



INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

<p>(51) Internationale Patentklassifikation<sup>4</sup> :  H03H 17/06</p>	<p>A1</p>	<p>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 88/ 06381  (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 25. August 1988 (25.08.88)</p>
<p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE88/00020 (22) Internationales Anmeldedatum: 16. Januar 1988 (16.01.88) (31) Prioritätsaktenzeichen: P 37 05 206.3 (32) Prioritätsdatum: 19. Februar 1987 (19.02.87) (33) Prioritätsland: DE  (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): ANT NACHRICHTENTECHNIK GMBH [DE/ DE]; Gerberstraße 33, D-7150 Backnang (DE). (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US) : GÖCKLER, Heinz [DE/DE]; Elbinger Straße 52, D-7150 Backnang (DE). (74) Gemeinsamer Vertreter: ANT NACHRICHTEN- TECHNIK GMBH; Patentabteilung, Gerberstraße 33, D-7150 Backnang (DE).</p>		<p>(81) Bestimmungsstaaten: AT (europäisches Patent), BE (eu- ropäisches Patent), CH (europäisches Patent), DE (europäisches Patent), FR (europäisches Patent), GB (europäisches Patent), IT (europäisches Patent), JP, LU (europäisches Patent), NL (europäisches Patent), SE (europäisches Patent), US.  Veröffentlicht Mit internationalem Recherchenbericht.</p>

(54) Title: NON-RECURSIVE HALF-BAND FILTER

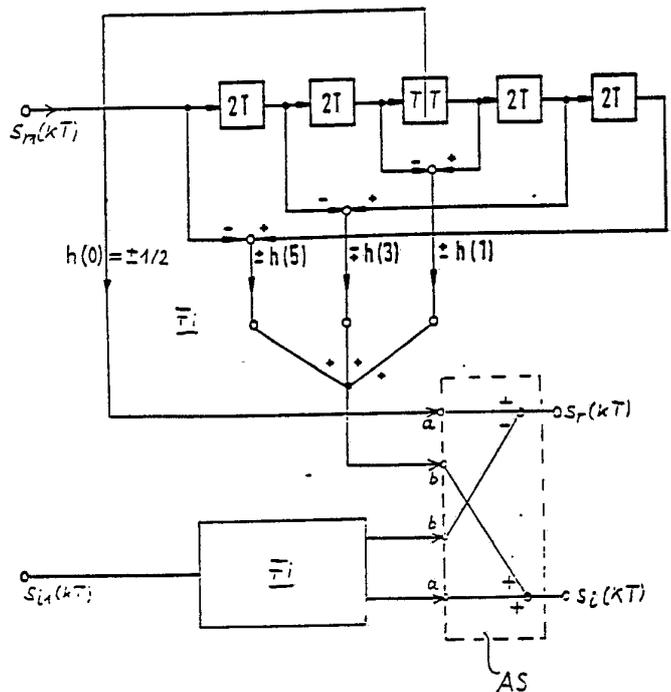
(54) Bezeichnung: NICHTREKURSIVES HALB-BAND-FILTER

(57) Abstract

Non-recursive half-band filter, which makes it possible to convert a complex input signal  $S_{r1}(kT) + jS_{i1}(kT)$  into a complex output signal  $S(kT) = S_r(k) + jS_i(k)$ , by modulating its pulse response to the complex carrier of a frequency equal to 1/4 or 3/4 of the sampling frequency  $f_A$ , the null phase of this frequency being an integral multiple of  $\pi/2$ , and the sampling rate being kept constant.

(57) Zusammenfassung

Nichtrekursives Halb-Band-Filter, das die Umwandlung eines komplexen Eingangssignals  $S_{r1}(kT) + jS_{i1}(kT)$  in ein komplexes Ausgangssignal  $S(kT) = S_r(k) + jS_i(k)$  ermöglicht, indem seine Impulsantwort auf den komplexen Träger einer Frequenz von einem 1/4 oder 3/4 der Abtastfrequenz  $f_A$  moduliert wird und wobei die Nullphase dieser Frequenz ganze Vielfache von  $\pi/2$  beträgt, und wobei die Abtastrate erhalten bleibt.



**LEDIGLICH ZUR INFORMATION**

Code, die zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AT	Österreich	FR	Frankreich	MR	Mauritanien
AU	Australien	GA	Gabun	MW	Malawi
BB	Barbados	GB	Vereinigtes Königreich	NL	Niederlande
BE	Belgien	HU	Ungarn	NO	Norwegen
BG	Bulgarien	IT	Italien	RO	Rumänien
BJ	Benin	JP	Japan	SD	Sudan
BR	Brasilien	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SE	Schweden
CF	Zentrale Afrikanische Republik	KR	Republik Korea	SN	Senegal
CG	Kongo	LI	Liechtenstein	SU	Soviet Union
CH	Schweiz	LK	Sri Lanka	TD	Tschad
CM	Kamerun	LU	Luxemburg	TG	Togo
DE	Deutschland, Bundesrepublik	MC	Monaco	US	Vereinigte Staaten von Amerika
DK	Dänemark	MG	Madagaskar		
FI	Finnland	ML	Mali		

- 1 -

Nichtrekursives Halb-Band-Filter

Die Erfindung bezieht sich auf ein nichtrekursives Halb-Band-Filter. Solche Filter sind bekannt geworden durch den Aufsatz "Interpolation, Extrapolation, and Reduction of Computation Speed in Digital Filters" von Bellanger et al in IEEE Transactions on Acoustics, Speech and Signal Processing, Vol. ASSP-22, Nr. 4, Aug. 74, S. 231 ff.

Die bekannten Halb-Band-Filter verarbeiten reelle Eingangssignale zu reellen Ausgangssignalen.

In der Hauptanmeldung P 36 21 737.9-35 wurde ein nichtrekursives Halb-Band-Filter angegeben, welches die Umwandlung eines reellen Eingangssignals in ein komplexes Ausgangssignal oder umgekehrt gestattet. Hierbei wurde die Abtastrate geändert.

