

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 494 346 A2**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **91116816.9**

(51) Int. Cl.⁵: **H04K 3/00**

(22) Anmeldetag: **02.10.91**

(30) Priorität: **13.10.90 DE 4032568**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
15.07.92 Patentblatt 92/29

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE ES FR GB IT LI NL SE

(71) Anmelder: **Standard Elektrik Lorenz
Aktiengesellschaft
Lorenzstrasse 10
W-7000 Stuttgart 40(DE)**
(84) **DE**

(71) Anmelder: **ALCATEL N.V.
Strawinskylaan 341 (World Trade Center)
NL-1077 XX Amsterdam(NL)**
(84) **BE CH ES FR GB IT LI NL SE AT**

(72) Erfinder: **Moster, Manfred
Nelkenstrasse 12
W-7532 Niefern(DE)**

(74) Vertreter: **Pohl, Herbert, Dipl.-Ing et al
Standard Elektrik Lorenz AG Patent- und
Lizenzwesen Postfach 30 09 29
W-7000 Stuttgart 30(DE)**

(54) Überwachungsempfänger und Verfahren zum Überwachen eines Frequenzbandes.

(57) Übliche Überwachungsempfänger sind Mehrfachüberlagerungsempfänger, die einen hohen Selektionsaufwand erfordern. Es wird ein einfacher Überlagerungsempfänger vorgeschlagen, der mit geringem Selektionsaufwand eindeutig Spektrallinien liefert und eine große Dynamik hat. Um die Spektrallinien eindeutig zuordnen zu können (Spiegelfrequenzen), werden Spektren bei verschie-

denen Oszillatorfrequenzen aufgenommen. Dies geschieht zeitlich nacheinander - mit einem Empfänger - oder gleichzeitig - mit zwei Empfängern -. Die Oszillatorfrequenzen sind so gegeneinander versetzt, daß derselbe Frequenzbereich überdeckt wird. Anschließende Korrelation der gewonnenen Spektren liefert die eindeutige Zuordnung.

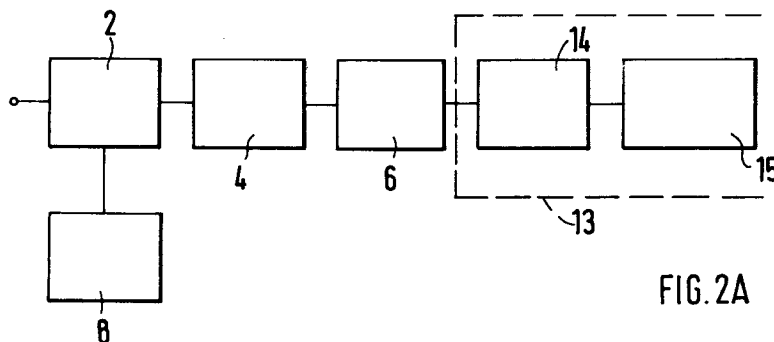


FIG. 2A

EP 0 494 346 A2

Die Erfindung betrifft einen Überwachungsempfänger und ein Verfahren zum Überwachen eines Frequenzbandes.

Herkömmliche Überwachungsempfänger arbeiten nach dem Mehrfachüberlagerungsprinzip mit A/D-Wandlung auf einer ZF-Ebene. Dabei müssen in jeder Frequenzebene Spiegelfrequenzen durch aufwendige Selektionsmittel unterdrückt werden. Erwünscht wäre nach dem grundsätzlich spiegel-frequenzfreien ZFO-Prinzip zu arbeiten, bei dem ein Hochfrequenzband durch zwei Mischer mit einem Oszillator direkt in ein Basisband umgesetzt wird. Die Kanalselektion erfolgt auf der niederfrequenten Seite mittels zweier Tiefpässe. Mit Hilfe der beiden Mischer werden die Quadraturkomponenten des Signales gebildet. Die nach diesem Prinzip arbeitenden Überwachungsempfänger haben den Nachteil, daß schon kleine Amplitudenunterschiede in den beiden Zweigen zu Fehlern führen, die die Existenz von Spiegelfrequenzen vortäuschen, wodurch der Dynamikbereich auf maximal 35 dB begrenzt ist. Überlagerungsempfänger nach dem ZFO-Prinzip sind daher für eine Spektralüberwachung ungeeignet.

