



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

Int. Cl.³: H 04 B

7/15

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978



PATENT A5

11

617 552

21 Gesuchsnummer: 6540/77

22 Anmeldungsdatum: 27.05.1977

30 Priorität(en): 28.06.1976 DE 2628906

24 Patent erteilt: 30.05.1980

45 Patentschrift
veröffentlicht: 30.05.1980

73 Inhaber:
Siemens Aktiengesellschaft, Berlin und München,
München 2 (DE)

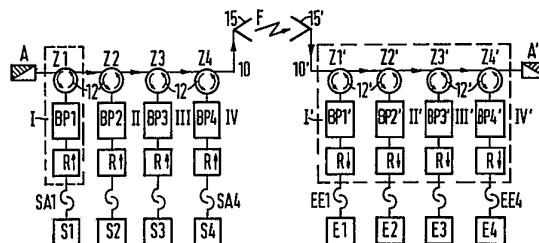
72 Erfinder:
Hans-Werner Weber, Darmstadt (DE)
Dipl.-Ing. Hermann Vollhardt, München (DE)

74 Vertreter:
Siemens-Albis Aktiengesellschaft, Zürich

54 Richtfunk-Kanalweichenkette mit einheitlichem Laufzeit- und Dämpfungsverhalten für alle Kanäle.

57 Kanalweichenkette in einer Richtfunkstrecke, bei der sowohl in der Sendestelle als auch in der Empfangsstelle mehrere benachbarte hochfrequente Kanäle über eine Kettenschaltung von aus Zirkulatoren und Bandpässen bestehenden Kanalweichengliedern zu einem gemeinsamen hochfrequenten Bündel zusammengefasst sind. Wesentlich ist, dass dem einen der beiden, am oberen und unteren Rand des zu übertragenden Frequenzbereiches vorgesehenen Eckkanäle (1, 4) sendeseitig das vom Antennenanschluss (10) am weitesten entfernt angeordnete Kanalweichenglied (I) zugeordnet ist, dass dem anderen Eckkanal empfangsseitig das vom Antennenanschluss (10') am weitesten entfernt angeordnete Kanalweichenglied (IV') zugeordnet ist, und dass die Bandpässe (BP1, BP4') der sende- und empfangsseitig von den jeweiligen Antennenanschlüssen (10, 10') am weitesten entfernt angeordneten Kanalweichenglieder (I, IV') hinsichtlich ihrer Mittenfrequenz gegenüber der Mittenfrequenz der ihnen zugeordneten Eckkanäle um einen Betrag Δf in Richtung der Mittenfrequenz der in der Frequenzlage jeweils benachbarten Kanäle verstimmt sind.

Damit wird eine für alle Kanäle gleiche und insbesondere für die Eckkanäle symmetrische Laufzeit- und Dämpfungsverzerrung erreicht.



PATENTANSPRÜCHE

1. Kanalweichenkette in einer Richtfunkstrecke, bei der sowohl in der Sendestelle als auch in der Empfangsstelle mehrere benachbarte hochfrequente Kanäle über eine Kettenschaltung von aus Zirkulatoren und Bandpässen bestehenden Kanalweichengliedern zu einem gemeinsamen hochfrequenten Bündel zusammengefasst sind, dadurch gekennzeichnet, dass dem einen der beiden, am oberen und unteren Rand des zu übertragenden Frequenzbereiches vorgesehenen Eckkanäle (1, 4) sendeseitig das vom Antennenanschluss (10) am weitesten entfernt angeordnete Kanalweichenglied (I) zugeordnet ist, dass dem anderen Eckkanal empfangsseitig das vom Antennenanschluss (10') am weitesten entfernt angeordnete Kanalweichenglied (IV') zugeordnet ist, und dass die Bandpässe (BP1, BP4) der sende- und empfangsseitig von den jeweiligen Antennenanschlüssen (10, 10') am weitesten entfernt angeordneten Kanalweichengliedern (I, IV') hinsichtlich ihrer Mittenfrequenz gegenüber der Mittenfrequenz der ihnen zugeordneten Eckkanäle um einen Betrag Δf in Richtung der Mittenfrequenz der in der Frequenzlage jeweils benachbarten Kanäle verstimmt sind.