Der vorliegenden Erfindung lag die folgende Aufgabe zugrunde, ein nichtrekursives Halb-Band-Filter anzugeben, welches die Umwandlung eines komplexen Eingangssignals in ein komplexes Ausgangssignal in wenig aufwendiger Weise ermöglicht.

Die Lösung erfolgt mit den Merkmalen des Anspruches 1 bzw. 2.

Das erfindungsgemäße nichtrekursive Halb-Band-Filter gestattet die Umwandlung komplexer digitaler Eingangssignale in komplexe digitale Ausgangssignale ohne Veränderung der Abtastfrequenz. Dieses relativ unaufwendige Halb-Band-Filter eignet sich damit als digitales Vorfilter oder Nachfilter für digitale Systeme zur Verarbeitung komplexer Signale und als digitale Teilfilter einer Anordnung von Antialiasing Filtern zur Bandbegrenzung unter Erfüllung des Abtasttheorems. Der Vorteil des Halb-Band-Filters liegt in der linearen Phase und in dem gleichzeitig geringen Aufwand.

Es folgt nun die Beschreibung anhand der Figuren.

Die Figur 1 zeigt das Blockschaltbild des erfindungsgemäßen Digitalfilters.

In Figur 2a bis 2c sind einige Amplitudenantworten von Halb-Band-Filtern über der Frequenz aufgetragen.

Die Figuren 3 und 4 zeigen besonders günstige Schaltungsvarianten des Halb-Band-Filters.

In Figur 5 schließlich ist das Blockschaltbild eines transponierten, umgekehrt betriebenen Halb-Band-Filters zur Verarbeitung eines komplexen Eingangssignals in ein komplexes Ausgangssignal gezeichnet.

Die Figur 6 zeigt die detaillierte Schaltung des Filters nach Fig. 5, wobei diese Schaltung aus der Figur 3 durch Transposition entwickelt wurde, d.h. durch Umkehrung aller Pfeilrichtungen und den Ersatz einer Verzweigung durch einen Addierer und umgekehrt und den Ersatz eines Demultiplexers durch einen Multiplexer.

In entsprechender Weise ist die Schaltung nach Figur 7 aus der der Figur 4 entstanden.

In Figur 1 wird das komplexe Eingangssignal  $\underline{s}_1(kT)$  ohne Veränderung der Abtastrate dem digitalen Halb-Band-Filter DF zugeführt, welches daraus das komplexe Ausgangssignal  $\underline{s}(kT)$  erzeugt.

In Figur 2a ist die Amplitudenfrequenzantwort eines Prototyp-Halb-Band-Filters erkennbar, sein Durchlaßbereich reicht von  $-f_A/4 + \Delta f$  bis  $+f_A/4 - \Delta f$  (Halbwert), und sein Sperrbereich ist ebenfalls  $f_A/2 - 2\Delta f$  breit. Kennzeichnend für das Halb-Band-Filter ist weiterhin, daß der Übergang vom Sperr-

zum Durchlaßbereich stetig ist und auf einer Breite von  $2f$  erfolgt. Dieser Übergangsbereich ist symmetrisch zu  $fA/4$  angeordnet. Ein weiteres Kennzeichen des Halb-Band-Filters ist, daß sein Ripple im Durchlaß- und Sperrbereich gleich ist, nämlich  $\delta_1 = \delta_2 = \delta$ . Bei einem solchen Filter ergibt sich eine Impulsantwort  $h(l)$  mit  $l = 0$  bis  $N - 1$  und der ungeraden Filterlänge  $N$ , und es ergibt sich, daß jeder 2. Wert identisch Null ist, ausgenommen der mittlere Hauptwert (s. hierzu auch Fig. 2 auf S. 233 in dem o.g. Aufsatz von Bellanger et al).

Die Figur 2b zeigt den Frequenzgang  $|H|$ . Man sieht, daß dieser Frequenzgang um die Frequenz  $fA/4$  gegenüber dem Frequenzgang des Prototyp-Halb-Band-Filters nach rechts verschoben ist. In die Figur 2b ist zusätzlich das Spektrum  $|S_1|$  eines komplexen mit der Abtastfrequenz  $fA$  abgetasteten Eingangssignals  $s_1(kT)$  eingezeichnet, das sich aufgrund der Abtastung mit  $fA$  in den Frequenzbereichen  $[m \cdot fA, (m+1) \cdot fA]$  mit  $m = \dots -1, 0, +1 \dots$  periodisch wiederholt. Das erfindungsgemäße Halb-Band-Filter wird also die Spektralanteile von  $s_1(kT)$  zwischen  $fA/2$  und  $fA$  und natürlich mit sämtlichen Wiederholungen unterdrücken.

An dieser Stelle sei erwähnt, daß man am Ausgang des Halb-Band-Filters den anderen Spektralanteil des komplexen Eingangssignals  $s_1(kT)$  erhält, wenn der Frequenzgang des Prototyp-Halb-Band-Filters gemäß Figur 2a um  $-fA/4$  oder, was gleichbedeutend ist, um  $+3fA/4$  verschoben wird.

Die Figur 3 zeigt nun ein detaillierteres Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Halb-Band-Filters.

Sowohl Figur 3 als auch Figur 4 stellt beispielhaft eine Realisierung dar für eine Filterlänge  $N = 11$  mit einer Kette von 6 Verzögerungsgliedern, davon 4 Verzögerungsglieder der Verzögerungszeit  $2T$  und zwei symmetrisch zwischen den 4 Verzögerungsgliedern eingelagerten Glieder der Verzögerungszeit  $T$ .