Daher ist es Aufgabe der Erfindung, einen Überwachungsempfänger und ein Verfahren zur Überwachung von Frequenzbändern anzugeben, was den hohen Materialaufwand der Mehrfachüberlagerung vermeidet und einen ausreichenden Dynamikbereich ermöglicht. Diese Aufgabe wird gelöst durch einen Überwachungsempfänger mit der Merkmalskombination des ersten Vorrichtungsanspruches und durch ein Verfahren mit der Merkmalskombination des ersten Verfahrensanspruches.

Der erfindungsgemäße Überwachungsempfänger und das erfindungsgemäße Verfahren haben den Vorteil, trotz extrem geringen Selektionsaufwandes eine Spektralüberwachung zu ermöglichen, die jede Spektrallinie eindeutig zuordnet. Die Unteransprüche 2 bis 4 betreffen die digitale Signalverarbeitung im Basisband.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden anhand der Figuren 1 bis 3 näher erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1 einen herkömmlichen ZFO-Empfänger,
- Fig. 2a einen Empfänger gemäß der Erfindung,
- Fig. 2b bis 2d Messung mit Empfänger gemäß Fig. 2a
- Fig. 3 eine aus zwei Empfängern bestehende Überwachungseinrichtung.

In Fig. 1 ist ein Blockschaltbild eines üblichen Überwachungsempfängers, im folgenden Empfänger genannt, dargestellt. Einem mit 1 bezeichneten Leistungsteiler wird ein hochfrequentes Eingangssignal zugeführt. Vom Leistungsteiler gelangt das

hochfrequente Eingangssignal auf einen mit 2 und einen mit 3 bezeichneten Mischer. In den Mixern 2 und 3 wird das hochfrequente Eingangssignal mit einem aus einem lokalen Oszillator 8 stammenden hochfrequenten Signal gemischt. Das aus dem lokalen Oszillator 8 stammende Signal wird vor seiner Zuführung zu den Mixern 2 und 3 in einem 90°-Leistungsteiler 9 aufgeteilt. Der Ausgang des Mixers 2 ist mit einem Tiefpaß 4 verbunden, der Ausgang des Mixers 3 mit einem Tiefpaß 5. Die Tiefpässe 4 und 5 dienen der Bandbegrenzung der Mischerausgangssignale, sie sind sogenannte Anti-Aliasing-Tiefpässe. An den Tiefpaß 4 schließt sich ein Analog/Digitalwandler 6, an den Tiefpaß 5 ein Analog/Digitalwandler 7 an. Die Analog/Digitalwandler 6 und 7 wandeln die zeit- und wertkontinuierlichen Ausgangssignale der Tiefpässe 4 und 5 in zeit- und wertdiskrete Signale um. An den Ausgängen der A/D-Wandler 6 und 7 stehen dann digitale Signale zur Verfügung, die in einem mit 10 bezeichneten Prozessorsystem weiter verarbeitet werden. So sind beispielsweise im Prozessorsystem 10 mit 11 bezeichnete Mittel vorhanden, die die Ausgangssignale der A/D-Wandler 6 und 7 einer komplexen schnellen Fourier-Transformation unterwerfen. In einem mit 12 bezeichneten Teilbereich des Prozessorsystemes 10 liegen dann die Frequenzspektren der Ausgangssignale der A/D-Wandler vor und können dort z.B. abgespeichert werden.

Am Eingang des Prozessorsystemes 10 liegen die sogenannten Quadraturkomponenten des Eingangssignales vor. Empfänger, die nach einem solchen System arbeiten, die also komplexe Signalverarbeitung betreiben, sind spiegel-frequenzsicher. Zusätzliche Maßnahmen zur eindeutigen Zuordnung von Spektrallinien sind nicht erforderlich. Es muß jedoch, aufgrund der zwei Mischer, ein hoher Materialaufwand getrieben werden. Schon kleinste Unterschiede in der Übertragungsfunktion der Kanäle 1, 4 und 6 oder 3, 5 und 7 führen zu Fehlern im Spektrum.

