se recombinent pour constituer l'impulsion initiale comprimée.

Le dispositif de la figure 5 permet, notamment grâce au coupleur, de comprimer des impulsions de forte puissance et peut donc être avantageusement utilisé pour la compression d'impulsions en émission hyperfréquence, pour des applications radar par exemple.

Les exemples de dispositifs présentés s'appliquent à des ondes électromagnétiques hyperfréquence mais leur principe peut s'appliquer à d'autres types d'ondes.

Revendications

1. Dispositif de compression d'impulsions, les impulsions étant modulées en fréquence, comportant au moins une ligne de transmission (34, 56, 57) ayant au moins une fréquence de coupure (fc), un signal non transmis étant réfléchi, et des moyens de séparation (33, 51) d'une onde incidente et d'une onde réfléchie, chargés par la ligne de transmission (34, 56, 57) aiguillant les impulsions à comprimer vers la ligne de transmission, et recevant les impulsions réfléchies par ladite ligne, la ligne de transmission (34) étant constituée d'un guide d'onde de section rectangulaire où sont disposées des plaques métalliques (4, 41, 58) parallèlement à la section du guide, caractérisé en ce que la variation de la fréquence de coupure (fc) et la modulation de fréquence des impulsions à comprimer étant accordées, les plaques métalliques (4, 58) sont fixées alternativement d'un côté (311) et de l'autre côté opposé (312) du guide et alternativement à l'un (314) et à l'autre (315) des deux côtés adjacents aux côtés précédents (311, 312), laissant un espace entre une extrémité non fixée d'une plaque (4, 58) et un côté.
2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que la modulation de fréquence est linéaire.
3. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'une variation de la fréquence de coupure (fc) le long de l'axe de propagation de la ligne (34, 56, 57) est obtenue en faisant varier le pas de distance entre les plaques métalliques (4, 41, 58).
4. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'une variation de la fréquence de coupure (fc) le long de l'axe de propagation de la ligne est obtenue en faisant varier la géométrie des plaques métalliques (4, 41, 58).
5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'une varia-

tion de la fréquence de coupure (fc) le long de l'axe de propagation de la ligne est obtenue par variation de la section de guide.

6. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les moyens de séparation (33) sont constitués par un circulateur hyperfréquence.
7. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que les moyens de séparation sont constitués d'un coupleur (51), le coupleur (51) ayant deux branches (54, 55) chargées chacune par une ligne de transmission (56, 57) dont la fréquence de coupure (fc) varie le long de l'axe de propagation.
8. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la variation de la fréquence de coupure (fc) de la ligne de transmission est linéaire.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Komprimierung von frequenzmodulierten Impulsen, mit mindestens einer Übertragungsleitung (34, 56, 57), die mindestens eine Grenzfrequenz (fc) besitzt, wobei ein nicht übertragenes Signal reflektiert wird, und mit Trennmitteln (33, 51) zwischen einer ankommenden und einer reflektierten Welle, die durch die Übertragungsleitung (34, 56, 57) belastet werden und die zu komprimierenden Impulse zur Übertragungsleitung lenken sowie die von der Leitung reflektierten Impulse empfangen, wobei die Übertragungsleitung (34) aus einem Hohlleiter mit Rechteckquerschnitt besteht, in dem Metallplatten (4, 41, 58) parallel zum Querschnitt des Hohlleiters angeordnet sind, dadurch gekennzeichnet, daß die Veränderung der Grenzfrequenz (fc) und die Frequenzmodulation der zu komprimierenden Impulse aufeinander abgestimmt sind, daß die Metallplatten (4, 58) abwechselnd auf einer Seite (311) und auf der gegenüberliegenden Seite (312) des Hohlleiters und abwechselnd an einer oder der anderen der beiden den erstgenannten Seiten (311, 312) benachbarten Seiten (314, 315) befestigt sind, während ein Freiraum zwischen dem nicht befestigten Ende einer Platte (4, 58) und einer Seite verbleibt.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Frequenzmodulation linear ist.
3. Vorrichtung nach einem beliebigen der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine Veränderung der Grenzfrequenz (fc) entlang der Ausbreitungsachse der Leitung (34, 56, 57) durch Veränderung des Abstands zwischen den

Metallplatten (4, 41, 58) erhalten wird.

