



(12) Ausschließungspatent

(11) DD 291 664 A5

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1
Patentgesetz der DDR
vom 27. 10. 1983
in Übereinstimmung mit den entsprechenden
Festlegungen im Einigungsvertrag

5(51) H 04 N 11/16

DEUTSCHES PATENTAMT

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21)	DD H 04 N / 337 131 5	(22)	16.01.90	(44)	04.07.91
(31)	P3901117.8	(32)	16.01.89	(33)	DE
	P3941576.7		16.12.89		

- (71) siehe (73)
(72) Holoch, Gerhard, Dipl.-Ing.; Plantholt, Martin, Dr.-Ing.; Hauzeneder, Siegfried, Dipl.-Ing., DE
(73) TELEFUNKEN Fernseh und Rundfunk GmbH, Hannover, DE

(54) Kompatibles Frequenzmultiplex-Fernsehsystem

(55) kompatibles Fernsehübertragungssystem; vergrößertes Bild-Seitenverhältnis; Spektrumsaufspaltung; dreidimensionales Spektrum; Farbträger-Zusatzmodulation; spektral unbesetzter Raum
(57) Zur Schaffung eines verbesserten PAL-kompatiblen Fernsehsystems mit reduziertem Übersprechen zwischen Leuchtdichte- und Farb-Spektren, welches in die existierenden terrestrischen Kanäle paßt, wird vorgeschlagen, sendeseitig das Leuchtdichte-Signalspektrum in einen tieffrequenten Anteil Y_1 und einen hochfrequenten Anteil Y_2 aufzuspalten und den hochfrequenten Anteil einem Träger aufzumodulieren. Diese Modulation erfolgt derart, daß das Spektrum des resultierenden Modulationssignals Y^*_2 im dreidimensionalen PAL-Spektrum in einem von Nutzspectren praktisch unbesetzten spektralen Raum innerhalb der vorgegebenen Kanalbreite zu liegen kommt. Das Modulationssignal Y^*_2 wird zusammen mit dem tieffrequenten Anteil Y_1 des Leuchtdichte-Signalspektrums als Leuchtdichte-Information Y im PAL-C-Signal übertragen. Empfangsseitig wird in einem verbesserten Fernsehempfänger das Modulationssignal Y^*_2 aus dem empfangenen PAL-C-Signal ausgefiltert und demoduliert. Das daraus resultierende, dem hochfrequenten Anteil Y_2 des Leuchtdichte-Signalspektrums entsprechende Signal wird dem aus dem empfangenen PAL-C-Signal abgetrennten tieffrequenten Anteil Y_1 des Leuchtdichte-Signalspektrums hinzugefügt. Ein herkömmlicher PAL-Empfänger verwertet nur den tieffrequenten Anteil Y_1 des Leuchtdichte-Signals ohne vom mitübertragenen Modulationssignal Y^*_2 gestört zu werden. Die Erfindung ist anwendbar für Fernseh-Empfangsgeräte mit 4:3-Bildformat sowie erweitertem 16:9-Bildformat.

Patentansprüche:

1. Kompatibles Frequenzmultiplex-Fernsehsystem, bei dem sendeseitig das Leuchtdichte-Signalspektrum in einen tieffrequenten Anteil und einen hochfrequenten Anteil aufgespalten und derart einem Träger aufmoduliert wird, daß das Spektrum des resultierenden Modulationssignals im dreidimensionalen Farbfernsehsignal-Spektrum in einem von Nutzsignalspektren praktisch unbesetzten spektralen Raum innerhalb der vorgegebenen Kanalbandbreite zu liegen kommt, wobei das Modulationssignal zusammen mit dem tieffrequenten Anteil des Leuchtdichte-Signalspektrums als Leuchtdichte-Information im Farbfernsehsignal übertragen wird und bei dem empfangsseitig das Modulationssignal aus dem empfangenen Farbfernsehsignal ausgefiltert und demoduliert wird und das darauf resultierende, dem hochfrequenten Anteil des Leuchtdichte-Signalspektrums entsprechende Signal dem aus dem empfangenen Farbfernsehsignal dem aus dem empfangenen Farbfernsehsignal abgetrennten tieffrequenten Anteil des Leuchtdichte-Signalspektrums hinzugefügt wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß der tieffrequente Anteil (Y_1) des Leuchtdichte-Signalspektrums bis zu der Auswertegrenze (3,5 MHz beim PAL-System) von herkömmlichen Farbfernsehempfängern reicht, und daß der hochfrequente Anteil (Y_2) des Leuchtdichte-Signalspektrums von der Auswertegrenze bis zur Bandgrenze des Fernsehsystems (z. B. MHz beim PAL-System) reicht.
2. Fernsehsystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß vor der sendeseitigen Modulation des hochfrequenten Anteils (Y_2) des Leuchtdichte-Signalspektrums eine Umsetzung in eine tieffrequente Lage erfolgt, und daß empfangsseitig nach der Demodulation des Modulationssignals (Y^*_2) eine Umsetzung des daraus resultierenden Signals in die ursprüngliche Frequenzlage erfolgt.
3. Fernsehsystem nach den Ansprüchen 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß empfangsseitig das Modulationssignal (Y^*_2) durch vertikal-temporale Filterung aus dem empfangenen Farbfernsehsignal ausgefiltert wird.
4. Fernsehsystem nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Farbfernsehsignal vor der vertikal-temporalen Filterung hochpaß- oder bandpaßgefiltert wird.
5. Fernsehsystem nach den Ansprüchen 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Phasenlage des Modulationssignals (Y^*_2) stets der Phasenlage des Farbdifferenzsignals B-Y entspricht.
6. Fernsehsystem nach den Ansprüchen 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Pegel des Modulationssignals (Y^*_2) im Sender abgesenkt und im Empfänger entsprechend angehoben wird.
7. Fernsehsystem nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4 und 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß der hochfrequente Anteil (Y_2) mit einem zusätzlichen Träger mit einer Frequenz, die den $(2^n + 1)/2$ fachen Wert der Zeilenfrequenz hat, moduliert bzw. demoduliert wird.
8. Fernsehsystem nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Zahl nach den Wert 256 hat.

Hierzu 6 Seiten Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung bezieht sich auf ein PAL-kompatibles Frequenzmultiplex-Fernsehsystem.

