



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets

(11) Veröffentlichungsnummer:

**0 058 318**

A1

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 82100607.9

(51) Int. Cl.<sup>3</sup>: H 04 K 1/04

(22) Anmeldetag: 29.01.82

(30) Priorität: 13.02.81 DE 3105214

(71) Anmelder: Licentia Patent-Verwaltungs-GmbH  
Theodor-Stern-Kai 1  
D-6000 Frankfurt/Main 70(DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
25.08.82 Patentblatt 82/34

(72) Erfinder: Göckler, Heinz, Dipl.-Ing.  
Elbinger Strasse 52  
D-7150 Backnang(DE)

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
BE CH DE FR GB IT LI LU NL

(74) Vertreter: Schickle, Gerhard, Dipl.-Ing. et al,  
Licentia Patent-Verwaltungs-GmbH Theodor-Stern-Kai  
1  
D-6000 Frankfurt/Main 70(DE)

(54) Teilbandvertauschungsverfahren.

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Vertauschung von gleichbreiten Teilbändern eines Signalfrequenzbandes mittels Modulatoren, denen gleiche Bandpaßfilter sowie weitere Modulatoren nachgeschaltet sind und ist dadurch gekennzeichnet, daß den Modulatoren bestimmte Trägerfrequenzen fest zugeordnet sind, und daß zwischen den Bandpaßfiltern und den nachgeschalteten Modulatoren eine Koppelmatrix zur Verwürfelung der Teilbänder vorgesehen ist.

Das erfindungsgemäße Verfahren weist die Vorteile auf,

daß zwischen den den Modulatoren zugeführten Trägerfrequenzen nicht umgeschaltet zu werden braucht, was eine Einsparung an Schaltungsaufwand erbringt. In einer Weiterbildung der Erfindung wird das Durchlaßband des Bandpaßfilters auf eines der Teilbänder gelegt, wodurch zwei Modulatoren und eine Trägerfrequenzerzeugung eingespart werden kann. In weiteren Ausgestaltungen werden günstige Werte zur Verschleierung eines CCITT-Sprachkanals angegebene (Fig. 1).

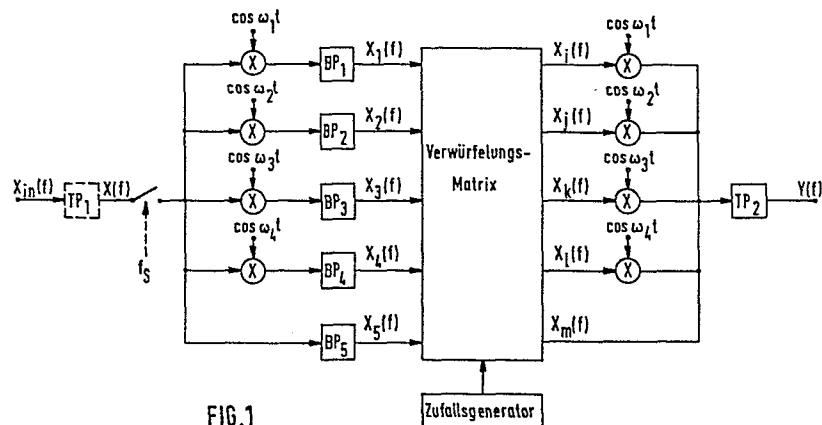


FIG.1

- 1 -

Licentia Patent-Verwaltungs-GmbH  
Theodor-Stern-Kai 1  
D-6000 Frankfurt

NE2-BK/Ruf/wei  
BK 79/90

Teilbandvertauschungsverfahren

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Vertauschung von gleich breiten Teilbändern eines Signalfrequenzbandes gemäß Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

- 05 Solche Verfahren sind bekannt, beispielsweise durch die DE-PS 24 26 451, in der eine Schaltungsanordnung zur Erzielung vertauschungsunabhängiger Frequenzraster für die Oberwellen von Sprach-Grundfrequenzen bei Einrichtungen zur Teilbandvertauschung, bei denen auf der Sendeseite eine
- 10 Aufteilung eines Sprachsignalbandes in gleich breite Teilbänder vorgenommen und durch eine Vertauschung der Teilbänder ein Übertragungsband gebildet wird, bei dem darin enthaltene Teilbänder invertiert sein können, wobei auf der Empfangsseite die vorgenommene Vertauschung rückgängig
- 15 gemacht wird, beschrieben wird, die dadurch gekennzeichnet ist, daß die Frequenz an der unteren Grenze des Sprachbandes und die halbe Teilbandbreite im Verhältnis zweier ganzen Zahlen zueinander stehen. Diese Schaltungsanordnung weist fünf Modulatoren auf, die mittels geeignet gewählten

- 2 -

- oberen Trägerfrequenzen an den Ausgängen der nachgeschalteten Einheitsfilter das Sprachband in fünf Teilbänder zerlegen. Die so gewonnenen Teilbänder werden mit Hilfe weiterer fünf nachgeschalteter Modulatoren in die ursprüngliche Frequenzlage des Sprachbandes zurück umgesetzt, wobei eine Vertauschung der Teilbänder dadurch erzielt wird, daß die Modulatoren mit einer wählbaren Auswahl von fünf aus zehn Trägerfrequenzen versorgt werden.
- 10 Die bekannten Bandpaßverfahren benötigen einen relativ hohen Schaltungsaufwand.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung war es deshalb, ein Verfahren für die Teilbandvertauschung der obigen Art zu geben, das weniger Schaltungsaufwand benötigt und eine zeitdiskrete oder digitale Signalverarbeitung gestattet.