Die Figur 3 zeigt das komplette Halb-Band-Filter mit den beiden identischen Teilfiltern  $F_i$ , wobei das obere zur Verarbeitung des Realteils  $s_{r1}(kT)$  und das untere zur Verarbeitung des Imaginärteils  $s_{i1}(kT)$  des komplexwertigen Eingangssignals dient. Die Ausgangssignalspaare an den Klemmen a, b sind in einer Ausgangsschaltung AS mit Differenz- und Summierglied ver-

schaltet gemäß Gleichung (1), Patentanspruch 1, welche Ausgangsschaltung das komplexe Ausgangssignal  $\underline{s}(kT) = s_p(k) + js_i(k)$  liefert.

In Figur 3 sind nun 2 Realisierungen dargestellt, nämlich für einen Modulationsphasenwinkel  $\varphi_0 = 0$  und  $\varphi_0 = \pi$  entsprechend  $m = 0$  und  $m = 2$ .

Das Ausgangssignal der Verzögerungsglieder der linken Kettenhälfte wird mit  $h(0) = 1/2$  bewertet (multipliziert) und ergibt damit den einen Beitrag zum Realteil  $s_p(kT)$  des Ausgangssignals. Bei  $m = 2$  wird mit  $-1/2$  bewertet. Die weitere Verarbeitung in der Verzögerungskette erfolgt nun derart, daß  $(N + 1)/4 = 3$  Differenzsignale gebildet werden:

1. Differenzsignal = Eingangssignal des 1. minus Ausgangssignal des letzten Verzögerungsgliedes,
2. Differenzsignal = Eingangssignal des 2. minus Ausgangssignal des zweitletzten Verzögerungsgliedes und
3. Differenzsignal = Eingangssignal des 3. minus Ausgangssignal des drittletzten also des mittleren Verzögerungsgliedes.

Anschließend werden diese Differenzsignale bewertet (multipliziert), summiert und ergeben somit den einen Beitrag zum Imaginärteil des Ausgangssignals  $\underline{s}(kT)$ . Die Bewertung erfolgt nach den folgenden Tabellen.

Beispiele für  $N = 11$  und  $h(-l) = h(l)$  für  $l = 0, 1, \dots, 5$ , entsprechend dem Prototyp-Halb-Band-Filter gemäß Frequenzgang Figur 2a:

Tabelle 1:

$m = 0$  ( $m = 2$  mit jeweils anderem Vorzeichen der komplexen Koeffizienten

$$\underline{h} = \text{Re}(\underline{h}) + j\text{Im}(\underline{h})$$

$l$	-5	-3	-1	0	1	3	5
$\text{Re}(\underline{h})$	0	0	0	$h(0)$	0	0	0
$\text{Im}(\underline{h})$	$-h(5)$	$h(3)$	$-h(1)$	0	$h(1)$	$-h(3)$	$h(5)$

Tabelle 2:

$m = 1$  ( $m = 3$  mit jeweils anderen Vorzeichen der komplexen Koeffizienten)

	1	-5	-3	-1	0	1	3	5
$\text{Re}(\underline{h})$	$h(5)$	$-h(3)$	$h(1)$	0	$-h(1)$	$h(3)$	$-h(5)$	
$\text{Im}(\underline{h})$	0	0	0	$h(0)$	0	0	0	

Die Realisierung gemäß Fig. 4 erfolgt in der gleichen Weise wie die nach der Figur 3, der Unterschied liegt allein im anderen Nullphasenwert  $\varphi_0 = m \cdot \pi/2$  mit  $m = 1$  und 3, was lediglich eine andere Bewertung zur Folge hat.

Die Figur 5 zeigt das Blockschaltbild für den umgekehrten Einsatz des Halb-Band-Filters nach Figur 1 ebenfalls zur Erzeugung eines komplexen Ausgangssignals aus einem komplexen Eingangssignal. Hierzu hat eine Transposition der bisher vorgestellten Schaltungen zu erfolgen, was eine Umkehrung aller Pfeilrichtungen und ein Ersatz einer Verzweigung durch einen Addierer und umgekehrt zur Folge hat. In entsprechender Weise gehen das Schaltungsausführungsbeispiel der Figur 6 aus der Figur 3 und die Schaltung nach Figur 7 aus Figur 4 hervor.

## Patentansprüche

1. Nichtrekursives Halb-Band-Filter, dadurch gekennzeichnet, daß sein komplexes Eingangssignal  $\underline{s}_1(kT) = s_{r1} + js_{i1}$  unter Beibehaltung der Abtastfrequenz  $f_A = 1/T$  und mittels Faltung

$$\begin{aligned} \underline{s}(kT) &= \underline{s}_1(kT) * \underline{h}(l) \\ &= s_{r1}(k) * h_r(l) - s_{i1}(k) * h_i(l) \\ &\quad + j[s_{r1}(k) * h_i(l) + s_{i1}(k) * h_r(l)] \end{aligned} \quad (1)$$

in ein komplexes Ausgangssignal  $\underline{s}(kT)$  mit  $k$  als laufendem Index umgewandelt wird, indem seine Impulsantwort  $h(l)$ , mit  $l = -(N-1)/2$  bis  $(N-1)/2$  und der ungeraden Filterlänge  $N$ , auf den komplexen Träger einer Frequenz von  $\pm 1/4$  der Abtastfrequenz  $f_A = 1/T$  moduliert wird zu

$$\underline{h}(l) = h(l) \cdot e^{j(\pm 2\pi l f_A / 4 f_A + \varphi_0)} = j^{\pm l} \cdot e^{j\varphi_0} \cdot h(l) \text{ und}$$

daß die Nullphase  $\varphi_0$  dieser Frequenz ganze Vielfache  $m$  von  $\pi/2$  beträgt ( $\varphi_0 = m \cdot \pi/2$  mit  $m = 0, 1, 2, 3 \dots$ ).