Charakteristik des bekannten Standes der Technik

Ein derartiges Fernsehsystem ist aus SMPTE Journal, Oktober 1984, S. 823-929, sowie aus den US-PS 4745460 und 4660072 bekannt. Zur kompatiblen Verbesserung eines Frequenzmultiplex-Fernsehsystems, z. B. eines PAL-Systems, im Sinne einer Reduzierung des Übersprechens von Leuchtdichtespektren in Farbspektren und umgekehrt ist es bekannt (BBC Research Report BBC RD 1981/11, „An Extended PAL-System for High Quality Television“), das Leuchtdichte-Signalspektrum in einen tieffrequenten Anteil Y_1 und einen hochfrequenten Anteil Y_2 aufzuspalten und den hochfrequenten Anteil Y_2 oberhalb des Übertragungsspektrums (5 bzw. 5,5 MHz) eines terrestrischen Kanals zu übertragen. Wegen des vorgegebenen terrestrischen Kanalrasters von z. B. 7 oder 8 MHz ist eine solche Übertragung nur in Satellitenkanälen mit einer Bandbreite von z. B. 10 MHz möglich. Dieses Satellitensignal kann auch auf einem herkömmlichen PAL-Empfänger kompatibel wiedergegeben werden, wobei dieser jedoch nur den tieffrequenten Anteil Y_1 des Leuchtdichtespektrums auswertet. Da jedoch bei herkömmlichem terrestrischen PAL-Empfang infolge der üblichen Nicht-Anwendung von Kammfiltern ohnehin nur das Leuchtdichtespektrum bis etwa 3,5 MHz ausgewertet wird, ist der Qualitätsverlust beim kompatiblen Empfang vernachlässigbar. Es ist ferner aus den oben genannten Schriften bekannt, zur Erzielung einer höheren Auflösung im Leuchtdichtesignal bei unveränderter Kanalbandbreite des herkömmlichen Fernsehsystems (4,2 MHz beim NTSC-System) Leuchtdichtesignal-Komponenten oberhalb der Videobandgrenze (z. B. 4,2 MHz bis 6 MHz) im sogenannten „Fukinuki“-Loch zu übertragen. Hierunter versteht man bei Frequenzmultiplex-Systemen wie dem NTSC- und dem PAL-Fernsehsystem vakante oder nicht effektiv genutzte spektrale Räume, die für die Übertragung zusätzlicher Informationen ausgenutzt werden können.

Hierzu wird der hochfrequente Leuchtdichtesignalanteil (4,2 MHz bis 6 MHz) z. B. auf die halbe NTSC-Farbträgerfrequenz (ca. 1,8 MHz) aufmoduliert und das resultierende Modulationssignal zusammen mit dem tieffrequenten Leuchtdichtesignalanteil von 0 bis 4,2 MHz als Leuchtdichteinformation übertragen. Da durch die Modulation eine Frequenzumsetzung des außerhalb der Videobandgrenze liegenden hochfrequenten Leuchtdichtesignalanteils in die Grenzen des herkömmlichen Videobandes erfolgt, wird die Kanalbandbreite nicht überschritten. Die Einlagerung des Modulationssignals in das von Spektren des tieffrequenten Leuchtdichtesignalanteils und des Farbsignals besetzte herkömmliche Videoband ist wegen des Fukinuki-Loches praktisch störungsfrei möglich.

Empfangsseitig wird das Modulationssignal ausgefiltert, demoduliert und in der Ursprungslage von 4,2 bis 6 MHz dem tieffrequenten Leuchtdichtesignalanteil hinzugefügt. Durch diese Auflösungserhöhung wird jedoch das Übersprechen der Leuchtdichtesignalanteile in das Farbsignal (Crosscolour) nicht vermieden, und zwar weder bei einem herkömmlichen Farbfernsehempfänger noch bei einem zum Empfang des hochfrequenten Leuchtdichtesignalanteils von 4,2 MHz bis 6 MHz ausgelegten (verbesserten) Farbfernsehempfänger.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, Nachteile im Stand der Technik zu vermeiden.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein kompatibles Frequenzmultiplex-Fernsehsystem der eingangs erwähnten Art dahingehend weiterzubilden, daß das Übersprechen von Leuchtdichtesignalanteilen in das Farbsignal ohne Änderung der herkömmlichen Farbfernsehnorm vermieden wird.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß der tieffrequente Anteil des Leuchtdichte-Signalspektrums bis zu der Auswertegrenze (3,5 MHz beim PAL-System) von herkömmlichen Farbfernsehempfängern reicht, und daß der hochfrequente Anteil des Leuchtdichte-Signalspektrums von der Auswertegrenze bis zur Bandgrenze des Fernsehsystems (z. B. 5 MHz beim PAL-System) reicht.

Nach einer anderen Ausführungsform ist das Fernsehsystem dadurch gekennzeichnet, daß vor der sendeseitigen Modulation des hochfrequenten Anteils des Leuchtdichte-Signalspektrums eine Umsetzung in eine tieffrequente Lage erfolgt, und daß empfangsseitig nach der Demodulation des Modulationssignals eine Umsetzung des daraus resultierenden Signals in die ursprüngliche Frequenzlage erfolgt.

Ein weiteres Merkmal besteht darin, daß empfangsseitig das Modulationssignal durch vertikal-temporale Filterung aus dem empfangenen Farbfernsehsignal ausgefiltert wird. Das Farbfernsehsignal wird vor der vertikal-temporalen Filterung hochpaß- oder bandpaßgefiltert.

Nach einem anderen Merkmal entspricht die Phasenlage des Modulationssignals stets der Phasenlage des Farbdifferenzsignals B-Y. Der Pegel des Modulationssignals Y^*_2 wird im Sender abgesenkt und im Empfänger entsprechend angehoben.

Es ist vorteilhaft, daß der hochfrequente Anteil mit einem zusätzlichen Träger mit einer Frequenz, die den $(2n + 1)/2$ -fachen Wert der Zeilenfrequenz hat, moduliert bzw. demoduliert wird. Die Zahl n hat den Wert 256.

Ausführungsbeispiele

Die Erfindung wird anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigt

Fig. 1: eine dreidimensionale Darstellung des PAL-Spektrums;

Fig. 2: ein Blockschaltbild der Sendeseite eines Ausführungsbispiels des erfindungsgemäßen Fernsehsystems;

Fig. 3: Frequenzspektren von Leuchtdichte- bzw. Farbsignalen an verschiedenen Stellen des Blockschaltbildes nach Fig. 2;

Fig. 4: ein Blockschaltbild der Empfangsseite eines Ausführungsbispiels des erfindungsgemäßen Fernsehsystems;

Fig. 5: die Charakteristik einer vertikal-temporalen Filterung des Farbsignals in dem Blockschaltbild nach Fig. 4 mit Zusatzsignal-Spektralräumen für ein erstes Ausführungsbeispiel;

Fig. 6: eine Charakteristik für die vertikal-temporale Filterung des Modulationssignals Y^*_2 in dem Blockschaltbild nach Fig. 4;

Fig. 7: die Charakteristik einer vertikal-temporalen Filterung des Farbsignals in dem Blockschaltbild nach Fig. 4 mit Zusatzsignal-Spektralräumen für ein zweites Ausführungsbeispiel.