Fig. 2a zeigt ein Blockschaltbild des erfindungsgemäßen Empfängers. Für die Fig. 2a und für das folgende gilt, daß gleiche Bezugszeichen gleiche Elemente bezeichnen. Das hochfrequente Eingangssignal wird dem Mischer 2 zugeführt, indem es mit dem Signal des lokalen Oszillators 8 gemischt wird. Leistungsteiler und weitere Mischer sind nicht vorhanden. An den Mischer 2 schließt sich der bereits bekannte Anti-Aliasing-Tiefpaß 4 an. Dem Ausgangssignal des Tiefpasses 4 ist nicht anzusehen, ob es aus dem hochfrequenzseitigen Ober- oder Unterband stammt. Dieses zunächst noch zweideutige Ausgangssignal wird im Analog/Digital-Wandler 6 digitalisiert. Ein mit 13 bezeichnetes Prozessorsystem, das sich vom Prozessorsystem 10 durch einen mit 15 bezeichneten

Korrelator unterscheidet, stellt jedoch die eindeutige Zuordnung der Spektrallinien wieder her. Dabei wird wie folgt vorgegangen:

Bei einer ersten Oszillatorfrequenz wird ein erstes Frequenzspektrum aufgenommen. Anschließend wird die Oszillatorfrequenz verändert und bei einer zweiten Oszillatorfrequenz ein zweites Frequenzspektrum aufgenommen. Der Versatz der Oszillatorfrequenz ist so gewählt, daß das Oberband der ersten Datenaufnahme mit dem Unterband der zweiten Datenaufnahme den gleichen Frequenzbereich abdeckt. Beide Datenaufnahmen werden abgespeichert und anschließend im Korrelator 15 miteinander korreliert. Bei der Korrelation bleiben nur Linien aus dem Überlappungsbereich übrig. Alle gespiegelten Spektrallinien fallen weg. Damit sind die Spektrallinien eindeutigen Frequenzen zugeordnet. Anhand der Figuren 2b bis 2d wird der Vorgang der eindeutigen Zuordnung verdeutlicht. Fig. 2b zeigt ein Spektrum, das bei einer Oszillatorfrequenz von 35 MHz aufgenommen und in einem 10 MHz-A/D-Wandler digitalisiert wurde. Fig. 2c zeigt eine Aufnahme, die mit einer Oszillatorfrequenz von 40 MHz aufgenommen wurde. Man erkennt, daß im Spektrum nach Fig. 2b wesentlich mehr Linien als im Spektrum nach Fig. 2c enthalten sind. Die Korrelation beider Spektren miteinander liefert die tatsächlich in diesem Frequenzbereich liegenden Spektrallinien (Fig. 2d).

Der Versatz der Oszillatorfrequenz zur Aufnahme zweier Datensätze richtet sich nach der Nutzbandbreite des Empfängers, ist aber auf jeden Fall kleiner als die halbe Abtastfrequenz (Nyquistkriterium). Abhängig von der Bearbeitungsgeschwindigkeit des Prozessorsystemes 13 kann die digitale Signalverarbeitung in Echtzeit erfolgen, andernfalls Off-Line.