2. Kanalweichenkette nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Betrag Δf der Verstimmung kleiner gewählt ist als die genutzte Bandbreite der betreffenden Eckkanäle.

Die Erfindung betrifft eine Kanalweichenkette in einer Richtfunkstrecke, bei der sowohl in der Sendestelle als auch in der Empfangsstelle mehrere benachbarte hochfrequente Kanäle über eine Kettenschaltung von aus Zirkulatoren und Bandpässen bestehenden Kanalweichengliedern zu einem gemeinsamen hochfrequenten Bündel zusammengefasst sind.

Bei der Übertragung von Nachrichtenkanälen im Frequenzbereich der Mikrowellen sind bekanntlich Frequenzschemata vorgeschrieben, nach denen hochfrequente Bündel in einzelne Kanäle unterteilt sind. Wesentlich für den Aufbau der Übertragungsstrecken ist es nun, dass das gesamte hochfrequente Bündel über ein Funkfeld mit jeweils nur einer Sendeanenne und einer Empfangsantenne übertragen wird. Zur Speisung der Antenne werden dabei im allgemeinen sendeseitig die einzelnen Frequenzkanäle über Weichenschaltungen zusammengefasst und der Sendeanenne zugeführt, während empfangsseitig die einzelnen Kanäle über beispielsweise ähnlich aufgebaute Weichenschaltungen wieder getrennt werden. Wenn nun die Vereinigung bzw. die Trennung der einzelnen Kanäle in den jeweiligen Weichenschaltungen ohne besondere Massnahmen vorgenommen wird, ergibt sich ein unterschiedliches Laufzeitverhalten für die einzelnen Kanäle, so dass zum Laufzeitausgleich voneinander erheblich unterschiedliche Typen von Laufzeitentzerrern verwendet werden müssen. Um diese Schwierigkeiten wenigstens teilweise zu beheben, ist durch die DE-PS 1 260 562 bereits ein Funkfeld in einer Richtfunkstrecke bekannt geworden, bei dem darauf geachtet wird, dass die Reihenfolge der Anschaltung der einzelnen Kanäle bei der empfangsseitigen Kanalweichenkette umgekehrt gewählt ist wie bei der zugehörigen sendeseitigen Kanalweichenkette. Dadurch wird für den einzelnen Kanal betrachtet, die Anzahl von Totalreflexionen und die Anzahl der hinsichtlich Laufzeitverzerrungen mitbestimmenden Filterflanken auf dem Übertragungsweg vom Sender zum Empfänger gleich der Anzahl von Totalreflexionen und der Anzahl von wirksamen Filterflanken in jedem anderen Kanal.

Bei dieser speziellen Ausbildung des Funksystems sind zwar die Laufzeitverzerrungen der in der Frequenzlage mittleren Kanäle untereinander gleich, jedoch ist für die Eckkanäle das Laufzeitverhalten nur näherungsweise gleich. Es wird dies ins-

besondere dann als störend empfunden, wenn es darauf ankommt, für alle Kanäle identische Laufzeitentzerrer in der Zwischenfrequenzebene einzusetzen. Zur Behebung dieser Schwierigkeiten ist durch die DE-OS 2 213 962 ein Funkfeld in einer Richtfunkstrecke bekannt geworden, bei dem eine bestimmte Reihenfolge der einzelnen, den jeweiligen Hochfrequenzkanälen zugeordneten Kanalweichengliedern vorgesehen ist, bei dem ferner der Umlaufsinn zweier Zirkulatoren entgegengesetzt gewählt ist zum Umlaufsinn der übrigen Zirkulatoren und bei dem ferner ein Resonator vorgesehen ist, der im Frequenzbereich des tiefsten bzw. höchsten Frequenzkanals spiegelbildlich zu dessen Bandmittenfrequenz das Laufzeitverhalten nachbildet, das von dem in der Frequenzlage jeweils benachbarten Kanalweichenglied verursacht wird.