Bei der dreidimensionalen Darstellung des PAL-Spektrums nach Fig. 1 ist den dort eingezeichneten Achsen f_x , f_y und f_t folgende Bedeutung zugeordnet:

f_x : Auflösung in horizontaler Richtung mit Bandgrenze 5 MHz

f_y : Auflösung in vertikaler Richtung mit 288 Perioden pro Bildhöhe

f_t : Auflösung in zeitlicher Richtung mit 25 Hz, bedingt durch 25 Vollbilder/s und den Zeilensprung.

Die in Fig. 1 mit stark ausgezogener Linie eingezeichneten Grenzen definieren denjenigen spatial-temporalen Raum, in dem (bei statischem Bildinhalt) keine Alias-Komponenten (überlagerte Spektren) auftreten. Dabei ist wesentlich, daß die Farbdifferenzsignale U und V ausschließlich im ersten und dritten Quadranten eines Koordinatensystems liegen, welches von den Achsen f_x und f_t für Werte der Farbträgerfrequenz von $f_x = \pm 4,43$ MHz gebildet wird. Der zweite und vierte Quadrant dieses Koordinatensystems sind – abgesehen von marginalen Übersprecheffekten – im wesentlichen frei von U- und V-Komponenten. Dieser freie Raum wurde von Fukinuki im SEMPT Journal, Oktober 1984, Seiten 923–929, erstmals näher beschrieben.

Erfindungsgemäß wird dieses sogenannte Fukinuki-Loch ausgenutzt, um dort den hochfrequenten Anteil des Leuchtdichte-Signalspektrums zu übertragen. Wie man aus Fig. 1 erkennen kann, wird durch die Übertragung der hochfrequenten Leuchtdichte-Spektren im zweiten und vierten Quadranten des erwähnten Koordinatensystems vermieden, daß diese höherfrequenten Leuchtdichte-Spektren oberhalb 3,5 MHz in die Farbdifferenzspektren der U- und V-Komponenten im ersten und dritten Quadranten übersprechen.

In Fig. 2 ist prinzipiell dargestellt, wie das vorstehend erläuterte Erfindungsprinzip schaltungstechnisch auf der Sendeseite umgesetzt werden kann. Die Farbwertsignale Rot (R), Grün (G) und Blau (B) werden in einer Matrizierstufe 20 in die Farbdifferenzsignale R-Y und B-Y sowie in das Leuchtdichtesignal Y (Fig. 3 a) umgeformt. Die Farbdifferenzsignale R-Y, B-Y werden in Tiefpaßfiltern 21 und 22 mit einer Grenzfrequenz von jeweils 1,3 MHz tiefpaßgefiltert und anschließend in einem Quadraturmodulator 23 einem Farbträger f_{cc} von 4,43 MHz aufmoduliert. Das daraus resultierende, geträgerte Farbsignal C ist in Fig. 3 b dargestellt, wobei der Farbträger f_{cc} strichpunktiert eingezeichnet ist.

Aus dem Leuchtdichtesignal Y gemäß Fig. 3 a wird mit Hilfe eines Tiefpaßfilters 241 mit einer Grenzfrequenz von 3,5 MHz der tieffrequente Anteil Y_1 abgefiltert und sowohl einer ersten Addierstufe 26 als auch einer Subtrahierstufe 243 zugeführt. Der zweite Eingang der Subtrahierstufe 243 wird mit dem in einer Laufzeitschaltung 242 um eine Laufzeit t verzögerten Leuchtdichtesignal Y beaufschlagt, so daß am Ausgang der Subtrahierstufe 243 der hochfrequente Anteil Y_2 des Leuchtdichtesignals Y zur Verfügung steht. Die Anteile Y_1 und Y_2 sind in Fig. 3 c spektral dargestellt.

Der hochfrequente Anteil Y_2 wird mit Hilfe einer Mischstufe 244, welcher eine Mischerfrequenz von $6/5 f_{cc}$ zugeführt wird, in eine tiefe Frequenzlage umgesetzt, wie aus Fig. 3 d, Anteil Y'_2 ersichtlich ist. Der bei der Mischung spiegelbildlich zur Mischerfrequenz entstehende hochfrequente Anteil Y'_2 wird über das nachgeschaltete Tiefpaßfilter 245 mit einer Grenzfrequenz von 2 MHz unterdrückt.

Die angegebene Mischerfrequenz von $6/5 f_{cc}$ ist beispielhaft und stellt den geringstmöglichen Wert dar. Eine andere mögliche Mischerfrequenz wäre beispielsweise $7/8 f_{cc}$.

Die hochfrequente, rechte Flanke des hochfrequenten Anteils Y_2 wird bei der Mischung infolge der dabei auftretenden Spiegelung des Anteils Y_2 zur niederfrequenten Flanke des Anteils Y'_2 . Diese Flanke soll vorzugsweise durch geeignete Wahl der Mischerfrequenz möglichst nahe an die Frequenz 0 Hz herangerückt werden. Bei der anschließenden Modulation des Anteils Y'_2 in der Amplitudenmodulationsstufe 247 mit einem von Teilbild zu Teilbild um 180° in der Phase umgeschalteten Farbträger f_{cc} wird infolge der erneuten Spiegelung die tieffrequente Flanke des Anteils Y'_2 wieder zur hochfrequenten Flanke des interessierenden unteren Seitenbandes des resultierenden Modulationssignals Y^*_2 . Das in Fig. 3 e gestrichelt eingezeichnete obere Seitenband des resultierenden Modulationssignals Y^*_2 wird mit Hilfe eines Tiefpaßfilters 25 mit einer Grenzfrequenz von 5 MHz nur zum Teil unterdrückt.

