

①9



SCHWEIZERISCHE Eidgenossenschaft
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

①1 CH 672 702 A5

⑤1 Int. Cl.4: H 04 B 1/50

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

①2 PATENTSCHRIFT A5

②1 Gesuchsnummer: 886/87

②2 Anmeldungsdatum: 10.03.1987

②4 Patent erteilt: 15.12.1989

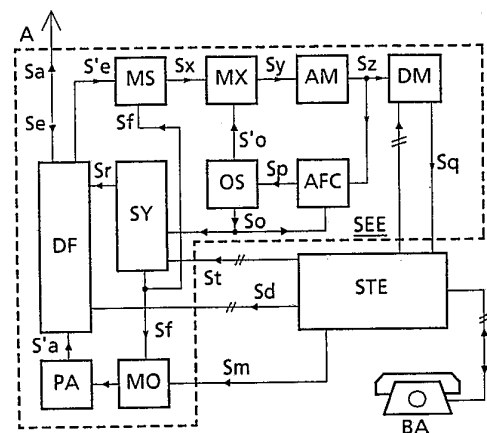
④5 Patentschrift
veröffentlicht: 15.12.1989

⑦3 Inhaber:
Siemens-Albis Aktiengesellschaft, Zürich

⑦2 Erfinder:
Hossmann, Ursula, Zürich
Lauper, Alfred, Zürich
Rieder, Daniel, Birmensdorf ZH

⑤4 Funkverbindungsgerät.

⑤7 Das Funkverbindungsgerät weist eine Stationseinheit (STE) und eine Sender-Empfänger-Einheit (SEE) zur Aussendung von Signalen (S_a) auf, deren Trägerfrequenz f_a jeweils innerhalb eines relativ breiten Frequenzbandes umschaltbar ist. Eine Basisstation quittiert den Empfang eines dieser Signale (S_a) durch Aussenden eines Antwortsignals (S_e), dessen Frequenz f_e um einen konstanten Betrag D_f grösser als die Trägerfrequenz f_a ist. Die Sender-Empfänger-Einheit (SEE) weist ein Duplexfilter (DF) zur Trennung des jeweiligen Sendesignals (S_a) mit der Trägerfrequenz f_a vom jeweiligen Antwortsignal (S_e) mit der Frequenz f_e auf. Um leistungssparende Verstärker einsetzen zu können, umfasst das Duplexfilter (DF) ein schmalbandiges Sendefilter mit einer steuerbaren Mittenfrequenz sowie ein schmalbandiges Empfangsfilter mit einer regelbaren Mittenfrequenz.



PATENTANSPRÜCHE

1. Funkverbindungsgerät mit einer Stationseinheit (STE) und einer Sender-Empfänger-Einheit (SEE) zur Aussendung von Signalen (Sa), deren Trägerfrequenz f_a jeweils innerhalb eines relativ breiten Frequenzbandes umschaltbar ist, wobei eine Basisstation den Empfang eines dieser Signale (Sa) durch Aussenden eines Antwortsignals (Se) quittiert, deren Frequenz f_e um einen Betrag D_f grösser oder kleiner als die Trägerfrequenz f_a ist, und wobei die Sender-Empfänger-Einheit (SEE) ein Duplexfilter zur Trennung des jeweiligen Sendesignals (Sa) mit der Trägerfrequenz f_a vom jeweiligen Antwortsignal (Se) mit der Frequenz f_e aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass das Duplexfilter (DF) ein Sendefilter und/oder ein Empfangsfilter umfasst, das eine schmalbandige, innerhalb des für das Sendebzw. Antwortsignal vorgesehenen, relativ breiten Frequenzbandes steuerbare oder regelbare Mittenfrequenz aufweist.

2. Funkverbindungsgerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das unmodulierte Trägersignal (Sf) von einem Frequenzsynthetisierer (SY) geliefert wird, der einen spannungsgesteuerten Oszillator (VCO) aufweist.

3. Funkverbindungsgerät nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Sendefilter und/oder das Empfangsfilter des Duplexfilters (DF) digital von der Stationseinheit (STE) gesteuert wird.

4. Funkverbindungsgerät nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Empfangsfilter des Duplexfilters (DE) mit demselben analogen Signal (Sr) wie der spannungsgesteuerte Oszillator (VCO) geregelt wird.

5. Funkverbindungsgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Betrag D_f konstant ist und dass der Ausgang des Empfangsfilters mit dem ersten Eingang eines Mischers (MS) verbunden ist, dessen zweitem Eingang das unmodulierte Trägersignal (Sf) zugeführt wird, um ein Ausgangssignal (Sx) zu gewinnen, dessen Frequenzwert dem konstanten Betrag D_f entspricht.

6. Funkverbindungsgerät nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Signaleingang des Frequenzsynthetisierers (SY) und der erste Eingang einer Kontrollschaltung (AFC) mit dem ersten Ausgangssignal (So) einer Oszillatorschaltung (OS) beaufschlagt wird, wobei eine zweite Mischerstufe (MX) das Ausgangssignal (Sx) der ersten Mischerstufe (MS) mit einem zweiten Ausgangssignal (S'o) der Oszillatorschaltung (OS) mischt, dessen Ausgangssignal (Sy; Sz) dem zweiten Eingang der Kontrollschaltung (AFC) zugeführt wird, dessen Ausgang das Regelsignal (Sp) für einen spannungsgeregelten, in der Oszillatorschaltung (OS) vorhandenen Oszillator (OSZ) liefert.

7. Funkverbindungsgerät nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Oszillatorschaltung (OS) einen mit ihrem ersten Ausgangssignal (So) beaufschlagten Frequenzvervielfacher (MP) umfasst, der das zweite Ausgangssignal (S'o) der Oszillatorschaltung (OS) liefert.

8. Funkverbindungsgerät nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Kontrollschaltung (AFC) einen Phasenvergleich (PHC) aufweist, dessen zwei Eingängen je ein Frequenzteiler (DV1 bzw. DV2) vorgeschaltet ist und dessen Ausgang das Regelsignal (Sp) für den Oszillator (OSZ) liefert.

9. Funkverbindungsgerät nach einem der Ansprüche 2 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Frequenzsynthetisierer (SY) die Reihenschaltung eines dritten Frequenzteilers (DV), eines weiteren Phasenvergleichers (PM) und des spannungsgesteuerten Oszillators (VCO) umfasst, dessen Ausgangssignal (Sf) über einen gesteuerten Frequenzteiler (DIV) dem anderen Eingang des Phasenvergleichers (PM) zugeführt wird.

BESCHREIBUNG

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Funkverbindungsgerät nach dem Oberbegriff des Patentanspruches 1.

Um vom fahrenden Auto aus Telefongespräche über eine Basisstation führen zu können, ist beispielsweise aus dem SEV-Bulletin 77 (1986) 3, Seite 145 bis 148 ein sogenanntes Mobiltelefonsystem bekannt, welches mit Hilfe eines aus einer Sender-Empfänger-Einheit und einer Stationseinheit bestehenden Funkverbindungsgerätes arbeitet, wobei die Stationseinheit einen Benutzer-Apparat, eine Schaltung zur NF-Signalverarbeitung, eine Bedienungskontrolleinheit, eine weitere Kontrolleinheit, eine Signalisiereinheit und eine Speisung umfasst.

Bei derartigen Mobiltelefonsystemen sowie auch auf dem Gebiet der Ruraltelefonie stellt sich das Problem, möglichst universell verwendbare, kleine und handliche Funkverbindungsgeräte zu schaffen, die bei einer hohen Anzahl Kanäle nicht zu viel Leistung brauchen.

Dieses Problem wird in vorteilhafter Weise durch die im kennzeichnenden Teil des Patentanspruches 1 angegebenen Massnahmen gelöst.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

Im folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen in Verbindung mit beigelegten Zeichnungen näher erläutert. Dabei zeigt:

Fig. 1 das Blockschaltbild eines erfindungsgemässen Funkverbindungsgerätes,

Fig. 2 das Blockschaltbild eines Frequenzsynthetisierers zu einem solchen Funkverbindungsgerät,

Fig. 3 das Schaltbild eines Duplexfilters zu diesem Funkverbindungsgerät,

Fig. 4 die Frequenzkennlinie des Sende- bzw. Empfangsfilters eines solchen Duplexfilters,

Fig. 5 die Schaltbilder einer Oszillatorschaltung und einer Kontrollschaltung zur Sender-Empfänger-Einheit eines solchen Funkverbindungsgerätes.