Die Lösung erfolgt mit den in den Patentansprüchen angegebenen Mitteln.

- 20 Das erfindungsgemäße Verfahren weist die Vorteile auf, daß zwischen den den Modulatoren zugeführten Trägerfrequenzen nicht umgeschaltet zu werden braucht, was eine Einsparung an Schaltungsaufwand erbringt. In einer Weiterbildung der Erfindung wird das Durchlaßband des Bandpaßfilters auf eines der Teilbänder gelegt, wodurch zwei Modulatoren und eine Trägerfrequenzerzeugung eingespart werden kann. In weiteren Ausbildungen der Erfindung werden Angaben darüber gemacht, wie die Frequenzwerte für die Trägerschwingungen in Abhängigkeit von der Aufteilung in Teilbänder sowie der Abtastfrequenz zu wählen sind, so daß eine zeitdiskrete bzw. digitale Signalverarbeitung in vorteilhafter Weise durchgeführt werden kann. Dabei können sowohl rechteck- als auch sinusförmige Träger bei relativ niedrigen Abtastfrequenzen und einfacher Modulatorschaltung verwendet werden. In weiteren Ausgestaltungen der Erfindung werden

günstige Werte zur Verschleierung eines CCITT-Sprachkanals angegeben, der in fünf Teilbänder aufgeteilt wird.

Es folgt nun die Beschreibung der Erfindung anhand der Figuren:

Fig. 1 zeigt die Blockstruktur eines erfindungsgemäßen Sprachverschleierungssystems mittels Fünfbandvertauschung.

Fig. 2 zeigt Spektren nach der Frequenzumsetzung mit vier Sinus-Trägerschwingungen bei zeitdiskreter Signalverarbeitung.

Fig. 3 zeigt ein Beispiel einer Modulatorrealisierung.

Fig. 4 zeigt Spektren nach der Frequenzumsetzung mit einer Rechteck-Trägerschwingung bei zeitkontinuierlicher Signalverarbeitung.

Das prinzipielle Blockschaltbild eines Sprachverschleierungssystems auf der Basis der Fünfbandvertauschung ist in Fig. 1 wiedergegeben. Das Eingangsspektrum des zu verschleiern den Sprachsignals  $X_{in}(f)$  kann mit unerwünschten höherfrequenten Spektralanteilen behaftet sein, die gegebenenfalls durch einen eingangsseitigen Tiefpaß TP1 unterdrückt werden müssen, um beispielsweise bei zeitdiskreter Signalverarbeitung mit vorgegebener Abtastfrequenz  $f_S$  das Abtasttheorem einhalten zu können. Das resultierende bandbegrenzte Spektrum  $X_v(f)$  wird im nächsten Schritt mit Hilfe von gleichen Bandpassen in fünf Teilbänder aufgeteilt. Dazu ist eine vorherige Modulation mit entsprechenden Trägerfrequenzen  $\omega_1, \omega_2$  usw. notwendig. Die eigentliche Verwürfelung findet im nächsten Schritt durch eine Koppelmatrix  $M$ , die durch einen Zufalls generator gesteuert wird, statt, wobei die Teilbänder  $X_v(f)$   $v = 1, 2 \dots 5$  in kurzen Zeitabständen zufällig umgeordnet werden nach  $\{i, j, k, l, m\} \subset \{1, 2, 3, 4, 5\}$ . Anschließend werden die Teilbänder  $\{X_v(f)\}$  für  $v = i, j, k, l, m\}$  mit denselben Frequenzen der eingangsseitigen

- Modulatoren nochmals umgesetzt und kommen so in verwürfelter Reihenfolge in den ursprünglichen Frequenzbereich des Sprachspektrums X (f) zu liegen. Eventuelle Oberschwingungen des Ausgangsspektrums wie z. B. unerwünschte Modulationsprodukte
- 05 oder periodisch wiederkehrende Spektralanteile bei zeitdiskreter Signalverarbeitung werden durch den Tiefpaß TP2 eliminiert. Y (f) ist das Spektrum des verschleierten kontinuierlichen Ausgangssignals. Das System zur Entschlüsselung verschleierter Sprachsignale weist ebenfalls die in Fig. 1
- 10 wiedergegebene Blockstruktur auf, wobei zur richtigen Entschlüsselung der empfangsseitige Zufallsgenerator ZG dieselbe Zufallsfolge wie der Sender und auf diesen synchronisiert zu liefern hat.
- 15 Das erfindungsgemäße Verfahren erbringt weiterhin die Einsparung zweier Modulatoren, wenn das Durchlaßband des Einheitsbandpaßfilters BP1 bis BP5 auf eines der fünf Teilbänder gelegt und eine der Trägerfrequenzen auf der Eingangs- und Ausgangsseite den Wert 0 erhält. Die Fig. 2a zeigt das Spektrum des Sprachsignals (Telefonqualität), wobei die Regellage das zeitkontinuierliche Signal vollständig repräsentiert und die zusätzlichen Spektralanteile symmetrisch zu ganzzähligen Vielfachen der Abtastfrequenz fS (hier ist die Kehrlage unterhalb fS gezeichnet) bei zeitdiskreter Verarbeitung auftreten.
- 20
- 25

