

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: 82100607.9

51 Int. Cl.³: H 04 K 1/04

22 Anmeldetag: 29.01.82

30 Priorität: 13.02.81 DE 3105214

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
25.08.82 Patentblatt 82/34

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

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

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

74 Vertreter: Schickel, 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 angegeben (Fig. 1).

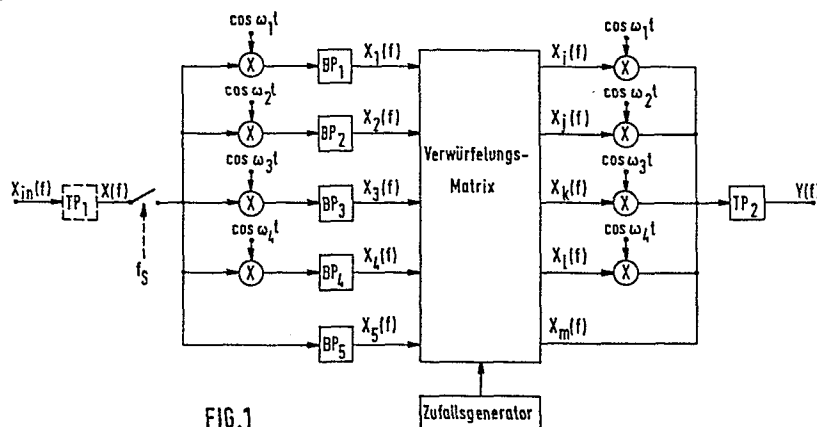


FIG.1

- 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
- 15 der Empfangsseite die vorgenommene Vertauschung rückgängig 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

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
05 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,
15 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 ei-
25 nes 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
30 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 Abtast-
35 frequenzen 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.

05 Es folgt nun die Beschreibung der Erfindung anhand der Figuren:

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

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

Fig. 3 zeigt ein Beispiel einer Modulatorrealisierung.

15

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

20 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
25 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 $X(f)$ wird im nächsten Schritt mit Hilfe von gleichen Bandpässen
30 in fünf Teilbänder aufgeteilt. Dazu ist eine vorherige Modulation mit entsprechenden Trägerfrequenzen ω_1, ω_2 usw. notwendig. Die eigentliche Verwürfelung findet im nächsten Schritt durch eine Koppelmatrix M , die durch einen Zufallsgenerator gesteuert wird, statt, wobei die Teilbänder $X_v(f)$
35 $v = 1, 2 \dots 5$ 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 verschleierte[n] 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
20 das zeitkontinuierliche Signal vollständig repräsentiert und die zusätzlichen Spektralanteile symmetrisch zu ganzzahligen Vielfachen der Abtastfrequenz f_S (hier ist die Kehrlage unterhalb f_S gezeichnet) bei zeitdiskreter Verarbeitung
25 auftreten.

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
30

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

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 anzuordnen. Nach der Formel

10

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

für $n_v = 0, 1, 2$ usw. $v = 1$ bis 5, $l \in \mathbb{N}$ und $i = 0, 1, \dots$,
15 $l - 1$ 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 Be-
20 dingung 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
25 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. Dadurch ist sichergestellt, daß zu den ohnehin vorhandenen Linien des Rechteckträgerspektrums aufgrund der Periodizität
35 zeitdiskreter Signale keine weiteren unerwünschten Linien hinzukommen. Die Bedingung hierfür lautet

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

- 6 -

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

$$\begin{aligned} 05 \quad & \text{für } m_v \text{ ungerade } \frac{f_s}{2} \pm 2\mu f_v \text{ und} \\ & \text{für } m_v \text{ gerade } \frac{f_s}{2} \pm (2\mu + 1) \cdot f_v, \end{aligned}$$

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

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

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

20 Neben der Aufwandsminderung ergibt sich jeweils eine niedrigere Abtastfrequenz.

Erfindungsgemäß lassen sich die Abtastfrequenzen noch weiter erniedrigen, wenn zur Umsetzung sinusförmige Trägerschwingungen verwendet werden, die sich aus nur wenigen
25 betragsmäßig unterschiedlichen Abtastwerten zu entsprechenden Folgen zusammensetzen lassen. Auch hier gelten die Beziehungen (4) bzw. (5). Für die Abtastfrequenz gilt