Das Funkverbindungsgerät nach Fig. 1 umfasst eine Stationseinheit STE mit dem zugehörigen Benutzerapparat BA, der beispielsweise ein Telefonapparat oder ein Computer- oder Telexterminal sein kann, und eine an eine Antenne A angeschlossene Sender-Empfänger-Einheit SEE, welche einen eingangsseitig mit dem Ausgangssignal So einer Oszillatorschaltung OS beaufschlagten Frequenzsynthetisierer SY aufweist, dessen ein Signal Sf abgebender Ausgang über die Reihenschaltung eines Modulators Mo und eines Leistungsverstärkers PA mit dem Sendeanschluss eines Duplex-Filters DF verbunden ist. Dabei wird das Signal Sf auch dem ersten Eingang einer ersten Mischerstufe MS zugeführt, dessen zweiter Eingang mit dem über die Antenne A und dem Empfangspfad des Duplex-Filters DF geführten Empfangssignal S'e beaufschlagt ist. Das Ausgangssignal Sx der ersten Mischerstufe MS wird mit einem zweiten Ausgangssignal S'o der Oszillatorschaltung OS in einer zweiten Mischerstufe MX gemischt, dessen Ausgangssignal Sy über die Reihenschaltung eines Verstärkers AM und eines Demodulators DM dem Signaleingang der Stationseinheit STE zugeführt wird.

Die Sender-Empfänger-Einheit SEE umfasst zudem eine Kontrollschaltung AFC (automatic frequency control), die eingangsseitig mit dem Ausgangssignal Sz des Verstärkers AM und mit dem Signal So beaufschlagt ist und deren Ausgangssignal Sp zur Steuerung der Oszillatorschaltung OS dient.

Der Frequenzsynthetisierer nach Fig. 2 weist einen Phasenvergleich PH auf, der die Phase des Ausgangssignals Sv eines Frequenzteilers DIV mit der Phase des Ausgangssignals S'o eines weiteren Frequenzteilers DV vergleicht und dessen Ausgangssignal über eine Verstärkerschaltung VP dem Eingang eines spannungsgesteuerten Oszillators VCO zugeführt wird, der das Signal Sf liefert, mit dem auch der Signaleingang des Frequenzteilers DIV beaufschlagt wird, wobei der Frequenzteiler DV eingangsseitig mit dem Signal So beaufschlagt ist.

Das Funkverbindungsgerät nach Fig. 1 mit dem Frequenzsynthetisierer nach Fig. 2 funktioniert folgendermassen:

Die Basisstation sendet ein für ein bestimmtes Funkverbindungsgerät speziell codiertes bzw. moduliertes Signal S_e der Frequenz f_e aus, das über die Antenne A empfangen wird. Über die Antenne A kann ebenfalls ein Signal S_a gesendet werden. Die Signale S_e und S_a sind zuerst als Suchsignale und nach der Herstellung einer Verbindung als Sprech- oder Datensignale vorgesehen.

Der Frequenzsynthetisierer SY liefert ein Signal S_f mit einer Frequenz f_a zwischen 890 und 915 MHz, wobei das Signal S_f durch ein von der Stationseinheit STE geliefertes Signal S_m als Ruf- oder Sprechsignal moduliert wird. Das modulierte Signal wird durch den Leistungsverstärker PA verstärkt und durch das Duplex-Filter DF als Signal S_a an die Antenne A weitergegeben. Das ausgestrahlte Signal S_a gelangt an die in der Figur nicht dargestellte Antenne der Basisstation. Gemäss der Norm NMT 900 arbeitet das Funkverbindungsgerät derart mit der Basisstation zusammen, dass die Frequenz f_e immer um den Wert $Df = 45$ MHz grösser als die Frequenz f_a ist und zwar unabhängig davon, ob das Funkverbindungsgerät sendet oder empfängt.