Der CCITT-Sprachkanal ist durch die Grenzen 0,3 bis 3,4 kHz festgelegt, wodurch bei einer Aufteilung in fünf Teilbänder die Teilbandbreite  $B = 620$  Hz beträgt. Die arithmetischen Mittenfrequenzen der Teilbänder liegen dann bei

$$f_{M_v}' = (2v - 1) \cdot \frac{B}{2} + 300 \text{ Hz}$$

für  $v = 1$  bis 5. Für eine einfache Trägerfrequenzerzeugung

35 und für eine zeitdiskrete Signalverarbeitung ist es günstig, die Mittenfrequenzen mit

$$f_M_v = v \cdot B$$

geringfügig zu modifizieren. Damit erstreckt sich das zu verwürfelnde Sprachspektrum von  $\frac{B}{2}$  bis  $11\frac{B}{2}$  (0,31 bis 3,41 kHz).

05

Zur Umsetzung der Teilbänder des zum zeitkontinuierlichen Signal gehörenden Spektrums gemäß Fig. 2a in dasselbe Frequenzband mittels Rechteckträgerschwingungen sind die Grundfrequenzen  $f_v$  für  $v = 1$  bis 5 äquidistant im Abstand  $B$  anzugeben. Nach der Formel

$$f_v = (n_v - \frac{i}{l}) \cdot B \quad (4)$$

für  $n_v = 0, 1, 2$  usw.  $v = 1$  bis 5,  $l = \epsilon \mathbb{N}$  und  $i = 0, 1, \dots, l-1$  als frei wählbare Parameter. Im einfachsten Fall für  $l = 1$  und  $i = 0$  erhält man  $f_v = n_v \cdot B$ . Der Mindestwert der Rechteckträgerfrequenzen darf dabei  $4B$  nicht unterschreiten, da sonst aufgrund der Hermitezität der Spektren reeller Signale störende spektrale Überlappungen auftreten. Diese Bedingung ergibt sich in gleicher Weise auch aufgrund des Linienspektrums der Rechteckträgerschwingung nach Fourier. Für  $n_v = 0$  entsprechend  $f_v = 0$  gilt vorgegebene Einschränkung nicht, da hierbei keine Frequenzumsetzung vorgenommen wird. In Fig. 4 sind im einzelnen die spektralen Beziehungen für eine zeitkontinuierliche Signalverarbeitung dargestellt.

Dieselben spektralen Verhältnisse lassen sich in dem in Fig. 4 wiedergegebenen Frequenzbereich auch mit einem zeitdiskreten System realisieren, wenn die Abtastfrequenz  $f_s$  geeignet gewählt wird. Dabei ist  $f_s$  so festzulegen, daß sämtliche Oberschwingungen aller Rechteckträger  $f_v$  für  $v = 1$  bis 5 symmetrisch zur halben Abtastfrequenz zu liegen kommen. Durch ist sichergestellt, daß zu den ohnehin vorhandenen Linien des Rechteckträgerspektrums aufgrund der Periodizität zeitdiskreter Signale keine weiteren unerwünschten Linien hinzukommen. Die Bedingung hierfür lautet

$$f_v = \frac{f_s/2}{m_v} \quad \text{für } m \in \mathbb{N} = 1, 2 \dots \quad (5).$$

Bezogen auf die halbe Abtastfrequenz treten dann Spektrallinien der abgetasteten Rechteckträgerschwingungen bei folgenden Frequenzen auf:

- 05                 für  $m_v$  ungerade  $\frac{f_s}{2} \pm 2\mu f_v$  und  
                    für  $m_v$  gerade    $\frac{f_s}{2} \pm (2\mu + 1) \cdot f_v$ ,

- 10                 jeweils für  $\mu$  ein Element aus der Menge der ganzen Zahlen  
                     $Z = \{\dots, -1, 0, +1, \dots\}$ . Die Abtastfrequenz ergibt sich  
                    damit zu

$$f_s = 2n_v \cdot m_v \cdot B = k \cdot B.$$

- 15                 Aufwandsgünstige Werte für  $k$ , der zugehörigen Abtastfrequenz  
                     $f_s$  und für  $n_v$  sind in Tabelle 1 zusammengestellt, wobei in  
                    den ersten vier Zeilen Lösungen mit Nichtumsetzung der Teil-  
                    bänder 3, 4 bzw. 5 und damit Einsparung von Modulatoren darge-  
                    stellt sind.