Durch diese spezielle Ausgestaltung eines Funksystems wird zwar eine für alle Kanäle gleiche und symmetrische Laufzeit- und Dämpfungsverzerrung erreicht, jedoch unterscheiden sich die Kanalweichenglieder für die Eckkanäle von den übrigen Kanalweichengliedern, so dass keine einheitlichen Baugruppen verwendet werden können. Ausserdem ergibt sich durch den Mikrowellen-Resonator sowie durch den hierfür erforderlichen Abgleich ein im allgemeinen unerwünscht hoher Aufwand.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, den vorstehenden erwähnten Schwierigkeiten abzuweichen und eine weitere Lösung anzugeben, durch die eine für alle Kanäle gleiche und insbesondere für die Eckkanäle symmetrische Laufzeit- und Dämpfungsverzerrung bei gleichzeitiger Verringerung des bisher erforderlichen Aufwands erreicht wird.

Ausgehend von einer Kanalweichenkette in einer Richtfunkstrecke, bei der sowohl in der Sendestelle als auch in der Empfangsstelle mehrere benachbarte hochfrequente Kanäle über eine Kettenschaltung von aus Zirkulatoren und Bandpässen bestehenden Kanalweichengliedern zu einem gemeinsamen hochfrequenten Bündel zusammengefasst sind, wird diese Aufgabe erfindungsgemäss dadurch gelöst, dass dem einen der beiden, am oberen und unteren Rand des zu übertragenden Frequenzbereiches vorgesehenen Eckkanäle sendeseitig das vom Antennenanschluss am weitesten entfernt angeordnete Kanalweichenglied zugeordnet ist, dass dem anderen Eckkanal empfangsseitig das vom Antennenanschluss am weitesten entfernt angeordnete Kanalweichenglied zugeordnet ist und dass die Bandpässe der sende- und empfangsseitig von den jeweiligen Antennenanschlüssen am weitesten entfernt angeordneten Kanalweichengliedern hinsichtlich ihrer Mittenfrequenz gegenüber der Mittenfrequenz der ihnen zugeordneten Eckkanäle um einen Betrag Δf in Richtung der Mittenfrequenz der in der Frequenzlage jeweils benachbarten Kanäle verstimmt sind.

Nachstehend wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels noch näher erläutert. Es zeigen in der Zeichnung:

Fig. 1 den Kanalplan eines Richtfunkbereiches,

Fig. 2 den schematischen Aufbau von Kanalweichenketten eines Funkfeldes,

Fig. 3 ein Schema der Kanalaufteilung und der Abstimmung der Bandpassmittenfrequenzen nach der Erfindung für ein Funkfeld gemäss Fig. 1,

Fig. 4 die Laufzeitverzerrung pro Funkfeld für einen der Mittelkanäle und einen nicht korrigierten Eckkanal von Kanalweichenketten eines gebräuchlichen Systems,

Fig. 5 die Laufzeitverzerrung eines Eckkanals für die Kanalaufteilung und Abstimmung der Bandpassmittenfrequenz nach der Erfindung.

Fig. 1 zeigt den Kanalplan eines Richtfunkbereiches, wie es für ein System im Bereich um 6 GHz gebräuchlich ist. Ein Frequenzband von etwa 5900 bis etwa 6400 MHz enthält acht hochfrequente Kanäle 1 bis 8 mit den Mittenfrequenzen f_1 bis

f8, von denen jeder Kanal eine Breite von etwa 32 MHz hat und deren gegenseitiger Mittenfrequenzabstand je etwa 59 MHz beträgt. Innerhalb eines Funkfeldes werden im allgemeinen nur Kanäle entweder aus der Gruppe der unteren vier oder aus der Gruppe der oberen vier Kanäle benutzt. Bei Richtfunksystemen, die aus mehreren Funkfeldern bestehen, wird eine unerwünschte Schleifenbildung in der aufeinanderfolgende Funkfelder verbindenden Relaisstelle im allgemeinen dadurch vermieden, dass für das in Übertragungsrichtung erste Funkfeld beispielsweise die vier frequenztieferen Kanäle angewendet werden, im darauffolgenden Funkfeld die vier frequenzhöheren Kanäle, im nächstfolgenden Funkfeld wiederum die vier niedrigsten Kanäle usw. Zur zusätzlichen Entkopplung zwischen einzelnen Kanälen wird häufig auch noch eine Entkopplung durch unterschiedliche Polarisationsrichtungen, beispielsweise für die Kanäle 1' bis 8' der Fig. 1 angewendet.