4. Vorrichtung nach einem beliebigen der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine Veränderung der Grenzfrequenz (f_c) entlang der Ausbreitungsachse der Leitung durch Veränderung der Geometrie der Metallplatten (4, 41, 58) erhalten wird.
5. Vorrichtung nach einem beliebigen der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine Veränderung der Grenzfrequenz (f_c) entlang der Ausbreitungsachse der Leitung durch eine Veränderung des Querschnitts des Hohlleiters erzielt wird.
6. Vorrichtung nach einem beliebigen der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Trennmittel (33) von einem Mikrowellenzirkulator gebildet werden.
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Trennmittel von einem Koppler (51) gebildet werden, der zwei Zweige (54, 55) besitzt, welche je durch eine Übertragungsleitung (56, 57) belastet sind, deren Grenzfrequenz (f_c) entlang der Ausbreitungsachse variiert.
8. Vorrichtung nach einem beliebigen der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Veränderung der Grenzfrequenz (f_c) der Übertragungsleitung eine lineare Veränderung ist.

Claims

1. Pulse compression device, for frequency-modulated pulses, which includes at least one transmission line (34, 56, 57) having at least one cut-off frequency (f_c), a non-transmitted signal being reflected, and means (33, 51) for separating an incident wave from a reflected wave, this means being loaded by the transmission line (34, 56, 57) routing the pulses to be compressed to the transmission line and receiving the pulses reflected by the said line, the transmission line (34) consisting of a waveguide of rectangular section in which metal plates (4, 41, 58) are arranged parallel to the section of the guide, characterized in that, since the variation in the cut-off frequency (f_c) and the frequency modulation of the pulses to be compressed are matched, the metal plates (4, 58) are fixed alternately on one side (311) and on the opposite other side (312) of the guide and alternately to one (314) and to the other (315) of the two sides adjacent to the previous sides (311, 312), leaving a space between a non-fixed end of a plate (4, 58) and a side.

2. Device according to Claim 1, characterized in that the frequency modulation is linear.
3. Device according to any one of the preceding claims, characterized in that a variation in the cut-off frequency (f_c) along the propagation axis of the line (34, 56, 57) is obtained by varying the distance spacing between the metal plates (4, 41, 58).
4. Device according to any one of the preceding claims, characterized in that a variation in the cut-off frequency (f_c) along the propagation axis of the line is obtained by varying the geometry of the metal plates (4, 41, 58).
5. Device according to any one of the preceding claims, characterized in that a variation in the cut-off frequency (f_c) along the propagation axis of the line is obtained by varying the waveguide section.
6. Device according to any one of the preceding claims, characterized in that the separating means (33) consist of an ultrahigh-frequency circulator.
7. Device according to one of Claims 1 to 5, characterized in that the separating means consist of a coupler (51), the coupler (51) having two branches (54, 55) each loaded by a transmission line (56, 57) whose cut-off frequency (f_c) varies along the propagation axis.
8. Device according to any one of the preceding claims, characterized in that the variation in the cut-off frequency (f_c) of the transmission line is linear.