2. Nichtrekursives Halb-Band-Filter, dadurch gekennzeichnet, daß sein komplexes Eingangssignal  $\underline{s}(kT)$  mit  $k$  als laufendem Index unter Beibehaltung der Abtastfrequenz  $f_A = 1/T$  in ein komplexes Ausgangssignal  $\underline{s}_1(kT)$  umgewandelt wird, indem seine auf die Abtastfrequenz  $f_A$  bezogene Impulsantwort  $h(l)$ , mit  $l = -(N-1)/2$  bis  $(N-1)/2$  und der ungeraden Filterlänge  $N$ , auf den komplexen Träger einer Frequenz  $\pm f_A/4$  moduliert wird zu

$$\underline{h}'(l) = h(l) \cdot e^{j(\pm 2\pi l f_A / 4 f_A + \varphi_0)} = j^{\pm l} \cdot e^{j\varphi_0} \cdot h(l) \text{ und}$$

daß die Nullphase  $\varphi_0$  dieser Frequenz ganze Vielfache  $m$  von  $\pi/2$  beträgt ( $\varphi_0 = m \cdot \pi/2$  mit  $m = 0, 1, 2, 3 \dots$ ).

3. Nichtrekursives Halb-Band-Filter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Abtastwert des Real- und des Imaginärteils des Eingangssignals  $\underline{s}_1(kT)$  jeweils in eine Kette von  $(N-1)/2$  Verzögerungsgliedern der

Verzögerungszeit  $2T$  geleitet wird, wobei das mittlere Verzögerungsglied aufgetrennt ist in zwei Glieder mit der Verzögerungszeit  $T$ , daß jeweils Differenzsignale gebildet werden aus Ausgangssignal des letzten Verzögerungsgliedes minus Eingangssignal des 1. Verzögerungsgliedes = 1. Differenzsignal, Ausgangssignal des zweitletzten Verzögerungsgliedes minus Eingangssignal des 2. Verzögerungsgliedes = 2. Differenzsignal, Ausgangssignal des drittletzten Verzögerungsgliedes minus Eingangssignal des 3. Verzögerungsgliedes = 3. Differenzsignal usw., daß diese Differenzsignale einer Bewertung (Multiplikation) mit einem Wert  $h(l)$  der Impulsantwort unterworfen werden und anschließend summiert werden und dann den einen Term zum Real- bzw. Imaginärteil des Filterausgangssignals  $\underline{s}(kT)$  ergeben, daß aus der Kettenmitte, also nach einer Verzögerungszeit  $T \cdot (N - 1)/2$ , ein Ausgangssignal mit dem Wert  $h(0)$  bewertet wird, welches den einen Term zum Imaginär- bzw. Realteil des Filterausgangssignals  $\underline{s}(kT)$  ergibt.

4. Nichtrekursives Halb-Band-Filter nach Anspruch 3, mit  $N = 11$  und  $m = 1$ , dadurch gekennzeichnet, daß das 1. Differenzsignal mit  $-h(5)$ , das 2. Differenzsignal mit  $h(3)$  und das 3. mit  $-h(1)$  bewertet werden und daß  $h(0) = 1/2$  ist (Figur 4).
5. Nichtrekursives Halb-Band-Filter nach Anspruch 3, mit  $N = 11$  und  $m = 3$ , dadurch gekennzeichnet, daß die Bewertung des 1. Differenzsignals mit  $h(5)$ , des 2. mit  $-h(3)$ , des 3. mit  $h(1)$  erfolgt und daß  $h(0) = -1/2$  ist (Figur 4).
6. Nichtrekursives Halb-Band-Filter nach Anspruch 3, mit  $N = 11$  und  $m = 0$ , dadurch gekennzeichnet, daß die Bewertung des 1. Differenzsignals mit  $h(5)$ , des 2. mit  $-h(3)$  und des 3. mit  $h(1)$  erfolgt und daß  $h(0) = 1/2$  ist (Figur 3).
7. Nichtrekursives Halb-Band-Filter nach Anspruch 3, mit  $N = 11$  und  $m = 2$ , dadurch gekennzeichnet, daß die Bewertung des 1. Differenzsignals mit  $-h(5)$ , des 2. mit  $h(3)$ , des 3. mit  $-h(1)$  erfolgt und daß  $h(0) = -1/2$  ist (Figur 3).

8. Nichtrekursives Halb-Band-Filter nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß in einem 1. Teilfilter ( $F_i$ ) zur Erarbeitung des Realteils  $s_{r1}(kT)$  und in einem 2. Teilfilter ( $F_i$ ) zur Erarbeitung des Imaginärteils  $s_{i1}(kT)$  jeweils eine Kette von  $(N-1)/2$  Verzögerungsgliedern der Verzögerungszeit  $2T$  vorgesehen ist, wobei das innere Verzögerungsglied aufgetrennt ist in zwei Glieder mit der Verzögerungszeit  $T$ ,  
 daß das mit einem Wert  $h(l)$  der Impulsantwort bewertete Eingangssignal dem 1. Verzögerungsglied dieser Kette zugeführt und vom Ausgangssignal des letzten Verzögerungsgliedes dieser Kette abgezogen wird, welches Differenzsignal den Realteil  $s_{r1}(kT)$  bzw. den Imaginärteil  $s_{i1}(kT)$  des komplexen Filterausgangssignals  $s_1(kT)$  liefert,  
 daß auf das Transversalsignal dieser Verzögerungsgliederkette an den weiteren Punkten zusätzliche mit einem Wert  $h(l)$  der Impulsantwort bewertete Augenblickswerte des Filtereingangssignals addiert werden,  
 daß in die Mitte der Verzögerungskette des 1. Teilfilters der Imaginärteil  $s_{i1}(kT)$  und in die Mitte des 2. Teilfilters der Realteil  $s_{r1}(kT)$  mit  $h(0)$  bewertet, eingegeben wird.
9. Nichtrekursives Halb-Band-Filter nach Anspruch 8, mit  $m = 0$  bzw. 2 und  $N = 11$ , dadurch gekennzeichnet, daß die Bewertung der zugeführten Augenblickswerte des Realteils  $s_r(kT)$  bzw. des Imaginärteils  $s_i(kT)$  des komplexen Filtereingangssignals wie folgt erfolgt:  
 am Eingang des 1. Verzögerungsgliedes  $\pm h(5)$ ,  
 am Eingang des 2. Verzögerungsgliedes  $\pm h(3)$ ,  
 am Eingang des 3. Verzögerungsgliedes  $\pm h(1)$ ,  
 am Eingang des zweitletzten Verzögerungsgliedes  $\pm h(1)$ ,  
 am Eingang des letzten Verzögerungsgliedes  $\pm h(3)$  und  
 am Ausgang des letzten Verzögerungsgliedes  $\pm h(5)$  und  
 daß  $h(0) = \pm 1/2$  ist (Figur 6).