Der Empfänger nach Fig. 2a ist in der dort dargestellten Form nicht in der Lage, Signale mit Modulation zu detektieren. Die Ursache dafür liegt im zeitlichen Nacheinander der beiden Datenaufnahmen. Um Signale mit Modulation detektieren zu können, ist ein Empfänger nach Fig. 3 erforderlich. Der Empfänger nach Fig. 3 besteht aus zwei Empfängern nach Fig. 2a. Das hochfrequente Eingangssignal wird in dem bereits bekannten 0°-Leisterteiler 1 auf die beiden Mischer 2 und 3 aufgeteilt. Im Mischer 2 wird das Signal mit dem Ausgangssignal eines Oszillators 16, im Mischer 3 mit dem Ausgangssignal eines Oszillators 17 gemischt. Die Oszillatorfrequenzen der Oszillatoren 16 und 17 sind, wie bereits anhand der Fig. 2a beschrieben, so gegeneinander versetzt, daß sich eine Überlappung des Oberbandes mit dem Unterband ergibt. Die Ausgangssignale der beiden Mischer 2 und 3 werden über die bereits bekannten Anti-Aliasing-Tiefpässe 4 und 5 und die bereits bekannten Analog/Digital-Wandler 6 und 7 tiefpaßgefiltert, digi-

talisiert dem Prozessorsystem 13 zugeführt. Dort werden sie mit Mitteln 14a oder 14b einer schnellen Fourier-Transformation unterworfen und in Speichereinrichtungen 12a oder 12b abgespeichert. Die auf diese Weise gewonnenen Spektren sind nicht mehr zeitlich gegeneinander versetzt. Im Korrelator 15 werden sie miteinander korreliert, so daß am Ausgang des Korrelators eine eindeutige Zuordnung der Spektrallinien möglich ist.

Die Nutz-Bandbreite des Empfängers ist vom Mischer und vom lokalen Oszillator (Synthesizer) abhängig. Eine Vorselektion des Eingangssignales ist notwendig, um Nebenempfangsstellen durch Aliasing in der Hochfrequenz-Ebene zu unterdrücken. Die Teil-Bandbreite des überwachten Teilbereiches hängt von der Abtastrate des A/D-Wandlers und der Steilheit der Filter ab. Die Fensterbreite ist abhängig von der Abtastrate und der FFT-Länge. Bei einer Abtastrate von 10 MHz und einer Speichertiefe (FFT-Länge) von 1024 ergibt sich eine Fensterbreite von 20 kHz.

Patentansprüche

1. Überwachungsempfänger mit einem durchstimmbaren Oszillator und einem Mischer zum Umsetzen hochfrequenter Teilbänder in ein Basisband und mit Mitteln zur Erzeugung von Frequenzspektren von Signalen aus dem Basisband,
gekennzeichnet durch einen Korrelator, der Frequenzspektren, die zu unterschiedlichen, sich überlappenden hochfrequenten Teilbändern gehören, korreliert.
2. Überwachungsempfänger nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Signale im Basisband digitalisiert sind.
3. Überwachungsempfänger nach Anspruch 2, gekennzeichnet durch einen Mikroprozessor als Mittel zur Erzeugung der Frequenzspektren.
4. Überwachungsempfänger nach Anspruch 3, gekennzeichnet durch die Verwendung der schnellen Fourier-Transformation.
5. Verfahren zum Überwachen eines Frequenzbandes, bei dem hochfrequente Teilbänder in ein Basisband transformiert und einer Fourier-Transformation zur Erzeugung von Frequenzspektren unterworfen werden,
dadurch gekennzeichnet, daß Frequenzspektren von sich überlappenden hochfrequenten Teilbändern miteinander korreliert werden.
6. Verfahren nach Anspruch 5, gekennzeichnet

durch die Verwendung der schnellen Fourier-Transformation (FFT).

7. Verfahren nach Anspruch 6, gekennzeichnet durch seine Verwendung in Echtzeit. 5
8. Verfahren nach Anspruch 5, gekennzeichnet durch eine Off-Line-Signalverarbeitung.
9. Empfänger mit einem durchstimbaren Oszillator und einem Mischer zum Umsetzen hochfrequenter Teilbänder in ein Basisband und mit Mitteln zur Erzeugung von Frequenzspektren von Signalen aus dem Basisband, 10
gekennzeichnet durch einen Korrelator, der 15
Frequenzspektren, die zu unterschiedlichen, sich überlappenden hochfrequenten Teilbändern gehören, korreliert.