Das empfangene Signal S_e liegt somit immer im Frequenzband 935 bis 960 MHz, so dass das Signal S_x am Ausgang der Mischstufe MS eine Frequenz $f_x = 45$ MHz aufweist. Die Oszillatorschaltung OS liefert das Signal S'_o der Frequenz $f'_o = 3 \cdot f_o = 44,55$ MHz, die sich als speziell günstig erweist. Das Signal S_y am Ausgang der Mischstufe MX weist somit eine Frequenz $f_y = 45 - 44,5 = 0,45$ MHz = 450 kHz auf. Am Ausgang des Verstärkers AM erscheint schliesslich ein Signal S_z , das über den Demodulator DM dem Eingang der Stationseinheit STE zur Auswertung zugeführt wird. Gemäss der Norm NMT 900 steht eine Bandbreite von $960 - 935 = 25$ MHz für 1000 Frequenzkanäle zur Verfügung, was 25 kHz pro Kanal ergibt, wobei davon beispielsweise 100 Kanäle für Anrufzwecke und 900 Kanäle für Sprache oder Daten reserviert sein können.

Falls die Mobilstation eine Verbindung aufbauen möchte, werden in einer bestimmten Reihenfolge die 900 Frequenzkanäle für Sprache oder Daten abgetastet, um den ersten, der als frei erkannt wird, zu belegen. Bevor aber über diesen Kanal Sprach- oder Datensignale übertragen werden, beauftragt die Stationseinheit STE mit Hilfe des Rufsignals die Basiszentrale, die Verbindung mit dem gewünschten Teilnehmer herzustellen. Sobald die Verbindung hergestellt ist, kann über diesen Frequenzkanal übertragen werden, wobei die Frequenz des empfangenen Signals wie immer um 45 MHz höher als die Sendefrequenz liegt.

Das Duplexfilter nach Fig. 3 besteht aus einem Empfangsfilter (oben) und einem Sendefilter (unten). Beide Filter weisen je eine erste Induktivität LE_1 und LS_1 , deren Abgriffe gemeinsam an die Antenne A angeschlossen sind, und je eine zweite Induktivität LE_2 und LS_2 auf, deren Abgriffe den Empfänger- bzw. Senderanschluss des Duplexfilters bilden.

Der nichtgeerdete Anschluss der Induktivität LE_1 ist einerseits über die Reihenschaltung eines Kondensators CE_1 und einer Varaktor-Diode DE_1 mit Erde und andererseits über eine weitere Induktivität LE mit dem nichtgeerdeten Anschluss der Induktivität LE_2 verbunden, der ebenfalls über die Reihenschaltung eines Kondensators CE_2 und einer Varaktor-Diode DE_2 mit Erde verbunden ist. Dabei sind die nichtgeerdeten Anschlüsse der Varaktor-Dioden DE_1 und DE_2 über die Reihenschaltung zweier Induktivitäten E_1 und E_2 miteinander verbunden, deren gemeinsamem Anschluss das Ausgangssignal S_r des Verstärkers VP (Fig. 2) zugeführt wird. Vorzugsweise kann das Filter mit koaxialen Keramikresonatoren aufgebaut werden.

Sendeseitig ist ebenfalls der nichtgeerdete Anschluss der Induktivität LS_1 einerseits sowohl über einen Kondensator C_1 als auch über die Reihenschaltung eines Kondensators K_1 und einer PIN-Diode D_1 mit Erde und andererseits über eine weitere Induktivität LS mit dem nichtgeerdeten Anschluss der Induktivi-

tät LS_2 verbunden, der ebenfalls sowohl über einen weiteren Kondensator C_2 als auch über die Reihenschaltung eines Kondensators K_2 und einer PIN-Diode D_2 mit Erde verbunden ist. Zudem sind die nichtgeerdeten Anschlüsse der PIN-Dioden D_1 und D_2 über die Reihenschaltung zweier Induktivitäten L_1 und L_2 miteinander verbunden, deren gemeinsamem Anschluss der Strom i_1 zugeführt wird, der von einer durch eines der Steuersignale S_d gesteuerten Stromquelle Q_1 geliefert wird, wobei der Kondensator K_1 oder K_2 , die PIN-Diode D_1 oder D_2 und die Induktivität L_1 oder L_2 jeweils eine Kondensatorschaltung bilden. Die Anschlüsse der Induktivität LS sind mit je einer weiteren Kondensatorschaltung verbunden, die jeweils aus einem Kondensator K_3 bzw. K_4 , einer PIN-Diode D_3 bzw. D_4 und einer Induktivität L_3 bzw. L_4 bestehen, deren gemeinsamem Anschluss der Strom i_2 zugeführt wird, der von einer durch die Steuersignale S_d gesteuerten Stromquelle Q_2 geliefert wird. An die Klemmen der Induktivität LS können selbstverständlich noch weitere Kondensatorschaltungen angeschlossen sein, denen einzeln oder paarweise ein gesteuerter Strom zugeführt werden kann.