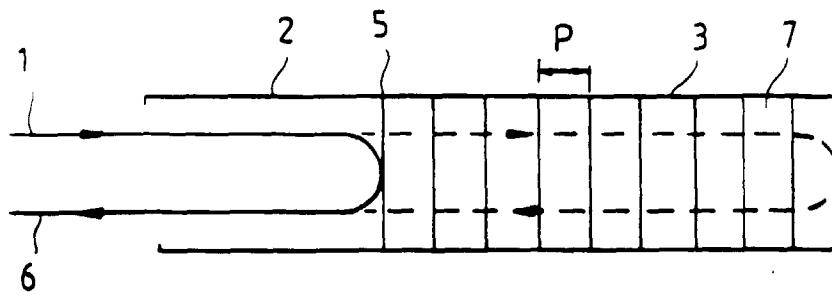


FIG. 1a

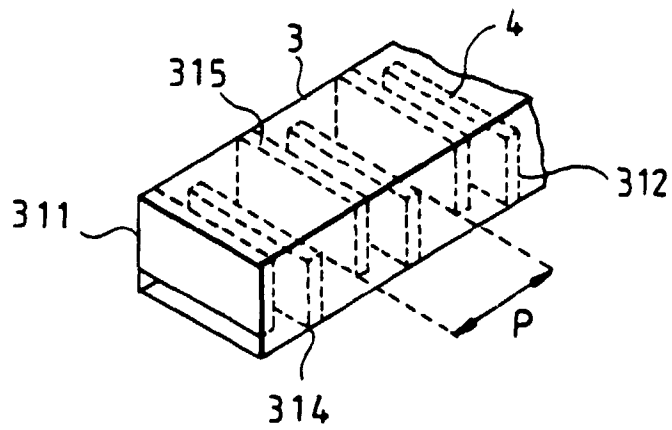


FIG. 1b

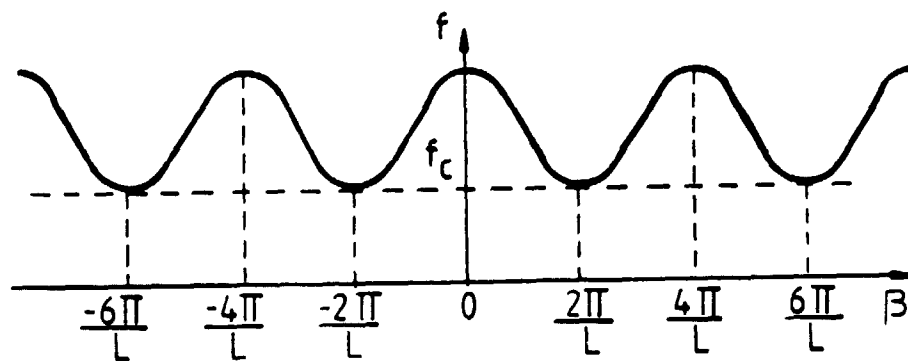