Zur Erzeugung des von Teilbild zu Teilbild um 180° in der Phase umgeschalteten Farbträgers f_{cc} werden einem Phasenschalter 246 die Trägerfrequenz f_{cc} sowie der Vertikalsynchronimpuls V zugeführt. Da ohne weitere Maßnahmen ein herkömmlicher PAL-Empfänger das Modulationssignal Y^*_2 wegen dessen Modulation mit dem Farbträger f_{cc} als Farbsignal mit verfälschter Farbe detektieren würde, muß der der Modulationsstufe 247 zugeführte Farbträger außer der schon erwähnten teilbildsequentiellen Phasenumschaltung um 180° eine bestimmte Phasenlage erhalten. Und zwar wird alternativ in jeder Zeile die Phasenlage 90° entsprechend der Achse des Farbdifferenzsignals R-Y oder $0^\circ/-180^\circ$ entsprechend der Achse des Farbdifferenzsignals B-Y gewählt. Im Falle der letztgenannten Alternative wird der Farbträger f_{cc} von Zeile zu Zeile um 180° in der Phase geschaltet, wozu dem Phasenschalter 246 der Horizontalsynchronimpuls H zugeführt wird.

Durch die teilbildsequentielle Umschaltung der Phase des Farbträgers f_{cc} um 180° wird das Spektrum des Modulationssignals Y^*_2 in das vorstehend erwähnte Fukinuki-Loch transponiert.

Das abgefilterte Modulationssignal Y^*_2 wird in einer ersten Addierstufe 26 mit dem tieffrequenten Anteil Y_1 zusammengefügt und das daraus resultierende Leuchtdichtesignal wird in einer zweiten Addierstufe 27 mit dem Farbsignal C zum resultierenden PAL-C (compatible) FBAS-Signal gemäß Fig. 3 e kombiniert. Dieses Signal kann dann einem üblichen terrestrischen Fernsehsender zur terrestrischen Übertragung zugeführt werden. Dieses terrestrisch ausgestrahlte Signal kann von einem herkömmlichen PAL-Empfänger verarbeitet werden, wobei nur der tieffrequente Anteil Y_1 des Leuchtdichte-Signalspektrums ausgewertet wird. Dies ist jedoch, wie eingangs bereits erläutert wurde, kein Nachteil, da bei der Standard-PAL-Übertragung im sendeseitigen Coder und empfangsseitigen Decoder Notch-Filter verwendet werden, welche das Leuchtdichte-Signal auf etwa 3,5 MHz begrenzen. Von Vorteil für den kompatiblen PAL-Empfang ist jedoch, daß ein Übersprechen von Leuchtdichte-Spektren in Farbspektren und umgekehrt weitgehend vermieden wird, weil die höherfrequenten Anteile des Leuchtdichte-Signals nicht nach dem PAL-Standard übertragen werden.

Ein Empfänger, welcher auch den geträgert übertragenen hochfrequenten Anteil des Leuchtdichte-Signalspektrums, d. h., das Modulationssignal Y^*_2 auswertet und dadurch eine höhere Auflösung der Leuchtdichte bietet, ist in dem Blockschaltbild nach Fig. 4 erläutert.

Aus dem ankommenden PAL-C-FBAS-Signal wird über ein Tiefpaßfilter 48 mit einer Grenzfrequenz von 3,5 MHz der tieffrequente Anteil Y_1 ausgesiebt und einem ersten Eingang einer ersten Addierstufe 47 zugeführt, welche in noch näher zu beschreibender Weise den hochfrequenten Anteil Y_2 an ihrem zweiten Eingang erhält und dem tieffrequenten Anteil Y_1 zur Bildung des ursprünglichen Leuchtdichtesignals Y hinzuaddiert.

Zur Gewinnung des hochfrequenten Anteils Y_2 sowie der Farbdifferenzsignale R-Y und B-Y wird das ankommende PAL-C-FBAS-Signal ferner einem Bandpaßfilter 41 mit einer unteren Grenzfrequenz von 3,5 MHz und einer oberen Grenzfrequenz von 5 MHz zugeführt. Ein nachgeschaltetes Teilbildkammfilter, enthaltend eine 312-Zeilen-Verzögerung 42, eine Subtrahierstufe 421 und eine zweite Addierstufe 422, liefert am Ausgang der Subtrahierstufe 421 das Farbsignal C und am Ausgang der zweiten Addierstufe 422 das Modulationssignal Y^*_2 .

Die zugehörigen Filtercharakteristiken sind in den Figuren 5 und 6 veranschaulicht, welche die Filterung im vertikaltemporalen Bereich (Achsen f_y und f_t) bezüglich des Farbsignals C und des Modulationssignals Y^*_2 zeigen. Die in den Figuren 5 und 6 schraffiert eingezeichneten Bereiche sind die Sperrbereiche, während die übrigen, nicht-schraffierten Bereiche die Durchlaßbereiche darstellen. Wie aus Vergleich von Fig. 5 und 6 ersichtlich ist, sind bei den dort dargestellten Filtercharakteristiken die Sperr- und Durchlaßbereiche exakt komplementär ausgebildet.

Zur Wirkungsweise der vertikal-temporalen Filterung:

Bei der angenommenen Phasenlage für die Komponenten C und Y^*_2 bei der PAL-Norm ergibt sich nach jeweils 312 Zeilen eine Phasenumkehr der Farbvektoren und eine Phasengleichheit der Leuchtdichtevektoren. Bei der Addition (zweite Addierstufe 422) bzw. Subtraktion (Subtrahierstufe 421) der unverzögerten und der um 312 Zeilen verzögerten Komponenten haben sich die Farbkomponente C bzw. die Leuchtdichtekomponente Y_2 auf. Dieser wechselseitigen Aufhebung entsprechen die Darstellungen in den Figuren 5 und 6.

Aus der vertikal-temporal gefilterten Farbkomponente C werden durch Demodulation in einer ersten Demodulationsstufe 431, welcher der Farbträger f_{cc} zugeführt wird, die Farbdifferenzsignale R-Y und B-Y in üblicher Weise gewonnen. Der Leuchtdichte-Anteil am Ausgang der zweiten Addierstufe 422 stellt das geträgerte hochfrequente Leuchtdichtesignal Y^*_2 dar, das in einer zweiten Demodulationsstufe 432 demoduliert wird. Hierzu wird der zweiten Demodulationsstufe 432 in gleicher Weise wie der sendeseitigen Modulationsstufe 247 von einem Phasenschalter 433 ein teilbildsequentiell um -180° in der Phase alternierender Farbträger f_{cc} zugeführt, welcher entsprechend der gewählten Phasenlage des Farbträgers entweder nicht geschaltet oder von Zeile zu Zeile um 180° geschaltet wird. Dementsprechend werden dem Phasenschalter 433 der Farbträger f_{cc} , der Vertikalsynchronimpuls V und der Horizontalsynchronimpuls H zugeführt. Das demodulierte Signal am Ausgang der Demodulationsstufe 432 wird zur Absiebung unerwünschter Demodulationsprodukte in einem Tiefpaßfilter 44 mit einer Grenzfrequenz von 2 MHz gefiltert, worauf der resultierende, in seiner Frequenzlage versetzte, hochfrequente Leuchtdichteanteil Y'_2 einer Mischstufe 45 zugeführt wird, die diesen Anteil in die ursprüngliche, in Fig. 3c dargestellte Frequenzlage rücktransportiert. Hierzu wird dem Mischer eine Mischfrequenz $6/5 f_{cc}$ zugeführt, wie dies entsprechend bei der sendeseitigen Mischstufe 244 der Fall war. Alternativ wird ebenso wie bei der sendeseitigen Mischstufe 244 der empfangsseitigen Mischstufe 45 eine Mischfrequenz von $7/8 f_{cc}$ zugeführt.