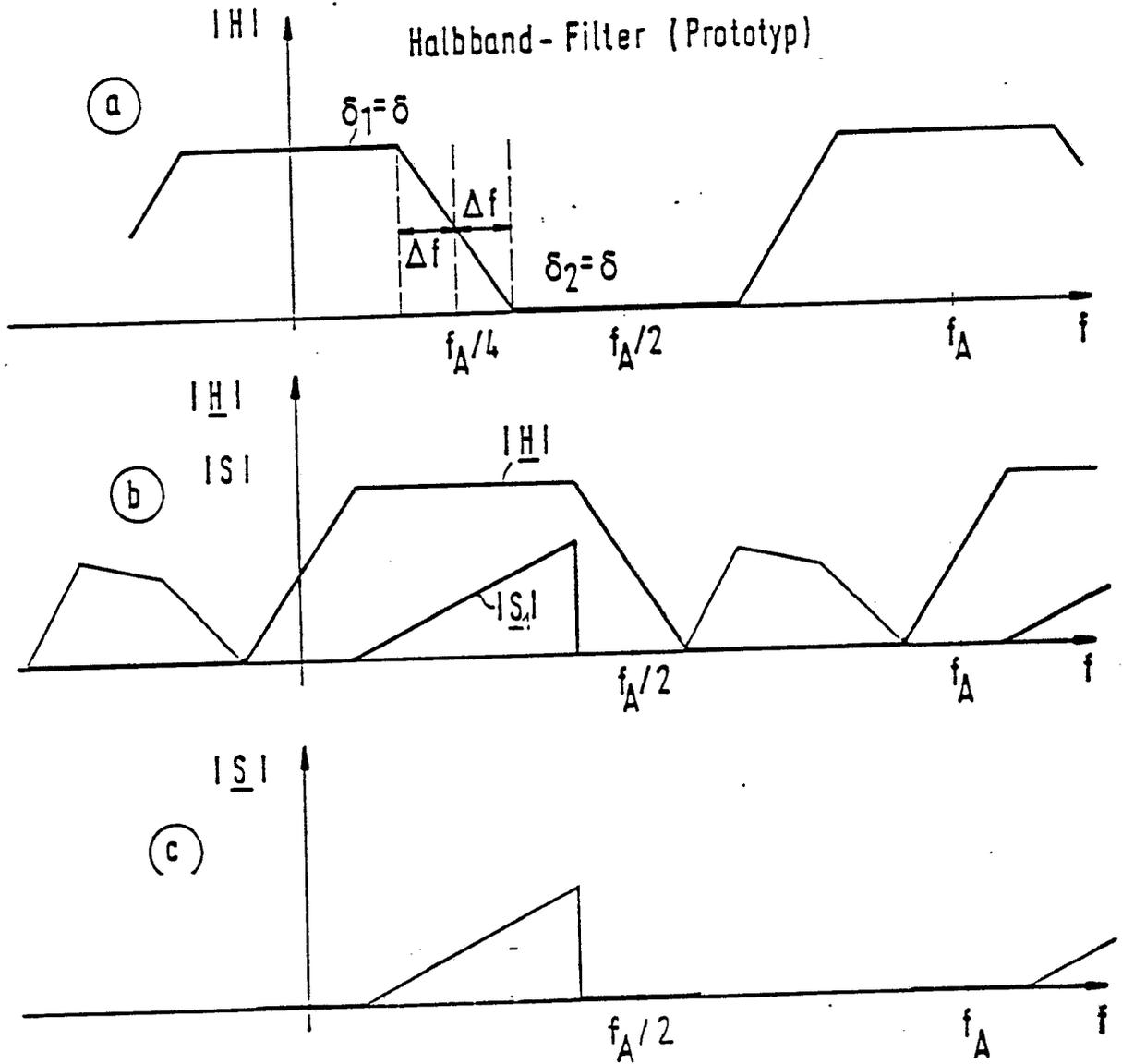
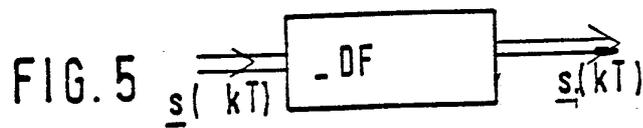
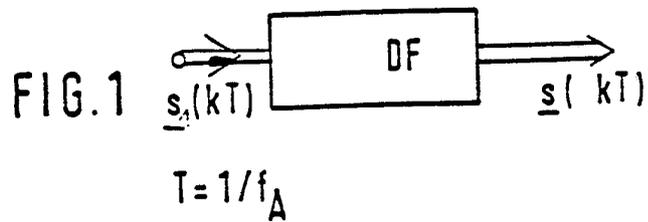