- 20                 Neben der Aufwandsminderung ergibt sich jeweils eine niedri-  
                    gere Abtastfrequenz.

- 25                 Erfindungsgemäß lassen sich die Abtastfrequenzen noch wei-  
                    ter erniedrigen, wenn zur Umsetzung sinusförmige Träger-  
                    schwingungen verwendet werden, die sich aus nur wenigen  
                    betragsmäßig unterschiedlichen Abtastwerten zu entspre-  
                    chenden Folgen zusammensetzen lassen. Auch hier gelten  
                    die Beziehungen (4) bzw. (5). Für die Abtastfrequenz gilt

30                  $f_s = \text{KGV}\{1, n_v - i\} \cdot \frac{B}{l}, \quad v = 1, \dots, 5$

oder

$$f_s = \frac{k \cdot B}{l}, \quad k \in \mathbb{N}.$$

Wegen des Abtasttheorems muß jedoch  $k/l > 11$  eingehalten werden, um störende spektrale Überfaltung zu vermeiden.  
In der folgenden Tabelle 4 sind für die Werte  $k/l = 15, 20, 24, 30$  und  $36$  in entsprechenden fünf Spalten mögliche Trägerfrequenzen relativ zur Abtastfrequenz  $f_s$  und in Abhängigkeit von  $n$  sowie für günstige Werte von  $i$  und  $l$  dargestellt:

Tabelle 4

		$f_v/f_s = \frac{l \cdot n - i}{k}$			
	$n$	$f_v/f_s$	$f_v/f_s$	$f_v/f_s$	$f_v/f_s$
	00	0	0	0	0
	01				
15	02	1/10	1/10	1/12	
	03	1/6		1/8	1/10
	04		1/5	1/6	
	05	3/10	1/4		1/6
	06	.	3/10	1/4	1/5
20	07				1/6
	08	1/2	2/5	1/3	
	09			3/8	3/10
	10		1/2	5/12	1/3
25	12			1/2	2/5
	15				1/3
	18				5/12
					1/2
	$k/l$	15	20	24	30
30	$i$	1	0	0	0
	$l$	2	1	1	1

Der Tabelle 4 kann entnommen werden, daß sich im Fall  $k/l = 15$  mit  $l = 2$  und  $i = 1$  nur vier der zulässigen Trägerfrequenzen ergeben. Ebenso ist das letzte dort wiedergegebene Ergebnis für  $k/l = 36$  mit  $i = 0$  unbrauchbar, da in beliebigen Frequenzintervallen der Breite  $10B$  jeweils nur maximal vier der zulässigen Trägerfrequenzen zu liegen

kommen, so daß höchstens vier Teilbänder mit gleichen Filtern separiert werden können. Die Spektren nach der Frequenzumsetzung sind für  $k/l = 24$  in der Fig. 2 wiedergegeben. Für die Werte  $k/l = 24$  und 30 sind die für eine Realisierung 05 günstigen Daten für die Trägerfrequenzen, wiederum relativ zur Abtastfrequenz für die einzelnen Teilbänder sowie die Mittelfrequenz des Bandpaßfilters in Tabelle 2 aufgelistet. Hin- sichtlich der zeitdiskreten Signalverarbeitung ergibt sich der aufwandsgünstigste Fall mit der Wahl der Bandmittelfrequenz 10 der Bandpaßfilter zu

$$f_M = 5 B,$$

da hierbei ein Teilbandsignal ohne Frequenzumsetzung gewon- 15 nen werden kann.

- - - - -

- 1 -

Licentia Patent-Verwaltungs-GmbH  
Theodor-Stern-Kai 1  
D-6000 Frankfurt 70

NE2-BK/Ruf/wei  
BK 79/90

Patentansprüche

1. Verfahren zur Vertauschung von gleichbreiten Teilbändern eines Signalfrequenzbandes mittels Modulatoren, denen gleiche Bandpaßfilter sowie weitere Modulatoren nachgeschaltet sind, dadurch gekennzeichnet, daß den Modulatoren bestimmte Trägerfrequenzen fest zugeordnet sind, und daß zwischen den Bandpaßfiltern (BP) und den nachgeschalteten Modulatoren (M1...) eine Koppelmatrix (M) zur Verwürfelung der Teilbänder vorgesehen ist.  
05
- 10 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Koppelmatrix durch einen Zufallsgenerator (ZG) steuerbar ist.
- 15 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Durchlaßband des Bandpaßfilters gleich einem der Teilbänder ist und daß eine der Trägerfrequenzen zu Null gewählt wird.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, da-

durch gekennzeichnet, daß die Trägerfrequenzen die Werte

$$f_v = (n_v - \frac{i}{l}) \cdot B$$

05 mit  $v = 1, 2 \dots$  Teilbändern der Bandbreite B und i, l und  $n_v \in \mathbb{N} = 1, 2 \dots$  (Elemente ε aus der Menge der natürlichen Zahlen N) als freiwillbare Parameter aufweisen.