Der in seine richtige Frequenzlage rücktransportierte hochfrequente Anteil Y_2 wird über ein Bandpaßfilter 46 mit einer unteren Grenzfrequenz von 3,5 MHz und einer oberen Grenzfrequenz von 5 MHz gesiebt und dann der ersten Addierstufe 47 zugeführt. Die genaue spektrale Lage des Modulationssignals Y^*_2 in Fig. 5, 6 und 7 hängt ab von der Phasenlage des Farbträgers f_{cc} und der Mischfrequenz. Aus einer Anzahl von verschiedenen Möglichkeiten sind in Fig. 5 und 6 jeweils zwei dargestellt. So liegen z. B. bei einer Mischfrequenz von $7/8 f_{cc}$ und Modulation mit der Phasenlage $+V$ im ersten Teilbild und $-V$ im zweiten Teilbild die Spektren von Y^*_2 bei 72 Perioden/Bildhöhe und $-20,3$ Hz und bei -216 Perioden/Bildhöhe und $4,7$ Hz. Bei einer Mischfrequenz von $6/5 f_{cc}$ und Modulation mit der Phasenlage $+V$ im ersten Teilbild und $-V$ im zweiten Teilbild liegen die Spektren bei 288 Perioden/Bildhöhe und $-20,3$ Hz und bei 0 Perioden/Bildhöhe und $4,7$ Hz.

Im zweiten Ausführungsbeispiel wird das Übersprechen von der Leuchtdichte in die Farbe noch weiter reduziert.

Dazu wird in jeder Zeile die Phasenlage entsprechend der Achse des Farbdifferenzsignals B-Y gewählt. Die Phase des dem Phasenschalter 246 zugeführten Farbträgers f_{cc} wird so gestellt, daß sie in jeder Zeile der normgemäßen Phase des B-Y-Vektors entspricht. Der Horizontalsynchronimpuls H braucht nicht mehr zugeführt zu werden.

Durch die teilbildsequentielle Umschaltung der Phase des Farbträgers f_{cc} um 180° wird das Spektrum des Modulationssignals Y^*_2 wie im ersten Ausführungsbeispiel in das erwähnte Fukinuki-Loch transportiert. Durch einen größeren Abstand von den Spektren der U- und V-Komponenten wird jedoch vorteilhaft das Übersprechen von Leuchtdichte und Farbe weiter reduziert. Der zugehörige f_y - f_r -Spektralraum ist in Fig. 7 dargestellt. Der schraffiert eingezeichnete Bereich ist der Sperrbereich für das Chromasignal C. Das Modulationssignal Y^*_2 und die U- und V-Komponenten werden durch ein digitales Filter mit drei oder mehr Koeffizienten separiert.

Im Empfänger für das zweite Ausführungsbeispiel wird dem Phasenschalter 433 ein dem des Senders entsprechender Farbträger zugeführt und der Horizontalsynchronimpuls H wird im Phasenschalter 433 nicht mehr benötigt.

Durch die Gleichphasigkeit des Farbträgers f_{cc} mit dem Farbdifferenzsignal B-Y für die Modulation/Demodulation des Signals Y^*_2 ergeben sich die aus Fig. 7 ersichtlichen Lagen von Y^*_2 bei ± 144 Perioden/Bildhöhe und bei den temporalen Frequenzen von $+17,2$ Hz und bei $-7,8$ Hz.

Um die Kompatibilität mit vorfindenden Empfängern weiter zu verbessern, ist es vorteilhaft, den Pegel des Modulationssignals Y^*_2 im Sender abzusenken und im Empfänger entsprechend wieder anzuheben.

Das erfindungsgemäße Verfahren bietet folgende Vorteile:

- Sowohl der kompatible PAL-Empfang als auch der verbesserte PAL-Empfang sind weitgehend frei von Crosscolour-Störungen;
- auch der hochfrequente Anteil Y_2 des Leuchtdichte-Signals ist frei von Übersprechen aus dem ursprünglichen Leuchtdichte-Signal, da letzteres bei 3,5 MHz begrenzt wurde;
- der verbesserte PAL-Empfänger zeigt eine volle Auflösung des Leuchtdichte-Signals;
- die gerätetechnische Realisierung sowohl auf der Sende- als auch auf der Empfängerseite ist relativ einfach.