Das Duplexfilter nach Fig. 3 funktioniert nun folgenderweise:

Die Stromquellen Q_1 und Q_2 sind ein- und ausschaltbar; wenn sie eingeschaltet sind, liefern sie einen Strom i_1 , der über die PIN-Dioden D_1 und D_2 fliesst und die Kondensatoren K_1 und K_2 mit Erde verbindet, bzw. einen Strom i_2 , der über die PIN-Dioden D_3 und D_4 fliesst und die Kondensatoren K_3 und K_4 mit Erde verbindet. Sonst sind die Kondensatoren praktisch nicht geerdet. Das Sendefilter hat daher vier Stufen, die durch die Kapazitätswerte der Kondensatoren C_1 , $C_1 + K_1$, $C_1 + K_3$ und $C_1 + K_1 + K_3$ sowie C_2 , $C_2 + K_2$, $C_2 + K_4$ und $C_2 + K_2 + K_4$ bestimmt sind. Diese vier Stufen entsprechen vier Positionen der Filtercharakteristik C_s in Fig. 4, in der die Dämpfung a (dB) des gewünschten Sendefrequenzbandes B_s und des gewünschten Empfangsfrequenzbandes B_e in Funktion der Frequenz angegeben ist. Das Sendefrequenzband hat eine Bandbreite von 25 MHz, die von vier Stufen zu je 6,25 MHz (= 25 MHz) sehr gut überdeckt werden kann. Anstelle eines üblichen breitbandigen Sendefilters der Charakteristik B_s , wie es beispielsweise für Mobiltelefonie aus dem Prospekt UK-TACS 1000/NMT 900 der Firma Cellphone bekannt ist, kann somit das umschaltbare schmalbandige Sendefilter nach Fig. 3 eingesetzt werden, das vor allem klein, leicht, preiswert und stromsparend ist. Für den Empfängerteil kann ebenfalls ein vierstufiges, den Frequenzbereich 935 bis 960 MHz abdeckendes Filter verwendet werden, das ebenfalls mit Signalen S_d gesteuert wird. Ein grosser Vorteil von solchen steuerbaren, schmalbandigen Filtern besteht darin, dass im Gegensatz zu den breitbandigen viel kleinere Anforderungen an ihre Flankensteilheit gestellt werden müssen. Anstelle eines beispielsweise fünf bis sechs Schwingkreise aufweisenden fünf- bis sechspoligen breitbandigen Filters kann durch die Erfindung ein schmalbandiges zweipoliges Filter mit geringerer Flankensteilheit eingesetzt werden. Da jeder Schwingkreis etwas zur Übertragungsdämpfung beiträgt, kann dank der Erfindung ein leistungssparender Verstärker vorgesehen werden, der somit weniger Strom verbraucht und daher beispielsweise eine kleinere Batterie erfordert.

In Fig. 3 ist jedoch als Empfangsfilter die beschriebene mit Varaktor-Dioden statt PIN-Dioden bestückte Version angegeben, die allerdings gegenüber dem vierstufigen Filter insofern vereinfacht ist, dass sie mit lediglich 2 Kondensatorschaltungen auskommt. Bei dieser Variante geschieht die Steuerung nicht durch digitale Signale S_d aus der Stationseinheit STE, sondern durch das analoge vom Frequenzsynthetisierer SY gelieferte Signal S_r , das eine kontinuierliche Aussteuerung der Mittenfrequenz erlaubt. Dies ist beim Empfängerteil möglich, weil die maximale Amplitude des Empfangssignals S'_e relativ klein ist, was den Einsatz einer Varaktor-Diode erlaubt.