10 5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Trägerfrequenzen die Werte

$$f_v = n_v \cdot B$$

aufweisen.

15 6. Verfahren nach Anspruch, 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Modulatoren zeitdiskret arbeiten und für die Abtastfrequenz der Trägerschwingungen die Beziehung

20  $f_s = 2m_v \cdot f_v, m_v \in \mathbb{N} = 1, 2 \dots$

gilt.

25 7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Träger sinusförmig sind und die Abtastfrequenz zu

$$f_s = \text{KGV}\{l \cdot n_v - i\} \cdot \frac{B}{l}$$

mit KGV gleich dem kleinsten gemeinsamen Vielfachen oder zu

$$f_s = k \cdot \frac{B}{l} \text{ mit } k \in \mathbb{N}$$

gewählt wird.

35 8. Verfahren nach Anspruch 6, wobei das Signalfrequenzband der CCITT-Sprachkanal ist, dadurch gekennzeichnet, daß

n = 5 Teilbänder mit der Bandbreite B = 620 Hz gebildet werden und daß die Frequenzumsetzung mit Rechteckträgern nach einer der folgenden Möglichkeiten der Tabelle 1 erfolgt:

05

Tabelle 1

k	fs/kHz	n1	n2	n3	n4	n5
10	560      347,2	4	5	-	7	8
	1260     781,2	5	6	7	-	9
	1008     624,96	4	7	8	9	-
	1008     624,96	6	7	8	9	-
	1680    1041,6	4	5	6	7	8

15

20

9. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß n = 5 Teilbänder mit der Bandbreite B = 620 Hz gebildet werden und daß die Frequenzumsetzung mit Sinusträgern nach einer der folgenden Möglichkeiten der Tabelle 2 erfolgt:

Tabelle 2

Teil-	band	$f_v / fs$	$f_v / fs$	$f_v / fs$	$f_v / fs$
	Nr.				
25	1	1/4, 1/6	1/3, 1/4	1/5	3/10
30	2	1/8	3/8	1/6, 3/10	1/3, 1/5
	3	1/3	1/6	1/3	1/6
	4	3/8	1/8	1/10	2/5
	5	0, 5/12	1/2, 1/12	2/5	1/10
35	fM	5 . B	7B	7B	8B
	k/l	24	24	30	30

10. Verfahren nach Anspruch 7 oder 9, dadurch gekennzeichnet,  
 daß die Modulatoren aus einer Multiplizierschaltung be-  
 stehen, die im Takte der Abtastfrequenz das Signal für  
 $f_v/f_s$  oder ganzzahligen Vielfachen davon laut folgender  
 05 Tabelle 3 mit den dort angegebenen Faktoren multiplizieren:

Tabelle 3

$f_v/f_s$	1/2	1/3	1/4	1/5	1/6	1/8	1/10	1/12
10	1	-1	$\pm 1$	0	$\pm 1$	0	0	$\pm 1$
Faktoren	-1	0.5	0	1	$\pm 0.5$	$\pm 1$	$\pm 1$	$\pm 0.268$
				$\pm 0.618$	$\pm \sqrt{2}$	$\pm 0.618$	$\pm 0.732$	