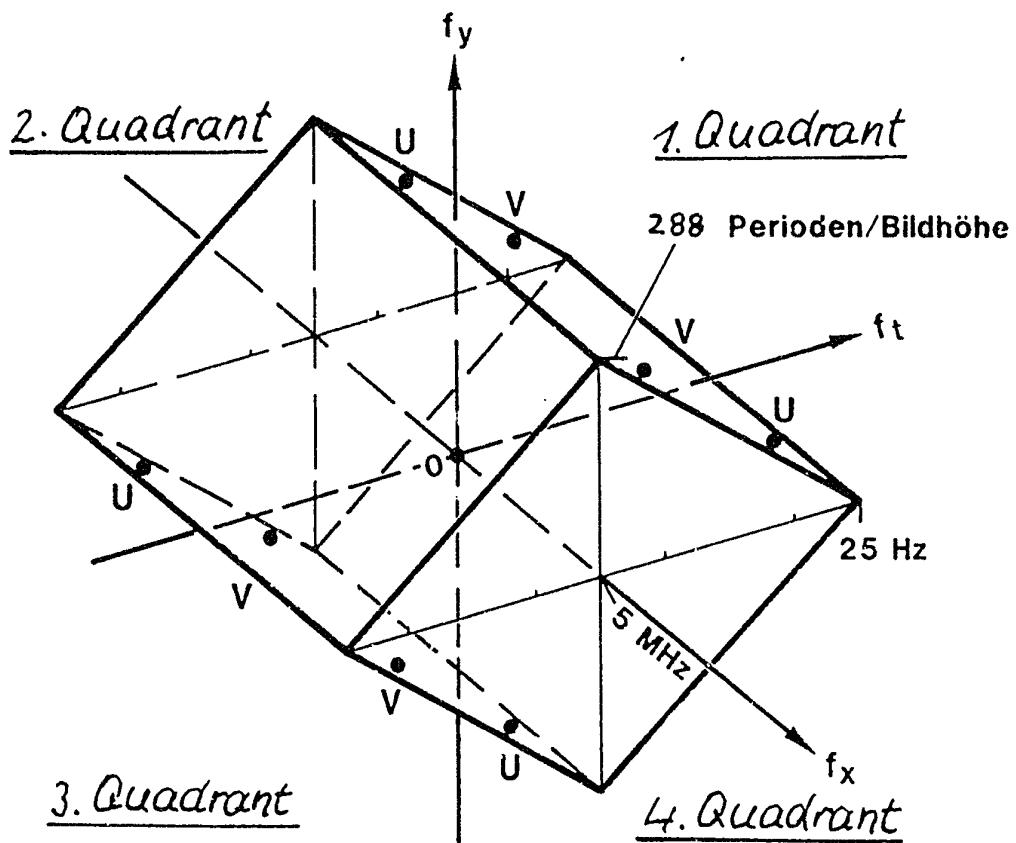


Fig. 1

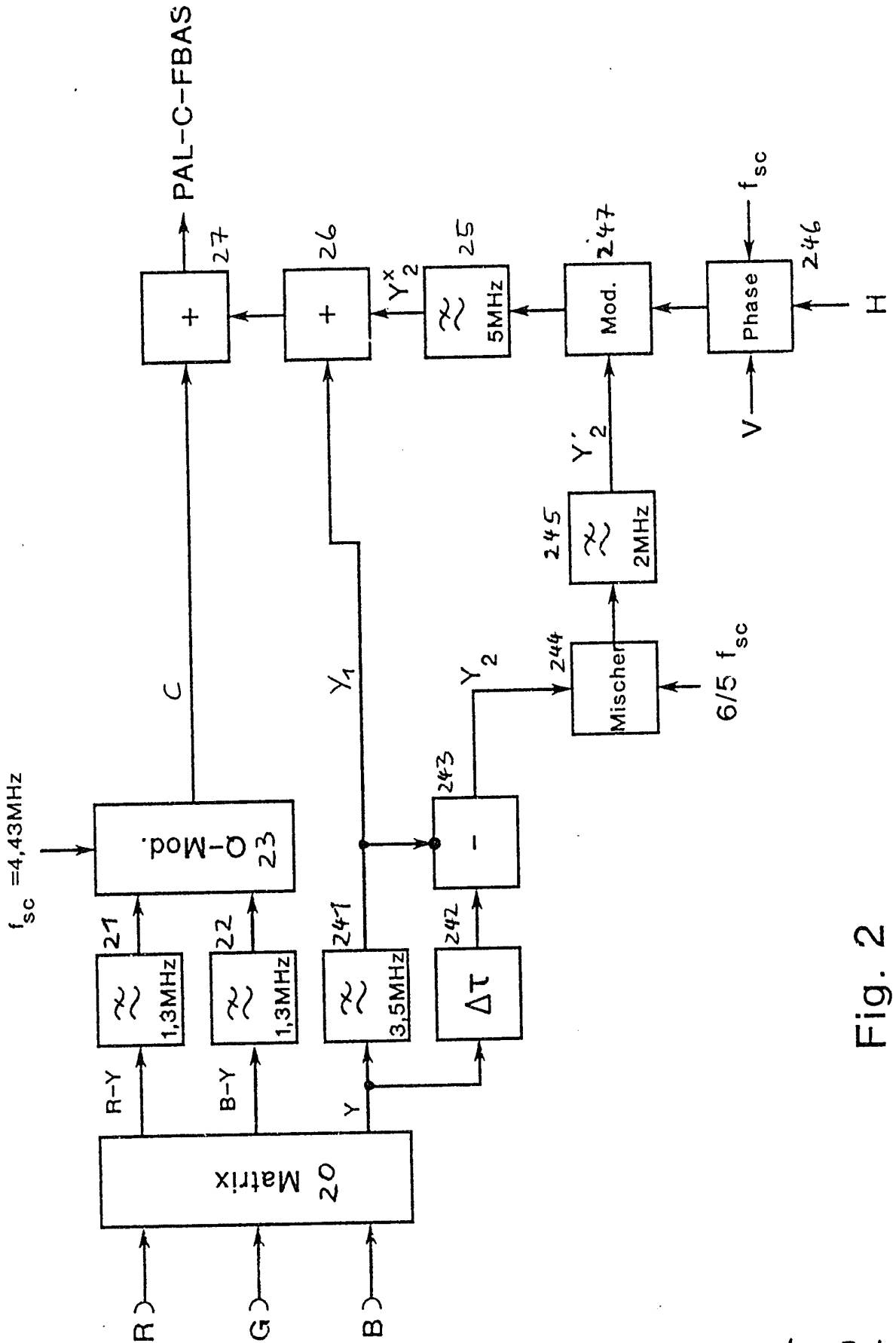


Fig. 2