FIG. 2



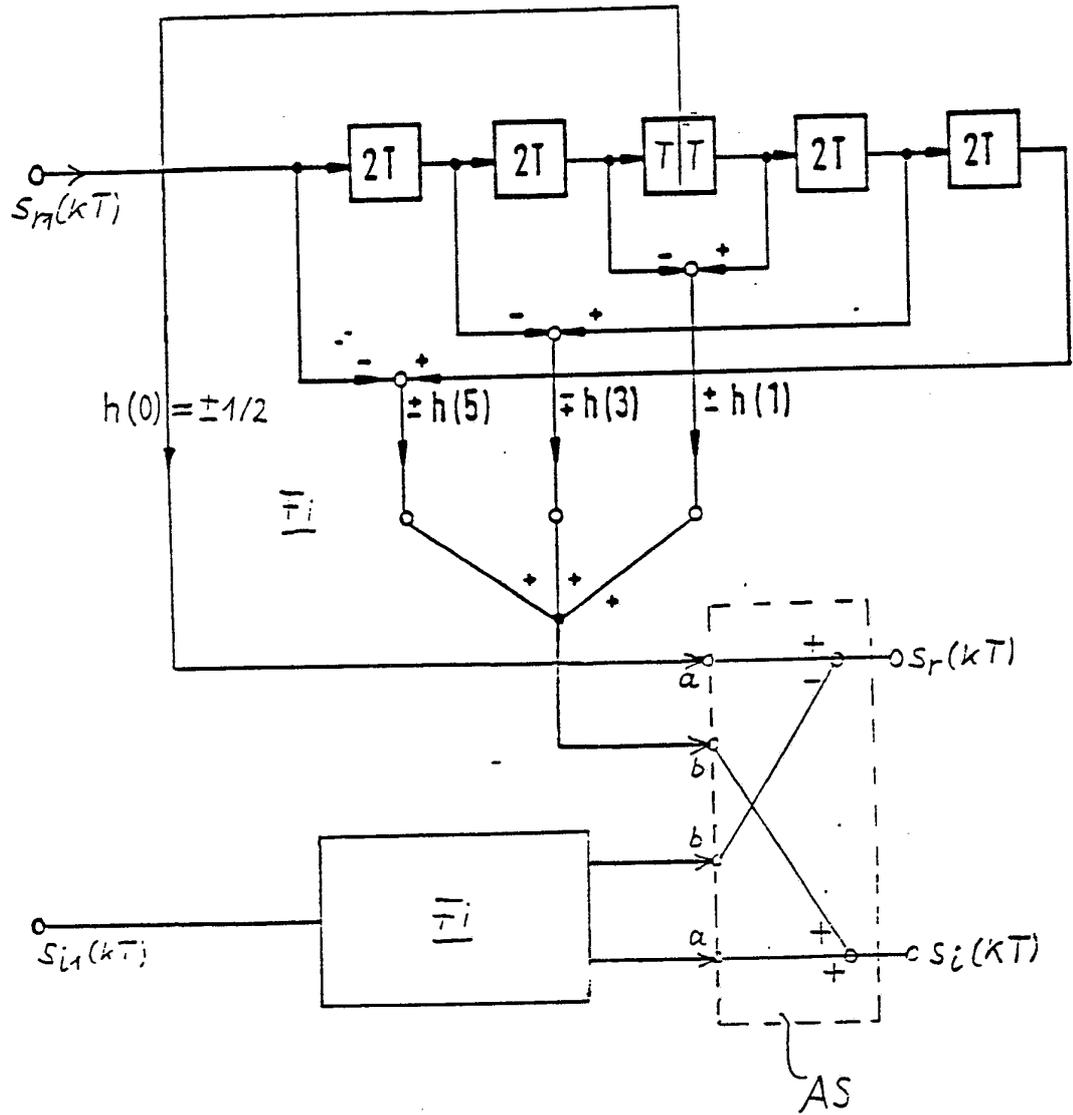


FIG. 3

( $m=0;2 ; N=11$ )

$m=1$  und  $m=3$  für  $N=11$

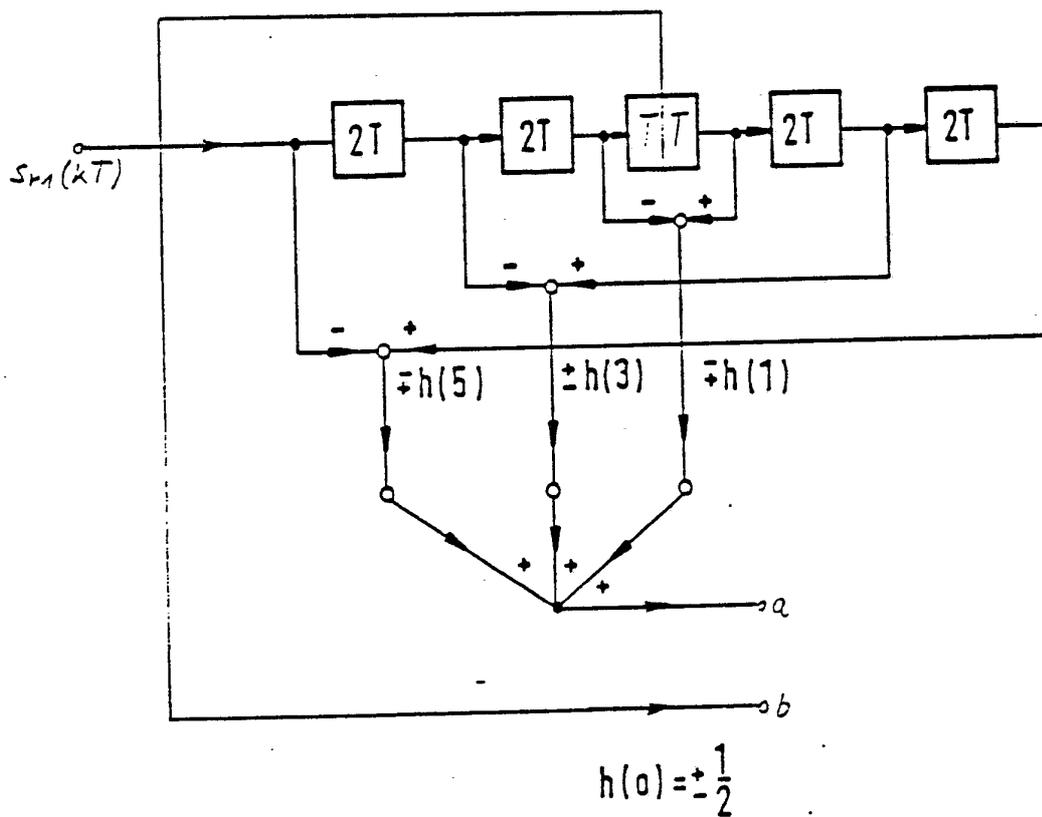


FIG. 4  
( $m=1;3; N=11$ )