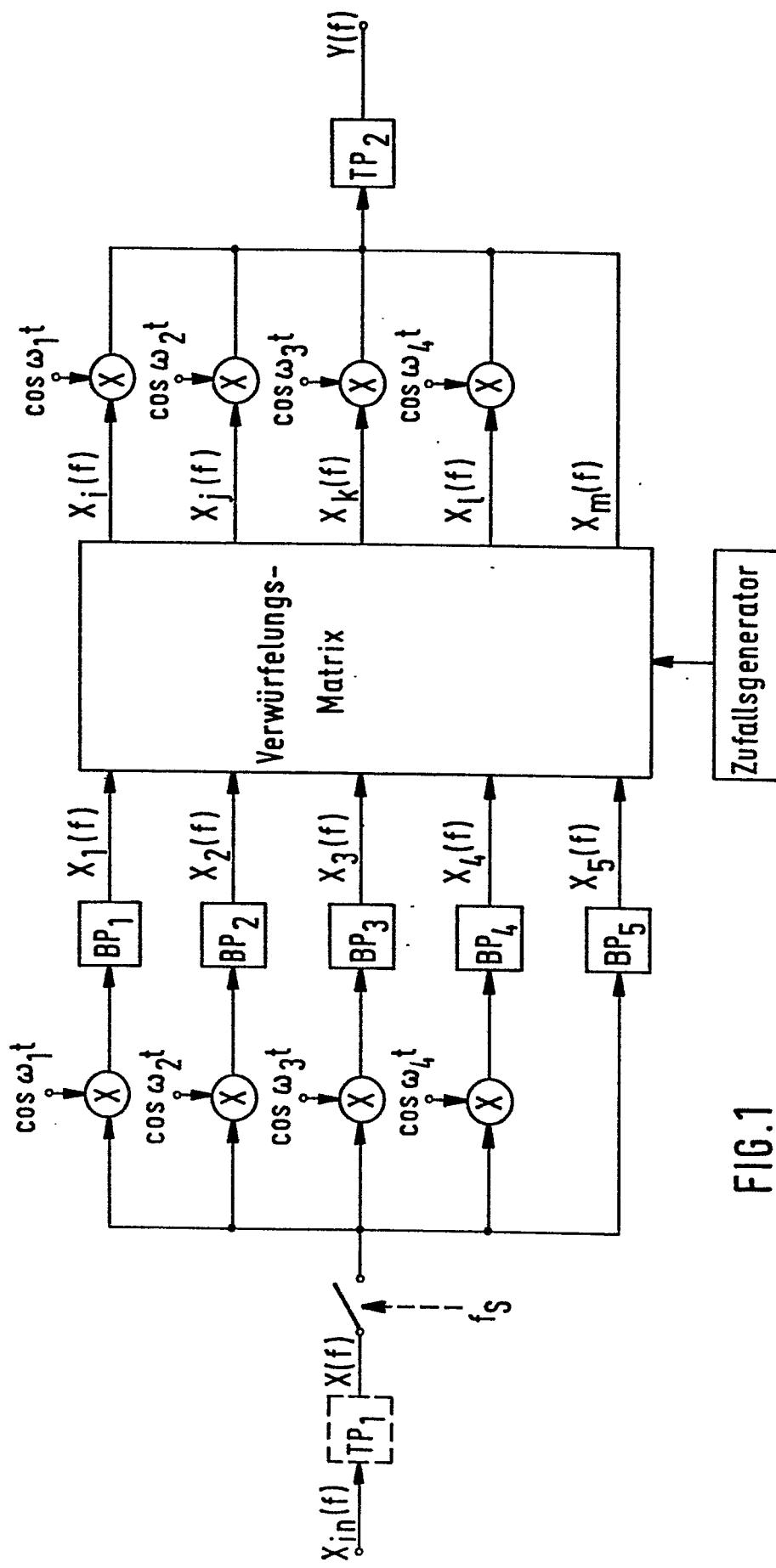
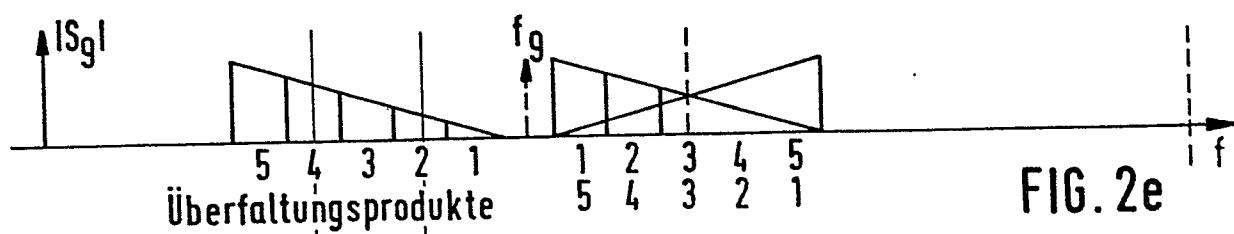
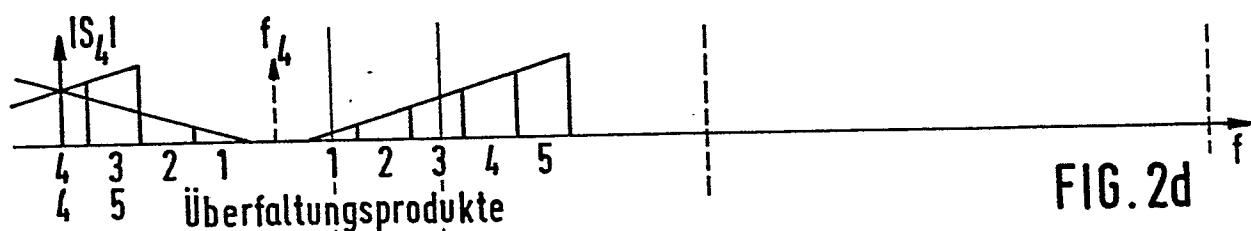