FIG. 1c

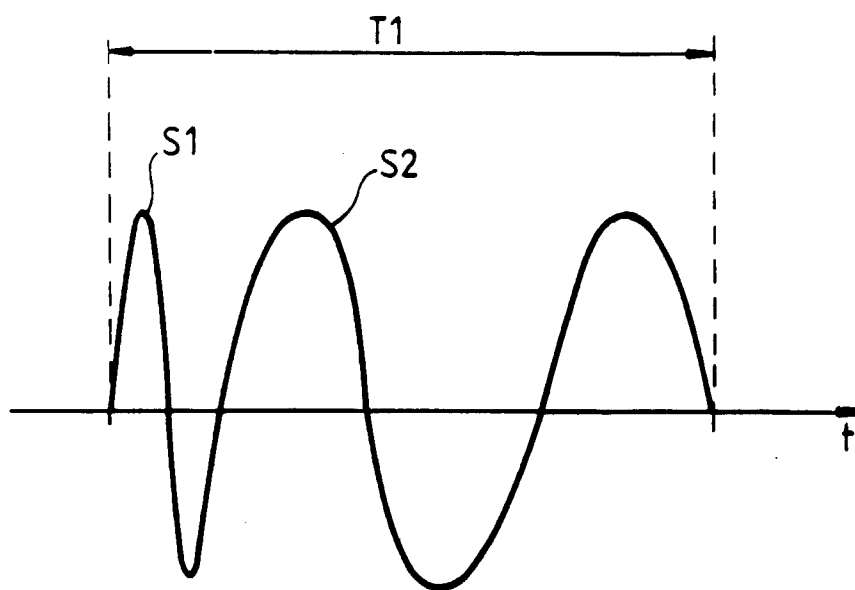


FIG. 2a

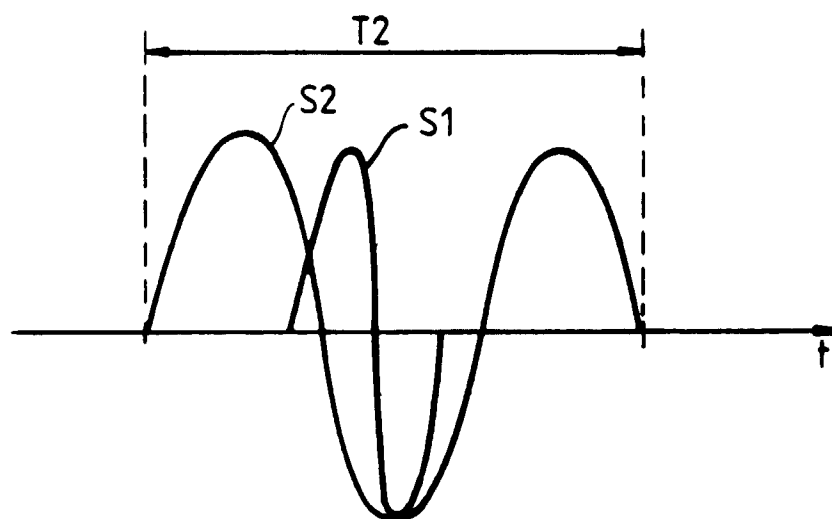


FIG. 2b