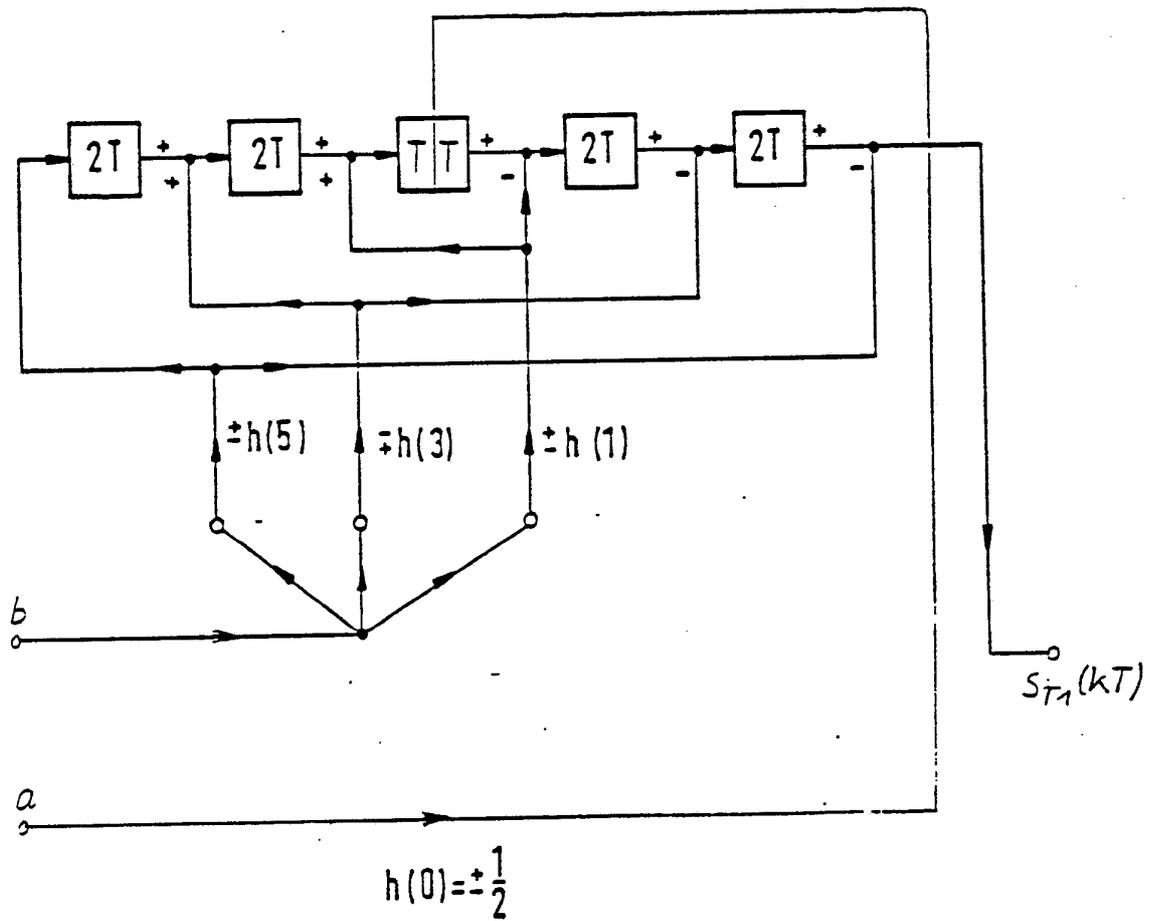


FIG. 6 ( $m=0; 2; N=11$ )