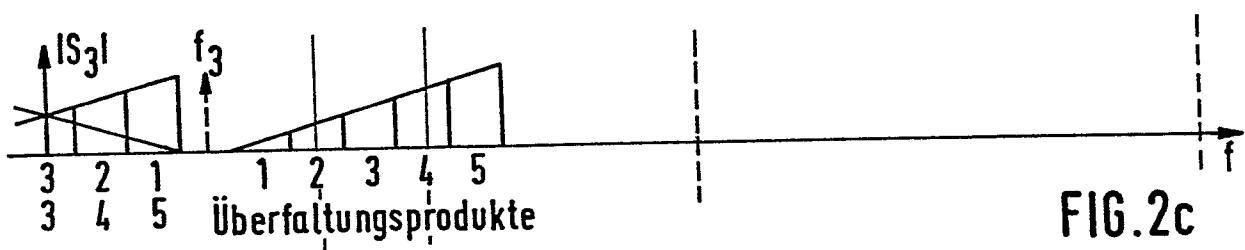
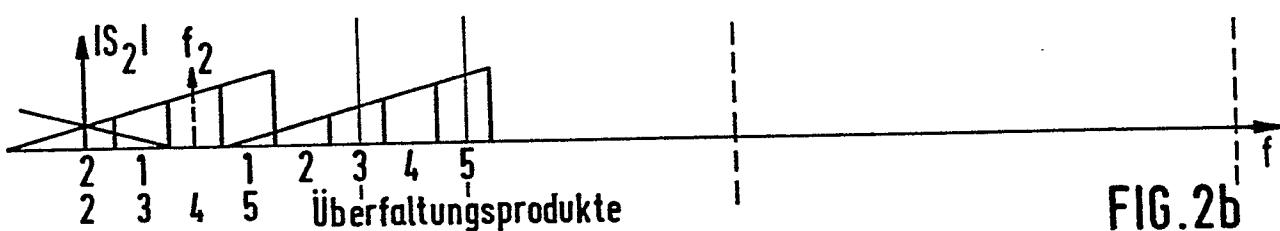
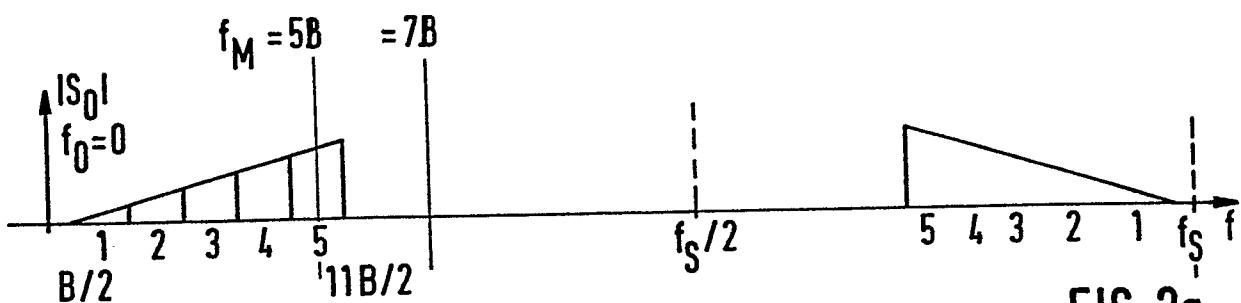