In der Fig. 2 ist ein unter anderem möglicher Aufbau eines Funkfeldes schematisch dargestellt, wie es durch die einleitend erwähnte DE-PS 1 260 562 prinzipiell bereits bekannt geworden ist. Bei diesem Funkfeld werden die von einer Modulations-einrichtung bzw. von den Sendern S1 bis S4 kommenden, den Senderanschlüssen SA1 bis SA4 entsprechenden Kanäle 1, 2, 3 und 4 mit den Bandmittenfrequenzen f1, f2, f3 und f4 zu einem hochfrequenten Bündel zusammengefasst, das vom Antennenanschluss 10 einer Sendeantenne 15 zugeführt wird. Die Zusammenfassung erfolgt dabei über einzelne Kanalweichenglieder I, II, III und IV, die für sich aus einem Bandpass BP1 und einem Zirkulator Z bestehen. Zweckmässig ist dem Bandpass jeweils noch eine Richtungsleitung R vorgeschaltet. Demzufolge enthält also das Kanalweichenglied I den auf die Kanalfrequenz f1 des Kanals 1 abgestimmten Bandpass BP1, dessen Ausgang einem Zirkulator Z1 zugeführt wird. In genau der gleichen Weise sind auch die übrigen Kanalweichenglieder II, III und IV aufgebaut, so dass also der Bandpass BP2 auf die Frequenz f2 des Kanals 2, der Bandpass BP3 auf die Frequenz f3 des Kanals 3 und der Bandpass BP4 auf die Frequenz f4 des Kanals 4 abgestimmt ist. Der Umlaufsinn der einzelnen Zirkulatoren Z1 bis Z4 ist durch die mit der Bezugsziffer 12 bezeichneten Pfeile kenntlich gemacht und derart gewählt, dass der einzelne Kanal jeweils an den Ausgängen der nachgeschalteten Bandpässe total reflektiert wird. Am freien Anschluss des von der Antenne am weitesten entfernten Zirkulators ist ein Absorber A angeschlossen.

In entsprechender Weise ist die Empfangsstation aufgebaut, bei der die Bezugszeichen der der Sendestation entsprechenden Baugruppen mit einer Apostrophierung versehen sind. Durch die auf der Empfangsseite vorgenommene Trennung der Kanäle steht somit am Ausgang des Kanalweichengliedes I' der Kanal 1 und entsprechend an den Ausgängen der übrigen Kanalweichenglieder die Kanäle 2, 3 und 4 zur Verfügung. Von dort aus wird in die Zwischenfrequenzebene in den jeweiligen Empfängern E1 bis E4 umgesetzt.

Um die Durchlassdämpfung zwischen dem jeweiligen Senderausgang SA und dem zugehörigen Empfängereingang EE möglichst klein zu halten, werden die Laufzeitverzerrungen $\Delta \tau$, erst nach der Umsetzung der hochfrequenten Kanäle 1 bis 4 in der Zwischenfrequenzebene ausgeglichen. Auf dem Übertragungsweg vom Sender zum Empfänger werden die hochfrequenten Signale der Mittelkanäle der Kanalweichenkette sowohl an einem frequenzmässig oberhalb als auch an einem frequenzmässig unterhalb benachbarten Bandpass reflektiert. Für die am oberen bzw. unteren Ende des genutzten Frequenzbereiches vorgesehenen Eckkanäle 1 und 4 liegen alle benachbarten Bandpässe hinsichtlich ihrer Mittenfrequenz unterhalb bzw. oberhalb der Mittenfrequenzen f1 und f4 der Eckkanäle. Das hochfrequente Band jedes Kanals erhält beim Durchlaufen der zugehörigen Bandpass-Durchlassbereiche eine zur Mittenfrequenz symmetrische Laufzeit- und Dämpfungsverzer-

rung, während bei der Reflektion an der Filterflanke eines benachbarten Kanals eine zu seiner Mittenfrequenz unsymmetrische Laufzeit- und Dämpfungsverzerrung entsteht. Durch die Überlagerung der gegenläufigen Schräglagen entsteht bei den mittleren Kanälen eine symmetrische Laufzeit- und Dämpfungsverzerrung. Bei den Eckkanälen ergibt sich jedoch wegen der frequenzmässig nur auf einer Seite liegenden reflektierenden Nachbarkanäle eine in Richtung der Frequenz der Nachbarkanäle hin ansteigende Laufzeit- und Dämpfungsschräglage, die sich zu der symmetrischen Verzerrung der Bandfilterdurchlassbereiche addiert.