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

oder

$$f_s = \frac{k \cdot B}{1}, \quad k \in \mathbb{N}.$$

Wegen des Abtasttheorems muß jedoch $k/l > 11$ eingehalten werden, um störende spektrale Überfaltungen 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

10		n	f_v/f_s	f_v/f_s	f_v/f_s	f_v/f_s	$f_v/f_s = \frac{1 \cdot n - i}{k}$
		00		0	0	0	0
		01					
15		02	1/10	1/10	1/12		
		03	1/6		1/8	1/10	1/12
		04		1/5	1/6		
		05	3/10	1/4		1/6	
		06		3/10	1/4	1/5	1/6
20		07					
		08	1/2	2/5	1/3		
		09			3/8	3/10	1/4
		10		1/2	5/12	1/3	
25		12			1/2	2/5	1/3
		15				1/2	5/12
		18					1/2
		k/l	15	20	24	30	36
30		i	1	0	0	0	0
		l	2	1	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 Mittenfrequenz des Bandpaßfilters in Tabelle 2 aufgelistet. Hinsichtlich der zeitdiskreten Signalverarbeitung ergibt sich
10 der aufwandsgünstigste Fall mit der Wahl der Bandmittenfrequenz der Bandpaßfilter zu

$$f_M = 5 B,$$

da hierbei ein Teilbandsignal ohne Frequenzumsetzung gewonnen werden kann.
15

- 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
05 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.
- 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 na-
türlichen Zahlen \mathbb{N}) als freiwählbare Parameter aufweisen.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß
10 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
$$f_s = 2m_v \cdot f_v, \quad m_v \in \mathbb{N} = 1, 2 \dots$$

gilt.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß
25 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
30 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

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:

20

Tabelle 2

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

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

10

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

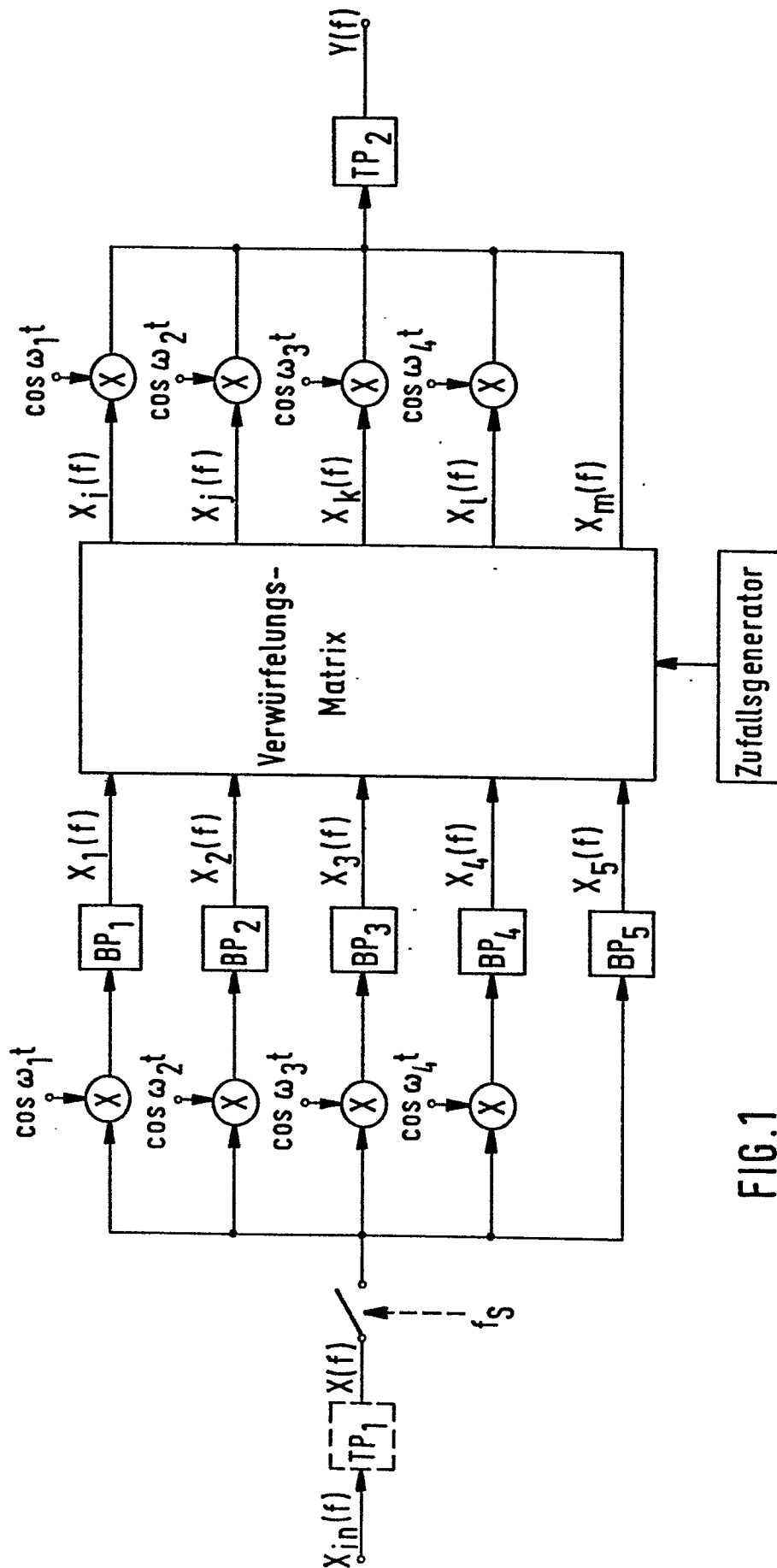