FIG. 1



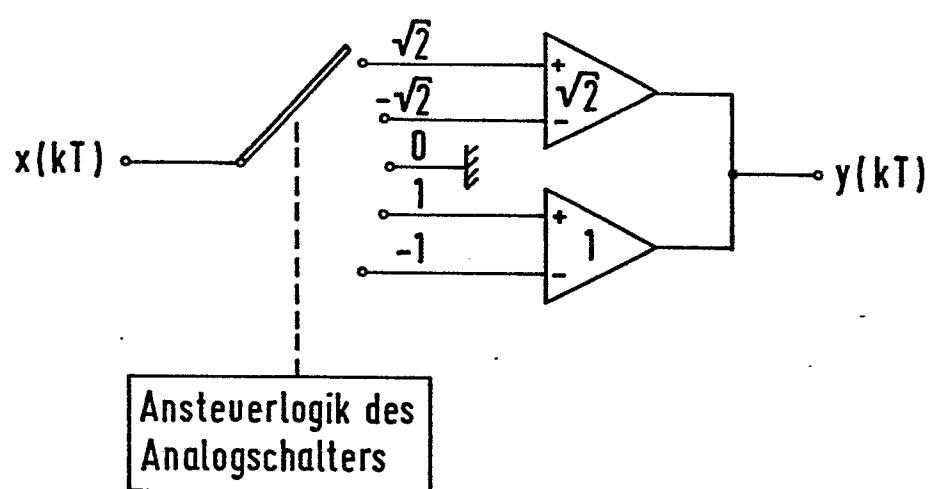
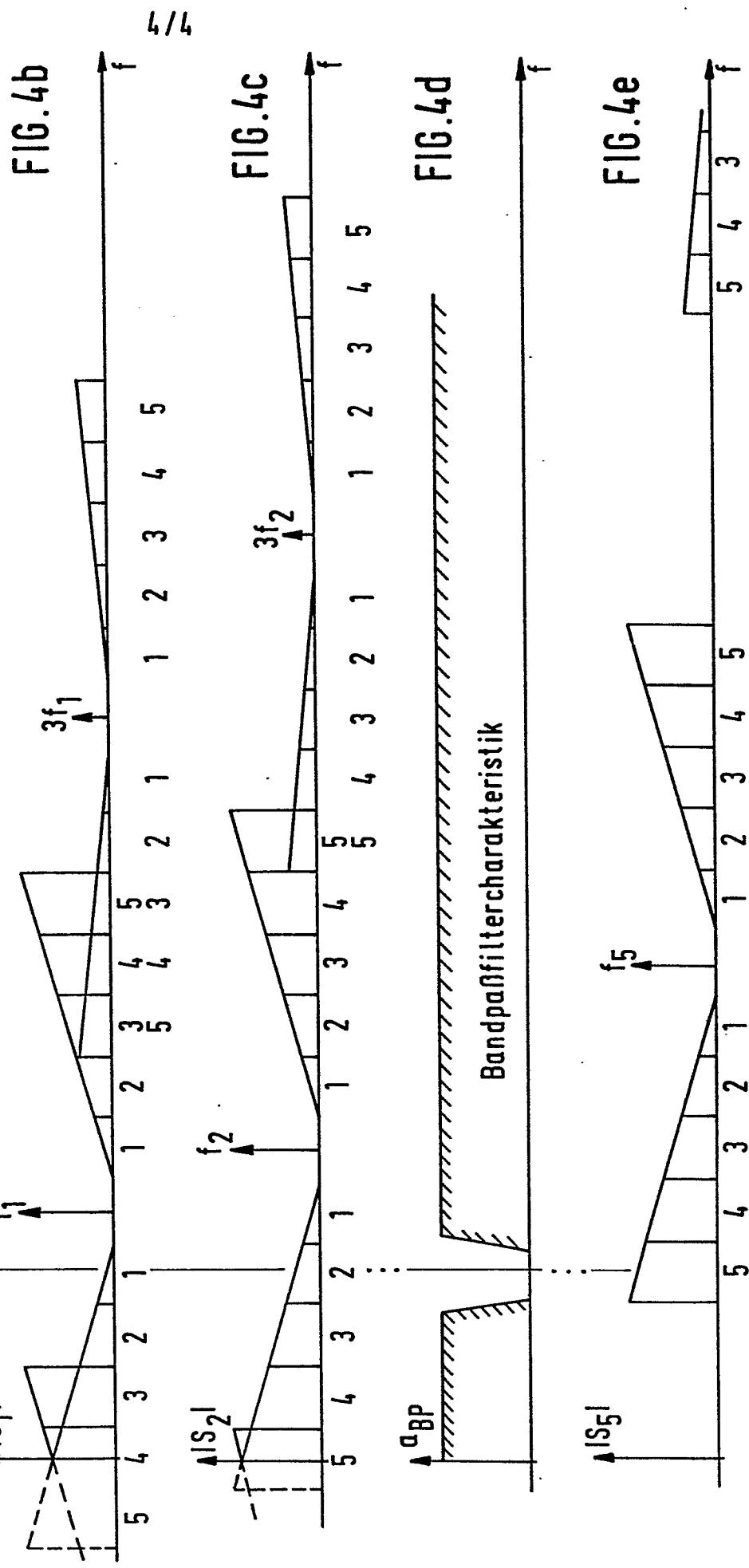
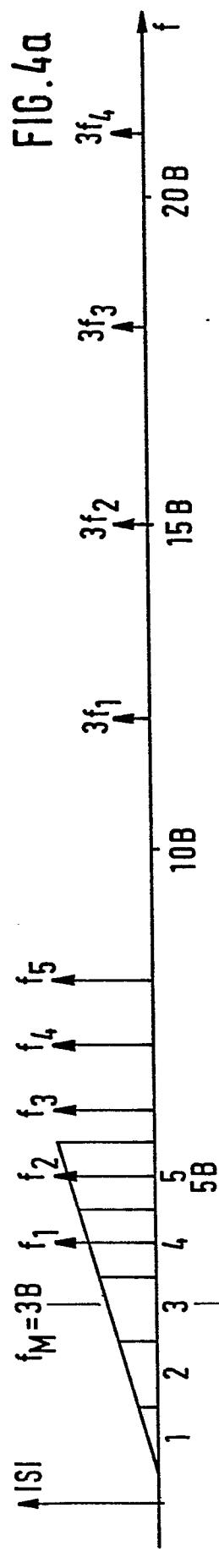


FIG. 3





Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

**0058318**

Nummer der Anmeldung  
EP 82 10 0607

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.)
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	betrifft Anspruch	
X	<u>DE - A - 2 652 607 (LICENTIA)</u>		H 04 K 1/04
X	* Seite 9, letzter Abschnitt - Seite 11, Zeile 7; letzte Zeile - Seite 12, erster Abschnitt *	1,2	
A	---	10	
X	<u>US - A - 2 586 475 (MILLIQUET)</u>		
X	* Spalte 1, Zeilen 30-44; Spalte 2, Zeilen 10-25; Spalte 3, Zeile 31 - Spalte 4, Zeile 54 *	1	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.)
Y	---	3	H 04 K 1/04   1/00
Y	<u>US - A - 2 408 692 (SHORE)</u>		
	* Spalte 1, Zeilen 13-21; Spalte 3, Zeilen 32-58 *	3	
	-----		
			KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE
			X: von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y: von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A: technologischer Hintergrund O: nichtschriftliche Offenbarung P: Zwischenliteratur T: der Erfundung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E: älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D: in der Anmeldung angeführtes Dokument L: aus andern Gründen angeführtes Dokument &: Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument
X	Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.		
Recherchenort Den Haag	Abschlußdatum der Recherche 12-05-1982	Prüfer HOLPER	