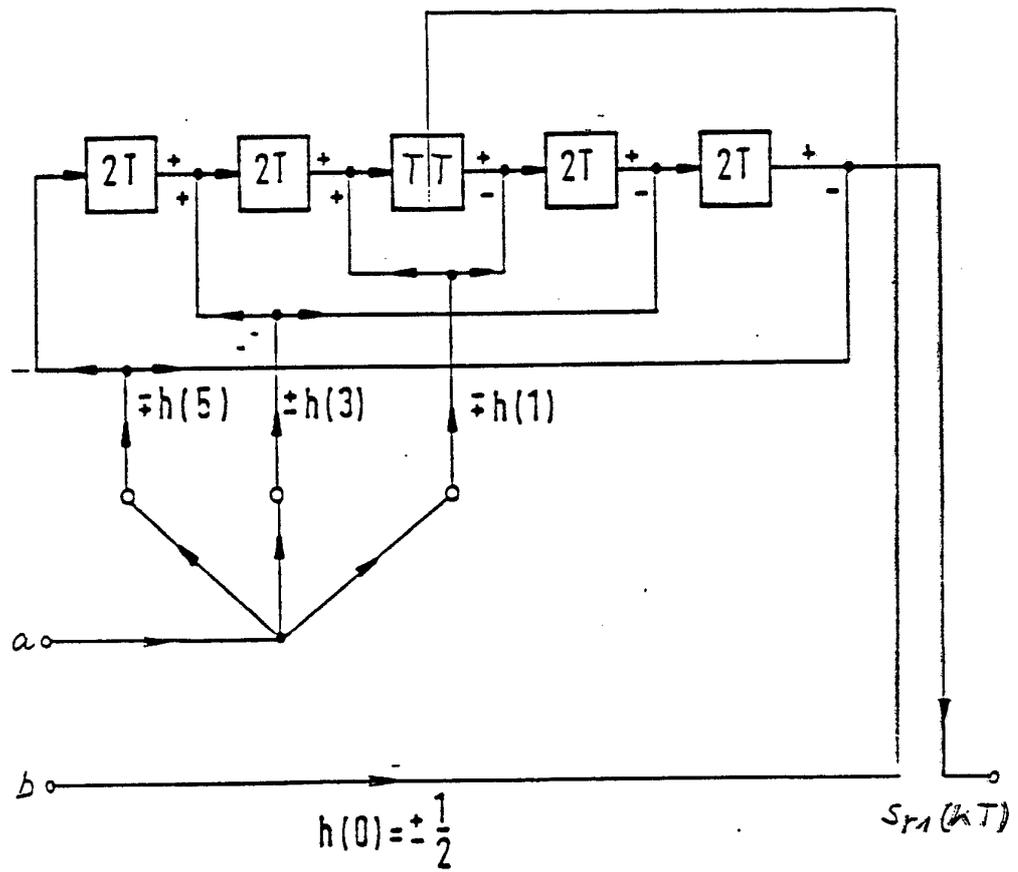


FIG. 7

( $m=1;3; N=11$ )

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No PCT/DE 88/00020

<b>I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> (if several classification symbols apply, indicate all) <sup>6</sup>		
According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC		
Int.Cl. <sup>4</sup>	H03H 17/06	
<b>II. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum Documentation Searched <sup>7</sup>		
Classification System	Classification Symbols	
Int.Cl. <sup>4</sup>	H03H	
Documentation Searched other than Minimum Documentation to the extent that such Documents are included in the Fields Searched <sup>8</sup>		
<b>III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT <sup>9</sup></b>		
Category <sup>*</sup>	Citation of Document, <sup>11</sup> with indication, where appropriate, of the relevant passages <sup>12</sup>	Relevant to Claim No. <sup>13</sup>
A	IEEE Transactions on Acoustics, Speech, and Signal Processing, Vol. ASSP-22, Nr. 4, August 1974, IEEE, (New York, US), M.G. Bellanger et al.: "Interpolation, extrapolation, and reduction of computation speed in digital filters" pages 231-235 see the whole document (cited in the application)	1
P,A	EP, A, 0250926 (ANT) 7 January 1988 see the whole document & DE, A, 3621737 (cited in the application)	1
-----		
<p><sup>*</sup> Special categories of cited documents: <sup>10</sup></p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"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)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>"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</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step</p> <p>"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.</p> <p>"&amp;" document member of the same patent family</p>		
<b>IV. CERTIFICATION</b>		
Date of the Actual Completion of the International Search	Date of Mailing of this International Search Report	
15 April 1988 (15.04.88)	25 May 1988 (25.05.88)	
International Searching Authority	Signature of Authorized Officer	
EUROPEAN PATENT OFFICE		

**ANNEX TO THE INTERNATIONAL SEARCH REPORT  
ON INTERNATIONAL PATENT APPLICATION NO.**

DE 8800020  
SA 20255

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 11/05/88  
The European Patent Office is in no way liable for these particulars which are merely given for the purpose of information.

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP-A- 0250926	07-01-88	DE-A- 3621737	21-01-88
-----			

EPO FORM P0479

For more details about this annex : see Official Journal of the European Patent Office, No. 12/82

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen **PCT/DE 88/00020**

<b>I. KLASSIFIKATION DES ANMELDUNGSGEGENSTANDS</b> (bei mehreren Klassifikationssymbolen sind alle anzugeben) <sup>6</sup>		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
Int. Cl. 4.	H 03 H 17/06	
<b>II. RECHERCHIERTE SACHGEBIETE</b>		
Recherchierter Mindestprüfstoff <sup>7</sup>		
Klassifikationssystem	Klassifikationssymbole	
Int. Cl. 4.	H 03 H	
Recherchierte nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Sachgebiete fallen <sup>8</sup>		
<b>III. EINSCHLÄGIGE VERÖFFENTLICHUNGEN<sup>9</sup></b>		
Art*	Kennzeichnung der Veröffentlichung <sup>11</sup> , soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile <sup>12</sup>	Betr. Anspruch Nr. <sup>13</sup>
A	IEEE Transactions on Acoustics, Speech, and Signal Processing, Band ASSP-22, Nr. 4, August 1974, IEEE, (New York, US), M.G. Bellanger et al.: "Interpolation, extrapolation, and reduction of computation speed in digital filters", Seiten 231-235 siehe das ganze Dokument in der Anmeldung erwähnt	1
P, A	EP, A, 0250926 (ANT) 7. Januar 1988 siehe das ganze Dokument & DE, A, 3621737 (in der Anmeldung erwähnt)	1
-----		
<p>* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen<sup>10</sup>:</p> <p>"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</p> <p>"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)</p> <p>"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</p> <p>"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist</p> <p>"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden</p> <p>"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist</p> <p>"g" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</p>		
<b>IV. BESCHEINIGUNG</b>		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts	
15. April 1988	25 MAY 1988	
Internationale Recherchenbehörde	Unterschrift des bevollmächtigten Bediensteten	
Europäisches Patentamt	 <b>P.C.G. VAN DER PUTTEN</b>	

**ANHANG ZUM INTERNATIONALEN RECHERCHENBERICHT  
ÜBER DIE INTERNATIONALE PATENTANMELDUNG NR.**

DE 8800020  
SA 20255

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten internationalen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.  
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am 11/05/88  
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP-A- 0250926	07-01-88	DE-A- 3621737	21-01-88
-----			

EPO FORM P0473

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82