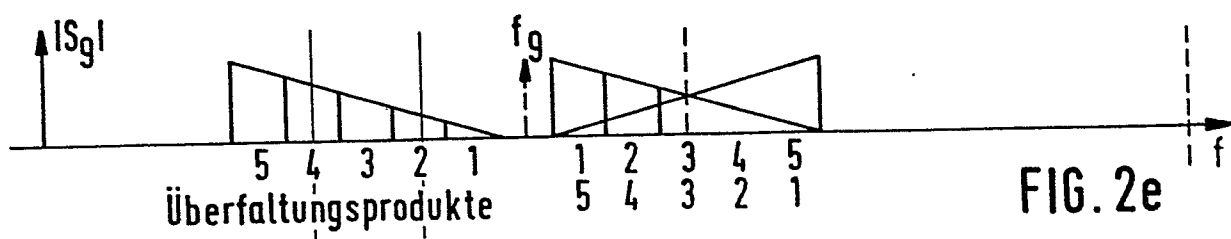
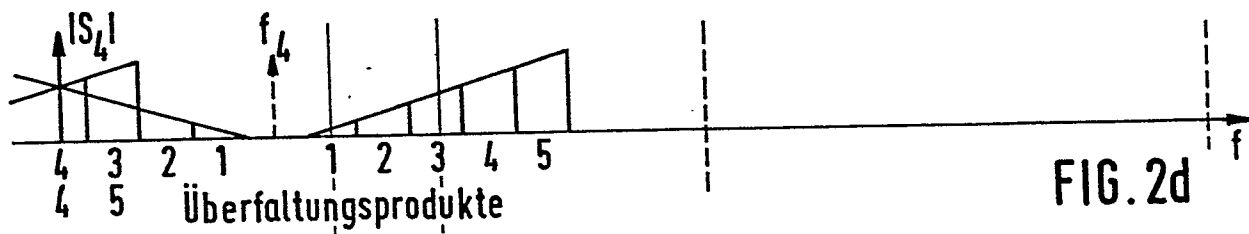
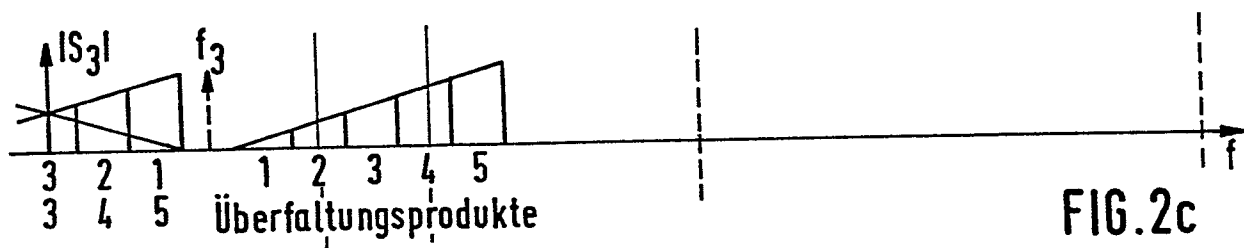
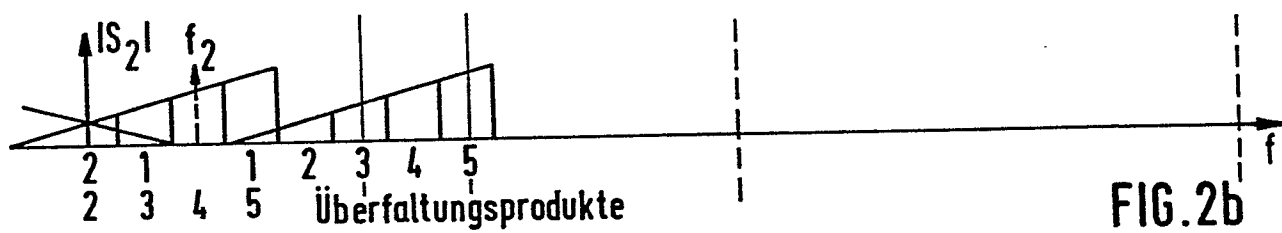
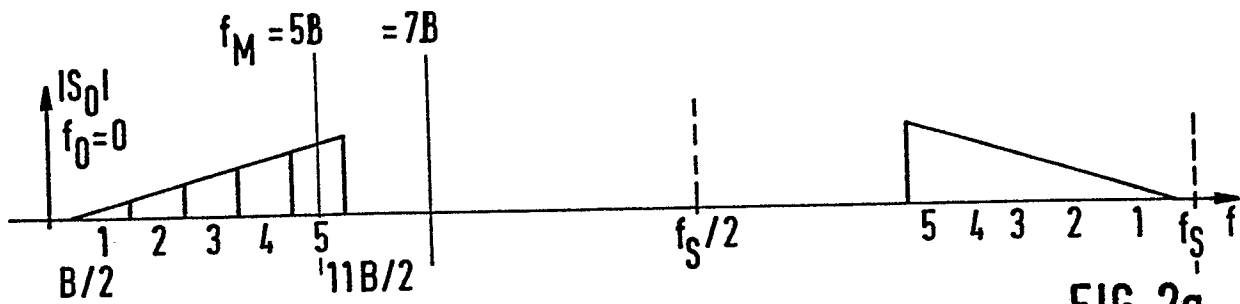