Zur Laufzeitentzerrung werden im allgemeinen in der ZF-Ebene der Empfänger liegende Entzerrer verwendet. Diese mussten jedoch bisher für die Mittel- und Eckkanäle unterschiedlich abgestimmt werden. Um dies zu vermeiden, soll eine für alle Kanäle gleiche und symmetrische Laufzeit- und Dämpfungsverzerrung erzielt werden.

In der Fig. 3 ist ein die Fig. 2 ergänzendes Schema gezeigt, in dem mehrere Möglichkeiten der Aufteilung der einzelnen Kanäle für die Kanalweichenglieder angegeben sind sowie die dazu jeweils erforderliche Abstimmung der Mittenfrequenz derjenigen Bandpässe, die in den von den Antennenanschlüssen am weitesten entfernt angeordneten Kanalweichengliedern enthalten sind, damit die erfindungsgemässe Lehre erfüllt ist.

In der ersten Zeile des Schemas ist eine erste Möglichkeit der Kanalverteilung angegeben, wie sie vorstehend im Zusammenhang mit der Fig. 2 erläutert ist und bei der der untere Eckkanal 1 sendeseitig dem vom Antenneneingang am weitesten entfernt angeordneten Kanalweichenglied I und empfangsseitig der obere Eckkanal 4 dem ebenfalls vom Antennenanschluss am weitesten entfernt angeordneten Kanalweichenglied IV' zugeordnet ist. Die Verteilung der mittleren Kanäle ist bei dieser ersten Möglichkeit gemäss der DE-PS 1 260 562 so gewählt, dass die Reihenfolge der Kanäle bei der empfangsseitigen Kanalweichenkette umgekehrt ist wie bei der zugehörigen sendeseitigen Weichenkanalkette. So durchläuft das Signal jedes dieser Kanäle die gleiche Anzahl von Zirkulatoren und erhält dadurch die gleiche Dämpfung. Bei dieser ersten Möglichkeit sind die Kanäle sendeseitig in frequenzmässig aufsteigender Reihenfolge auf die Kanalweichenglieder aufgeteilt. Die Bandpass-Mittenfrequenzen der den Mittelkanälen 2 und 3 zugeordneten Kanalweichenglieder II und III sind hierbei exakt auf die Mittenfrequenzen f2 und f3 der Mittelkanäle 2 und 3 eingestellt. Dagegen ist zur Erfüllung der erfindungsgemässen Lehre der Bandpass BP1 des sendeseitigen Kanalweichengliedes I gegenüber der Mittenfrequenz f1 des Kanals 1 um einen Betrag Δf in Richtung auf die Mittenfrequenz f2 des Frequenzbenachbarten Kanals 2 verstimmt. In gleicher Weise ist auch der Bandpass BP4' des empfangsseitig vom Antennenanschluss am weitesten entfernten Kanalweichengliedes IV' gegenüber der Mittenfrequenz f4 des höchsten Eckkanals 4 um einen Betrag Δf in Richtung auf die Mittenfrequenz f3 des dem Kanal 4 frequenzbenachbarten Kanals 3 verstimmt. Dadurch wird die Laufzeit- und Dämpfungsschräglage der Eckkanäle weitgehend kompensiert und die resultierende Laufzeit- und Dämpfungsverzerrung wird auf diese Weise symmetrisch zur jeweiligen Kanalmittefrequenz gemacht.

In der zweiten Zeile der Fig. 3 ist gegenüber der vorstehend angegebenen ersten Möglichkeit die Zuordnung der Kanäle 2 und 3 auf die Kanalweichenglieder II und III bzw. II' und III' vertauscht. In der dritten Zeile sind die für die ersten beiden Kanalaufteilungsmöglichkeiten erforderlichen Abstimmungsfrequenzen der in den Kanalweichengliedern enthaltenen Bandpässe angegeben.