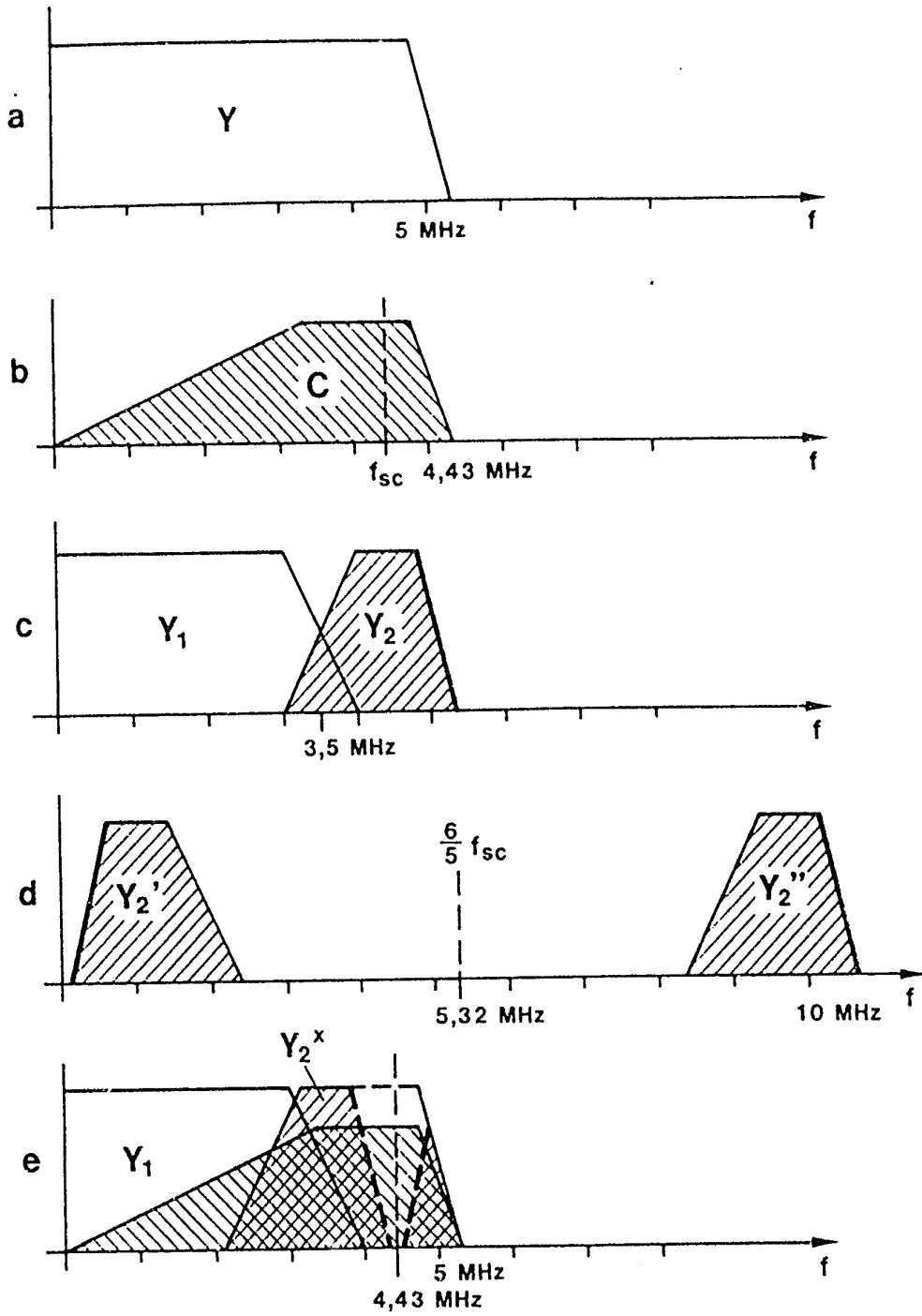


Fig. 3

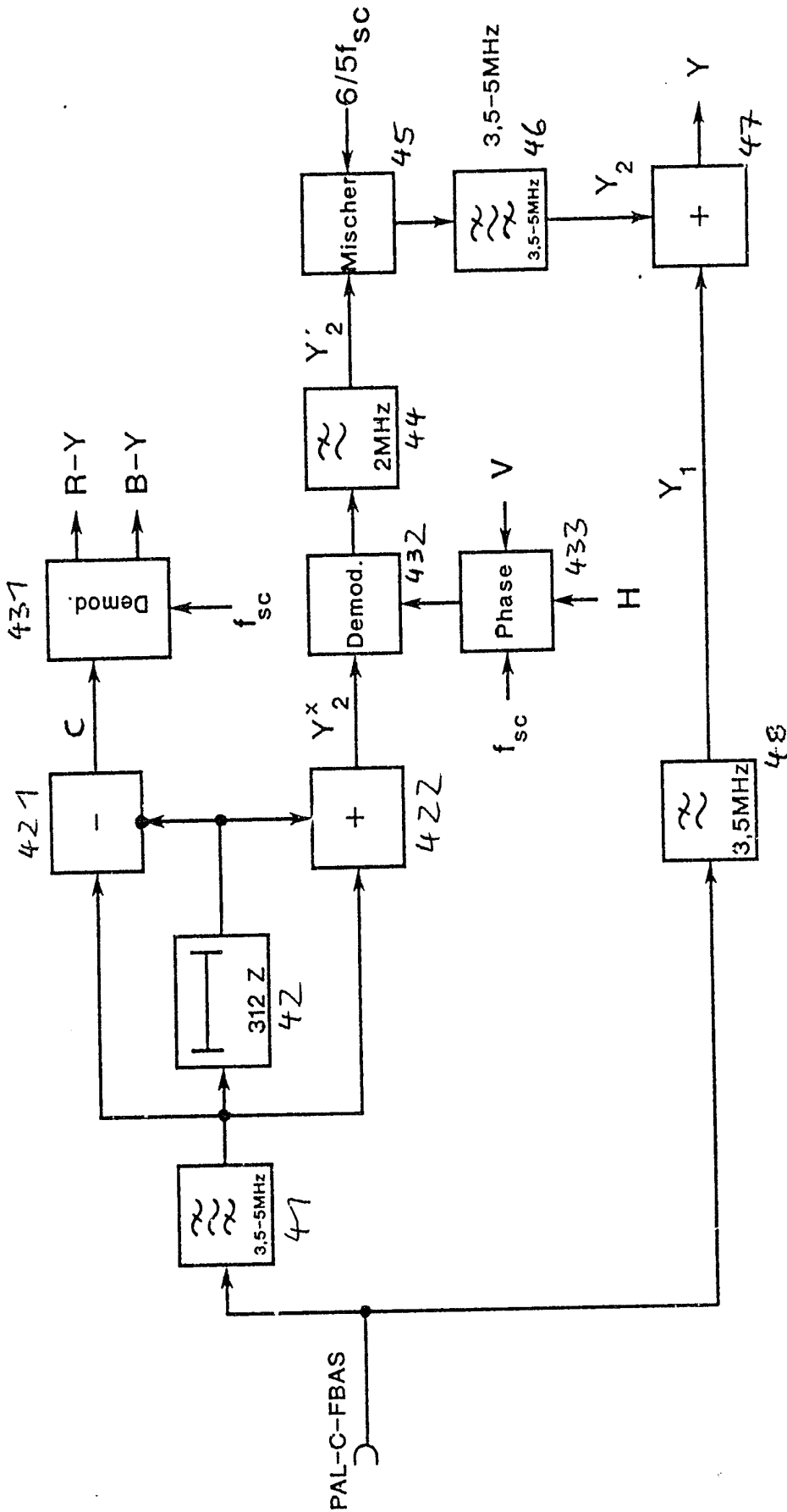


Fig. 4

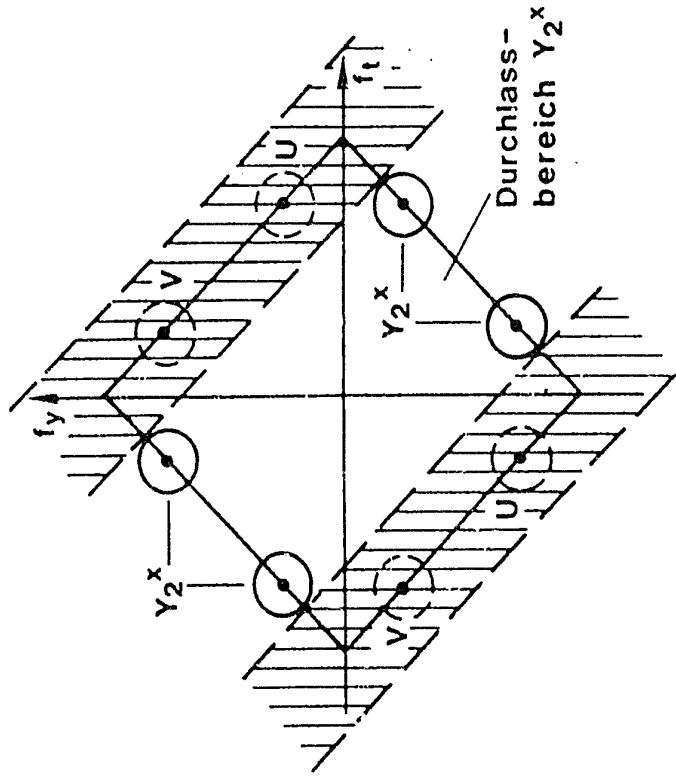