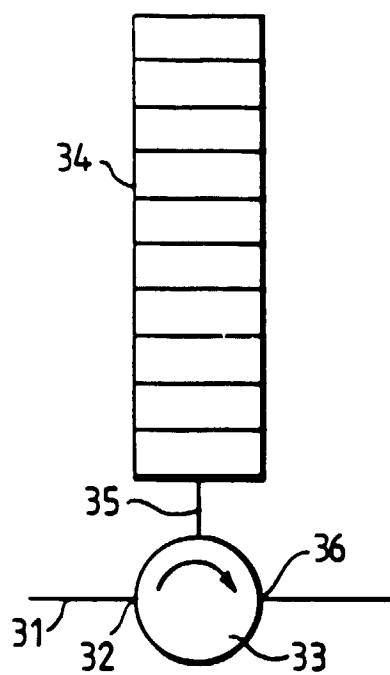


FIG.3a

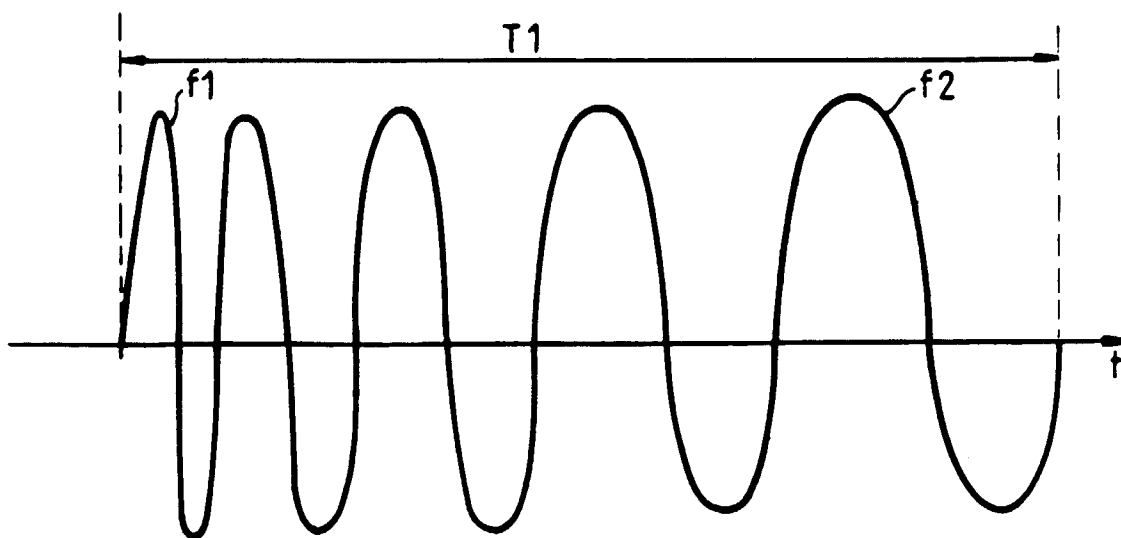


FIG.3b

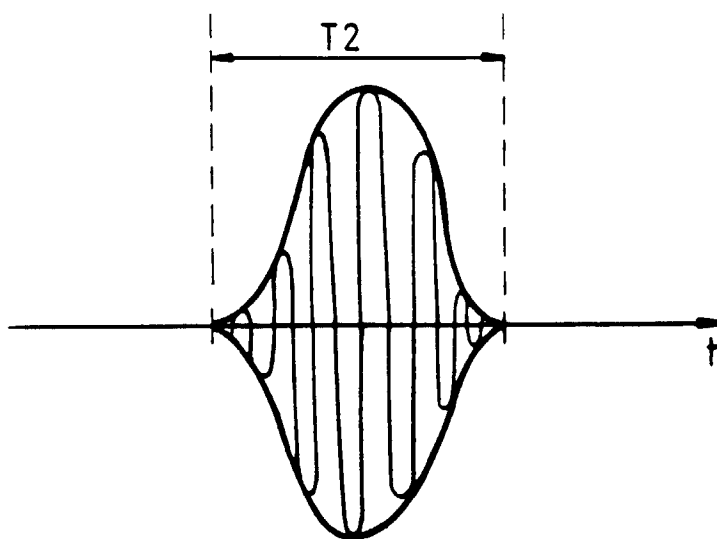