FIG. 1



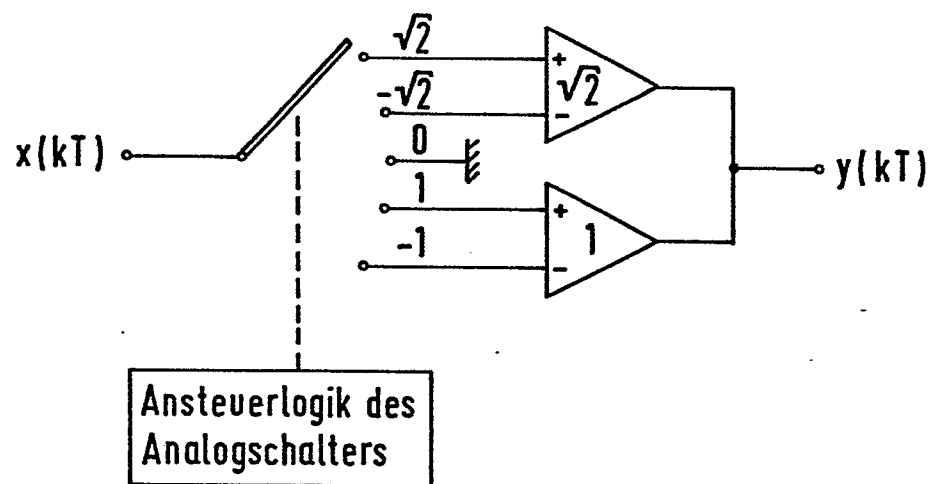
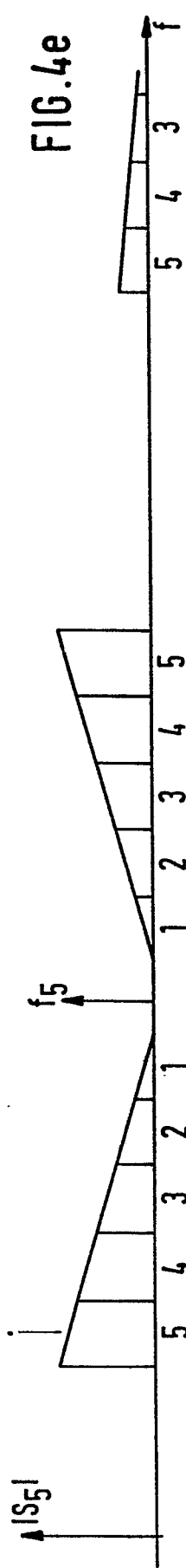
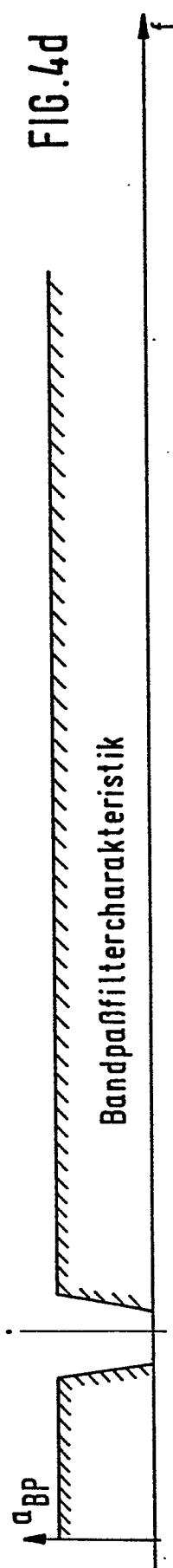
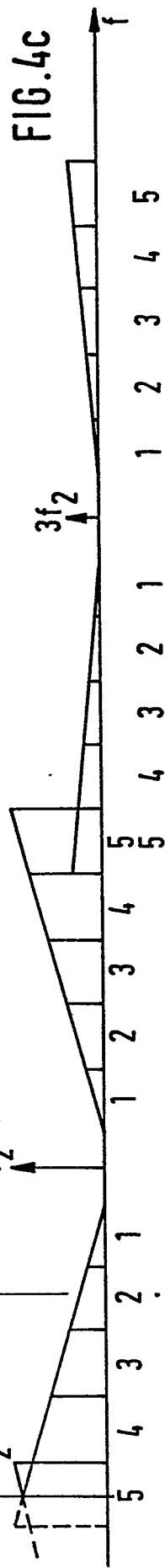
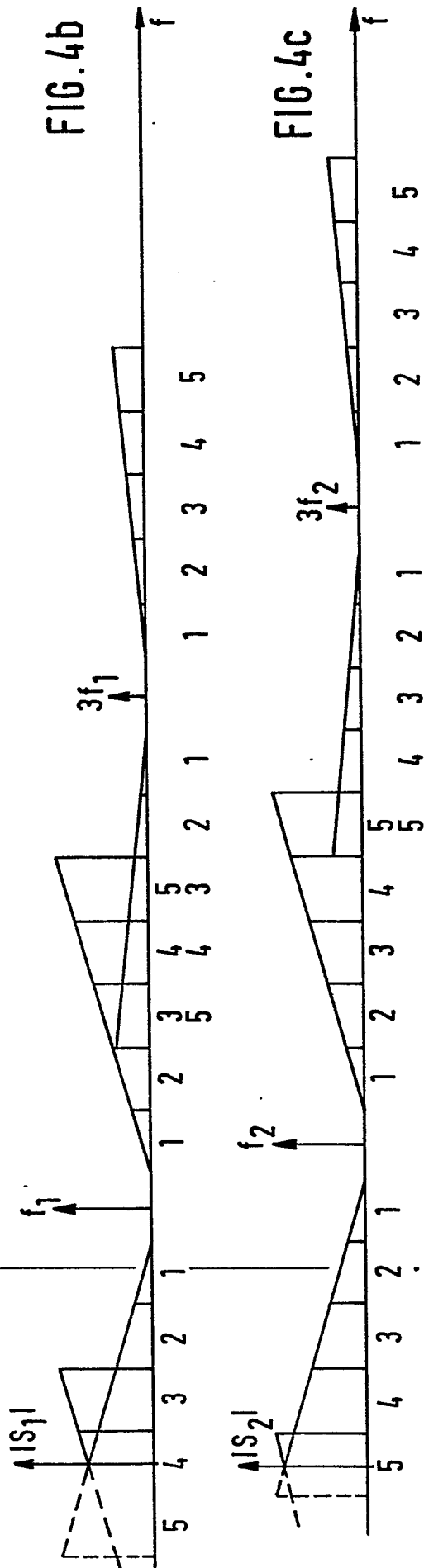
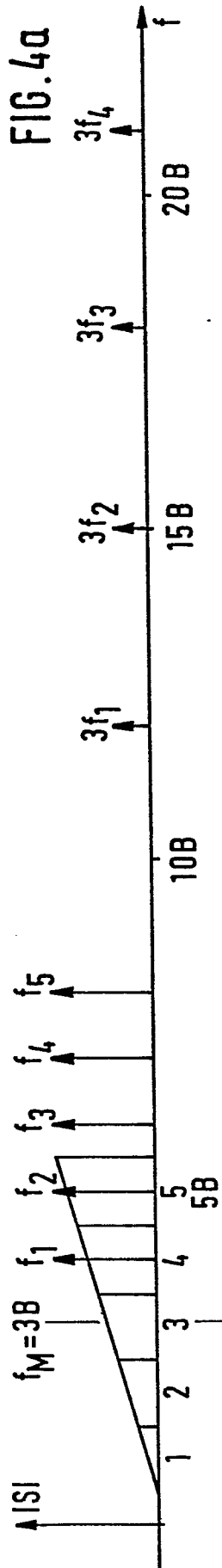


FIG. 3





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	DE - A - 2 652 607 (LICENTIA) * Seite 9, letzter Abschnitt - Seite 11, Zeile 7; letzte Zeile - Seite 12, erster Ab- schnitt *	1,2	H 04 K 1/04
A	--	10	
X	US - A - 2 586 475 (MILLIQUET) * Spalte 1, Zeilen 30-44; Spalte 2, Zeilen 10-25; Spalte 3, Zeile 31 - Spalte 4, Zeile 54 *	1	
Y	--	3	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.)
Y	US - A - 2 408 692 (SHORE) * Spalte 1, Zeilen 13-21; Spalte 3, Zeilen 32-58 *	3	H 04 K 1/04 1/00
			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 Erfindung zugrunde lie- gende Theorien oder Grund- sätze E: älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D: in der Anmeldung angeführtes Dokument L: aus andern Gründen ange- führtes Dokument
X Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			& Mitglied der gleichen Patent- familie, übereinstimmendes Dokument
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 12-05-1982	Prüfer HOLPER