Fig. 6

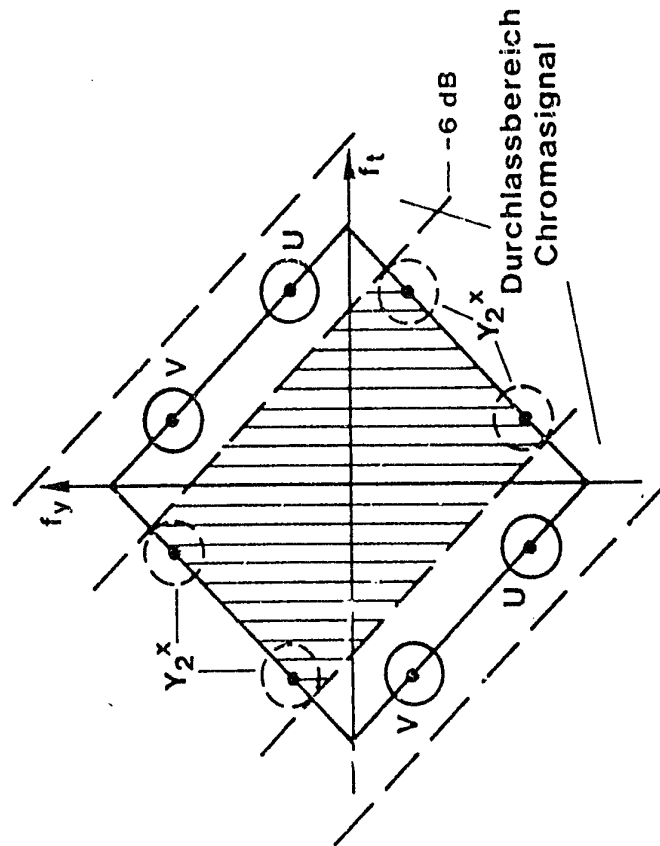


Fig. 5

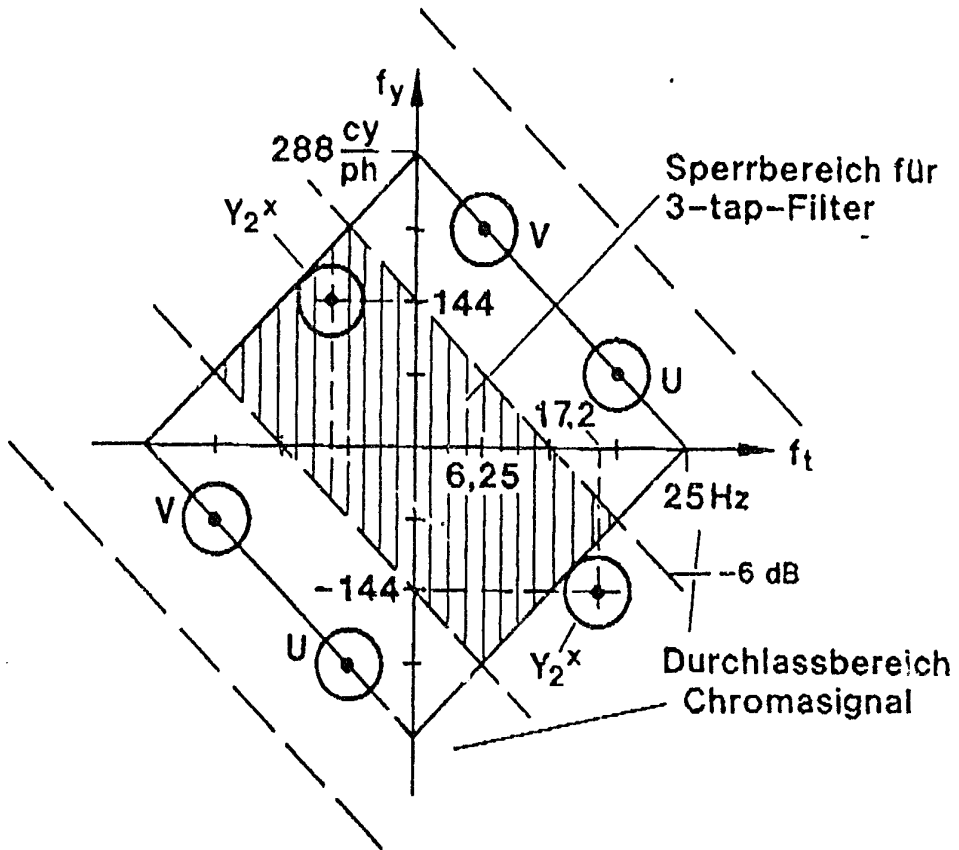


Fig.7