Die in Fig. 5 dargestellte Oszillatorschaltung OS besteht aus der Reihenschaltung eines Oszillators OSZ, eines Frequenzvervielfachers MP und eines Bandpassfilters PB, um ein Signal S' zu gewinnen, dessen Frequenz n -mal grösser als die Frequenz des Signals S_0 ist. Der Oszillator OSZ ist ein spannungsgesteuerter, temperaturkompensierter Kristalloszillator (VCTCXO), dessen Frequenz mit Hilfe des Ausgangssignals S_p der Kontrollschaltung AFC gezogen werden kann, welche einen Phasen-Frequenz-Vergleicher PHC aufweist, der die Phase des über einen Frequenzteiler DV1 mit dem Teilungsfaktor K_1 geführten Signals S_0 mit der Phase des über einen Frequenzteiler DV2 mit dem Teilungsfaktor K_2 geführten Signals S_z vergleicht. Das Ausgangssignal des Phasenvergleichers PHC wird über ein Tiefpassfilter mit dem Steuereingang des Kristalloszillators OSZ als Steuersignal S_p zugeführt.

Die Schaltungen OS und AFC nach Fig. 5 funktionieren in der Weise, dass eine Korrektur der durch Temperatur und an-

dere Schwankungen verursachten Frequenzabweichungen des Signals S_0 durch Vergleich der durch den Faktor $K_1 = 264$ dividierten Frequenz f_0 des Signals S_0 mit der durch den Faktor $K_2 = 8$ dividierten Frequenz f_z des Signals S_z vorgenommen wird. Durch den auf diese Weise entstehenden Regelkreis wird die Frequenz $f_z : 8$ gleich der Frequenz $f_0 : 264$ gehalten, so dass die Bedingung