In der vierten Zeile des Schemas ist für eine dritte Kanalaufteilungsmöglichkeit die Lage der Eckkanäle gegenüber denjenigen der ersten beiden Zeilen des Schemas vertauscht. Es ist

in diesem Falle der obere Eckkanal 4 dem sendeseitig am weitesten vom Antennenanschluss entfernt angeordneten Kanalweichenglied I zugeordnet. Zur Erfüllung der erfindungsgemässen Lehre ist hier der Bandpass des Kanalweichengliedes I hinsichtlich seiner Mittenfrequenz gegenüber der Kanalmittemfrequenz f_4 des Kanals 4 um den Betrag Δf zu erniedrigen, während der Bandpass des empfangsseitigen Kanalweichengliedes IV' gegenüber der Kanalmittemfrequenz f_1 des Kanals 1 um den Betrag Δf zu erhöhen ist.

In der fünften Spalte des Schemas ist eine vierte Kanalaufteilungsmöglichkeit angegeben, bei der gegenüber der dritten Möglichkeit wiederum die mittleren Kanäle 2 und 3 vertauscht sind. Es ändert sich dadurch nur die Abstimmung der mittleren Kanalweichenglieder II und III bzw. II' und III', während die Abstimmung der übrigen Kanalweichenglieder gegenüber der dritten Möglichkeit unverändert bleibt.

In der Fig. 4 ist die Laufzeitverzerrung für einen der Mittelkanäle und einen der Eckkanäle ohne Frequenzkorrektur von

Kanalweichenketten eines gebräuchlichen Richtfunksystems im Bereich von 6 GHz angegeben. Die symmetrisch zur Mittenfrequenz f_M liegende Laufzeitverzerrung des Mittelkanals ist ausgezogen dargestellt, während die entsprechende Laufzeitverzerrung für den Eckkanal gestrichelt gezeichnet ist. Wie aus der Figur zu entnehmen ist, ist die Laufzeitverzerrung für den unkorrigierten Eckkanal gegenüber der zur Mittenfrequenz symmetrischen Lage des Mittelkanals um ca. 2-MHz verschoben.

Fig. 5 zeigt die Laufzeitverzerrung eines Eckkanals entsprechend der Fig. 4, bei dem eine erfindungsgemässe Frequenzkorrektur um den Betrag $\Delta f = 2,8$ MHz vorgenommen wurde. Dadurch stimmt die Laufzeitverzerrung des Eckkanals praktisch mit der entsprechenden Kurve für die Mittelkanäle überein. Da sich die Dämpfungskurven entsprechend den Laufzeitkurven verhalten, wurde die Erfindung lediglich anhand von Laufzeitkurven erläutert.

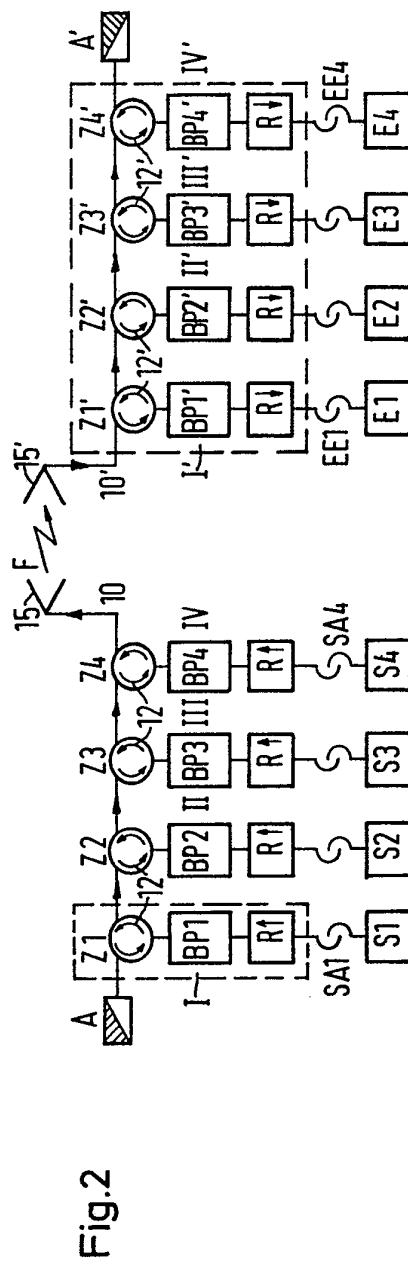
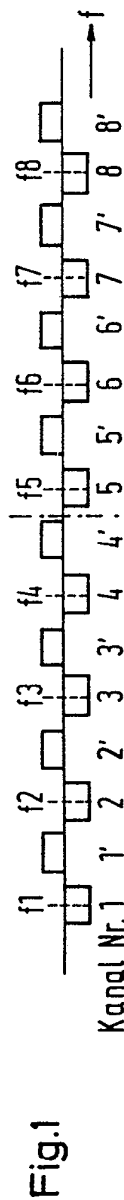