FIG. 3c

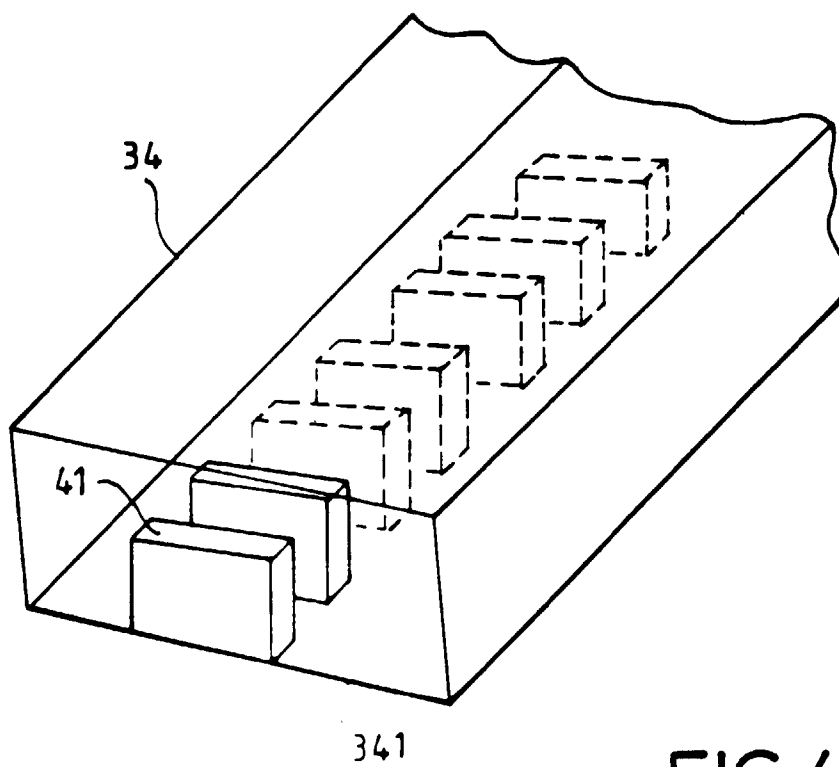


FIG.4

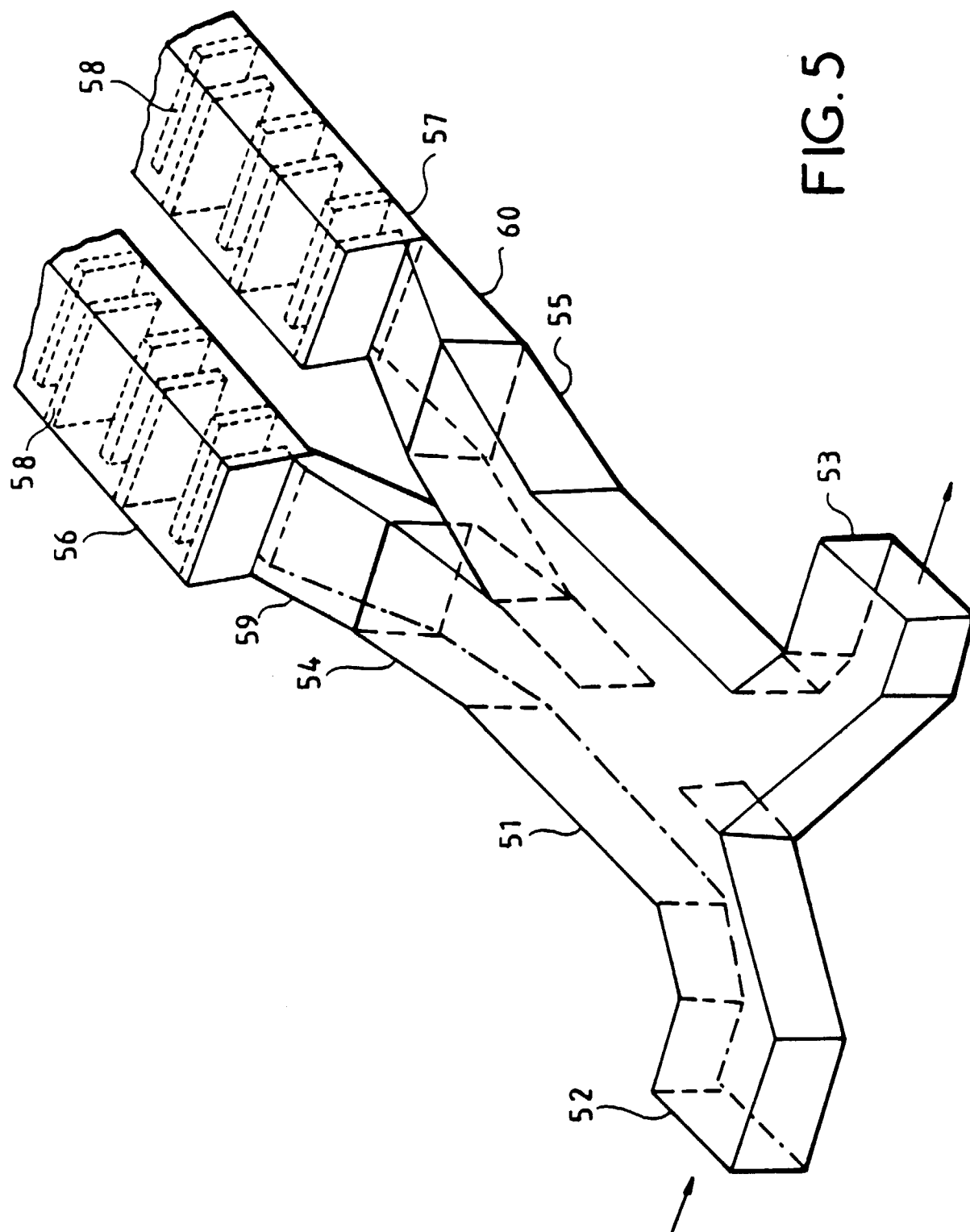


FIG. 5