$$f_z : 8 = f_0 : 264$$

erfüllt ist. Auf der anderen Seite gilt

$$f_z = f_y = 45 \text{ MHz} - 3 \cdot f_0$$

Aus diesen Gleichungen ergibt sich

$$f_0 = 14,85 \text{ MHz} \quad \text{und} \quad f_y = 450 \text{ kHz.}$$

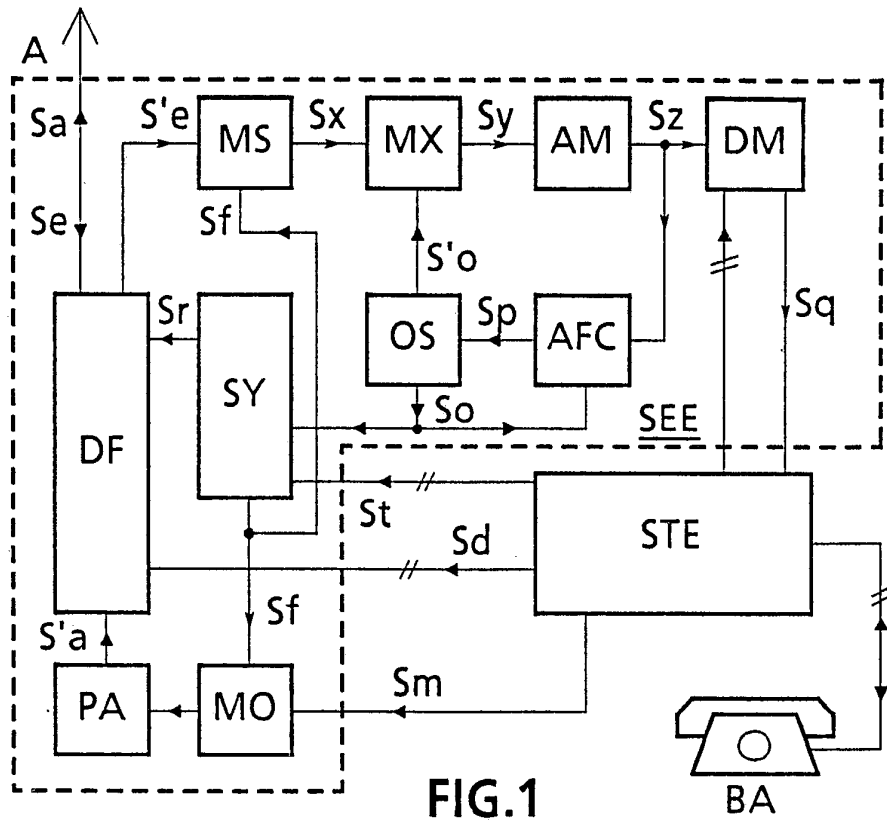


FIG.1

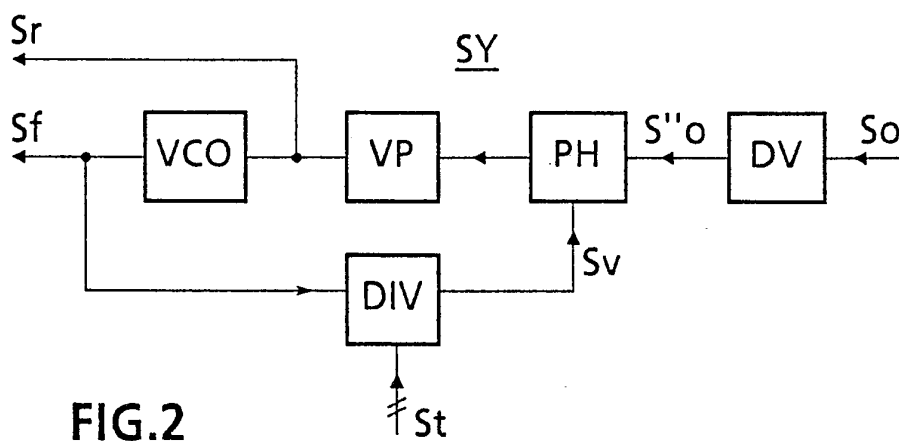


FIG.2

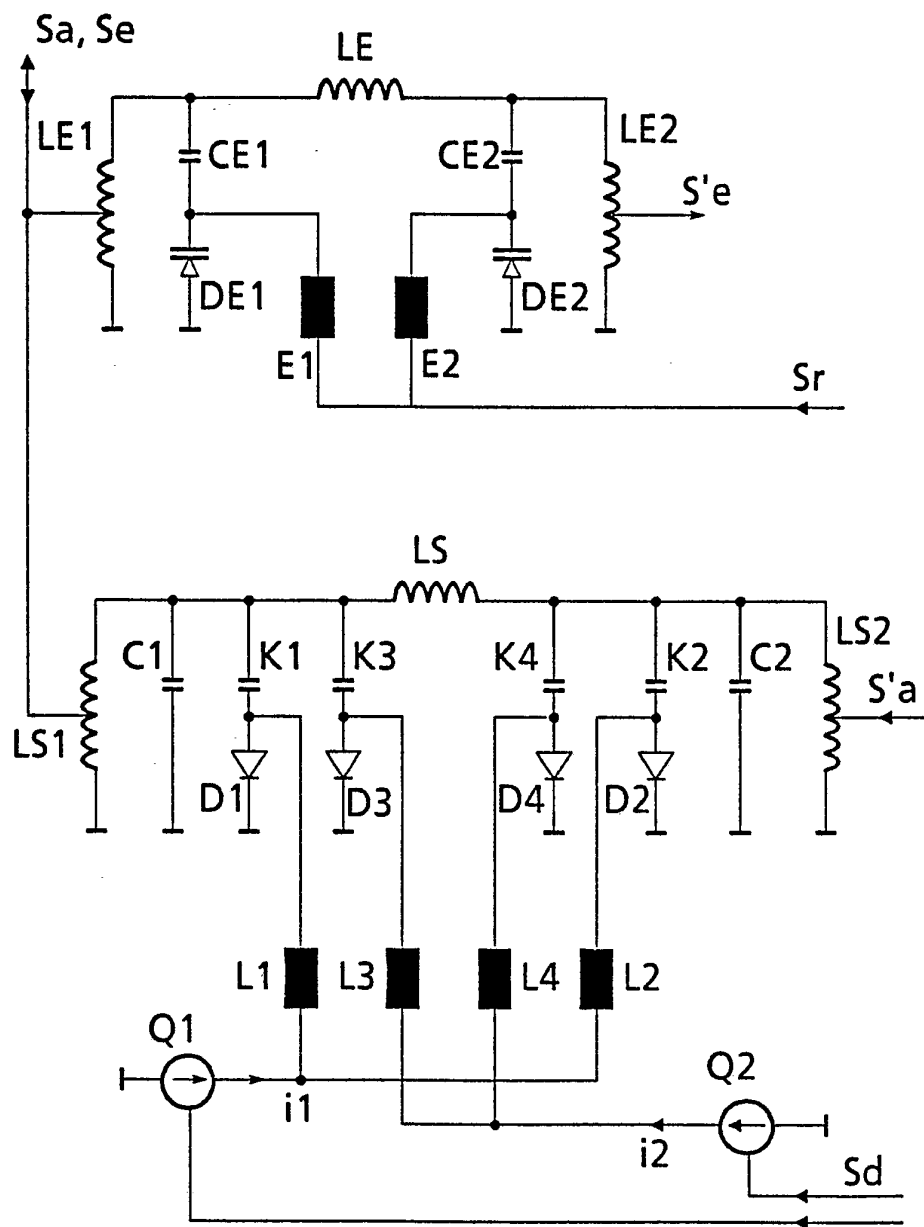


FIG.3

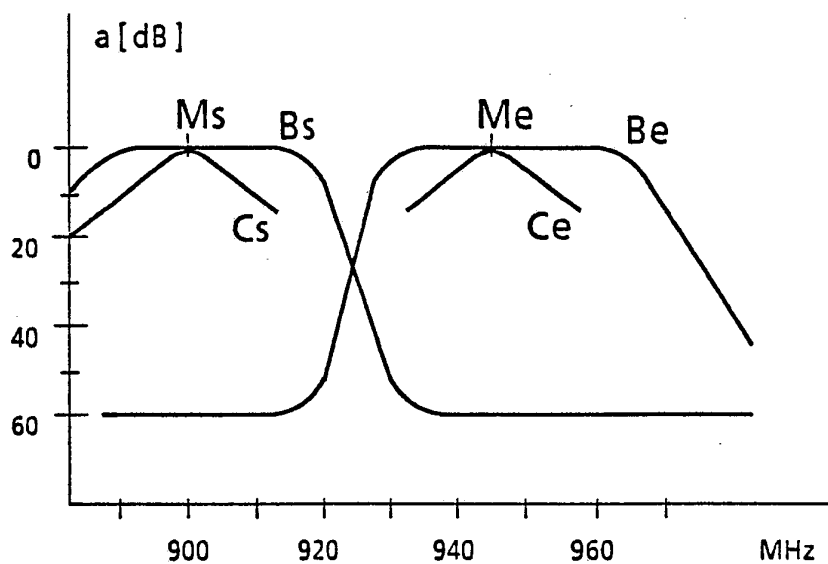


FIG. 4

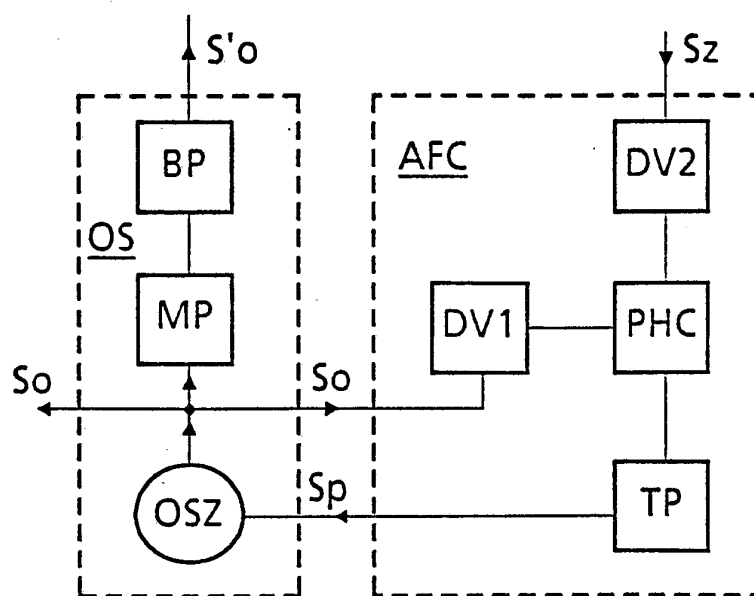


FIG. 5