Fig.3

Kanal	1	2	3	4	1	2	3	4
Abstimmung	1	3	2	4	1	3	2	4
Kanal	$f1 + \Delta f$	$f2/f3$	$f3/f2$	$f4$	$f1$	$f2/f3$	$f3/f2$	$f4 - \Delta f$
Abstimmung	4	3	2	1	4	3	2	1
	4	2	3	1	4	2	3	1
	$f4 - \Delta f$	$f3/f2$	$f2/f3$	$f1$	$f4$	$f3/f2$	$f2/f3$	$f1 + \Delta f$

Fig.5

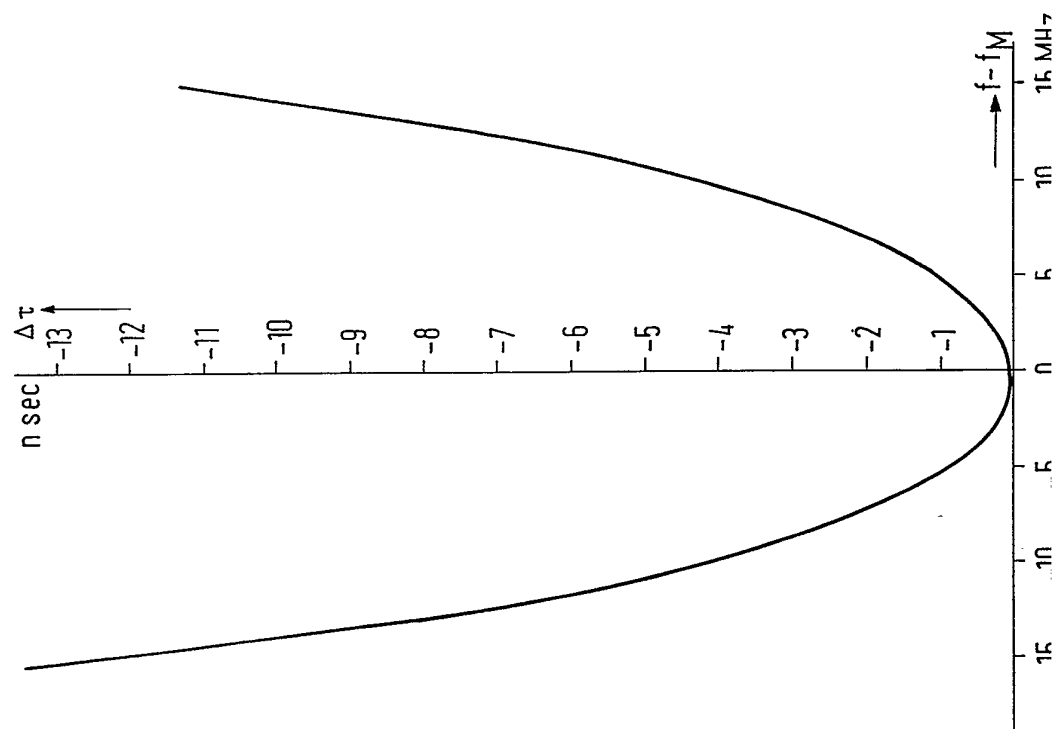


Fig.4