20

25

30

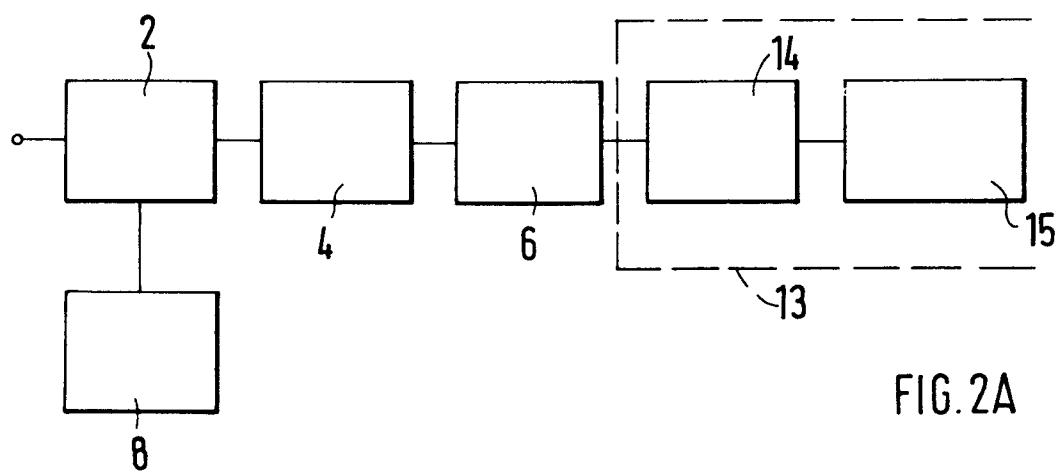
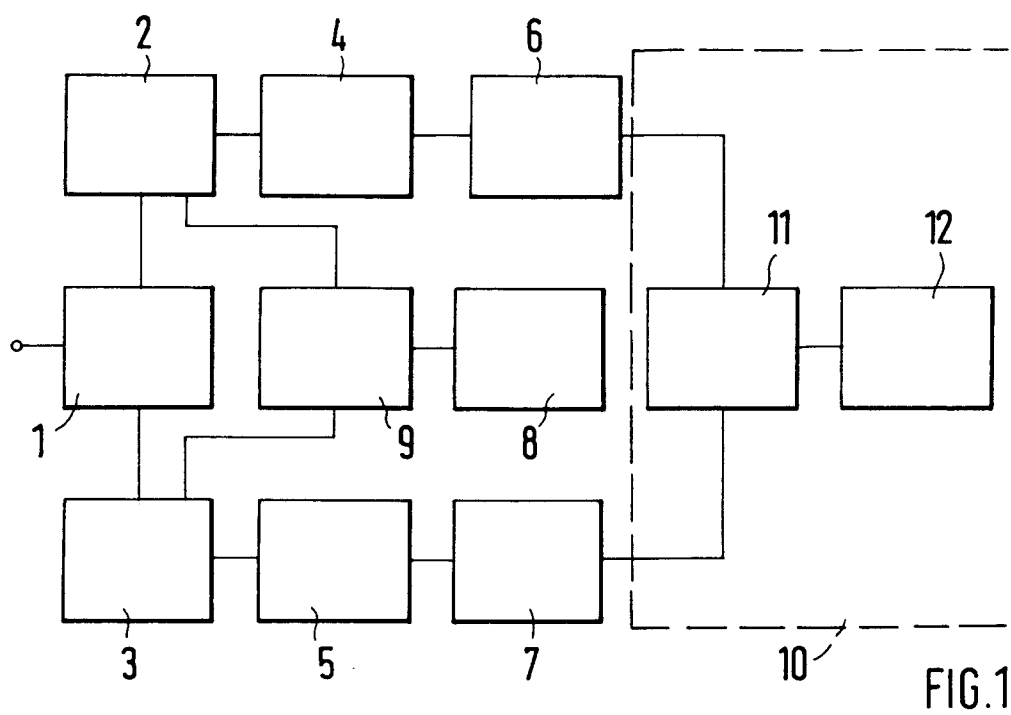
35

40

45

50

55



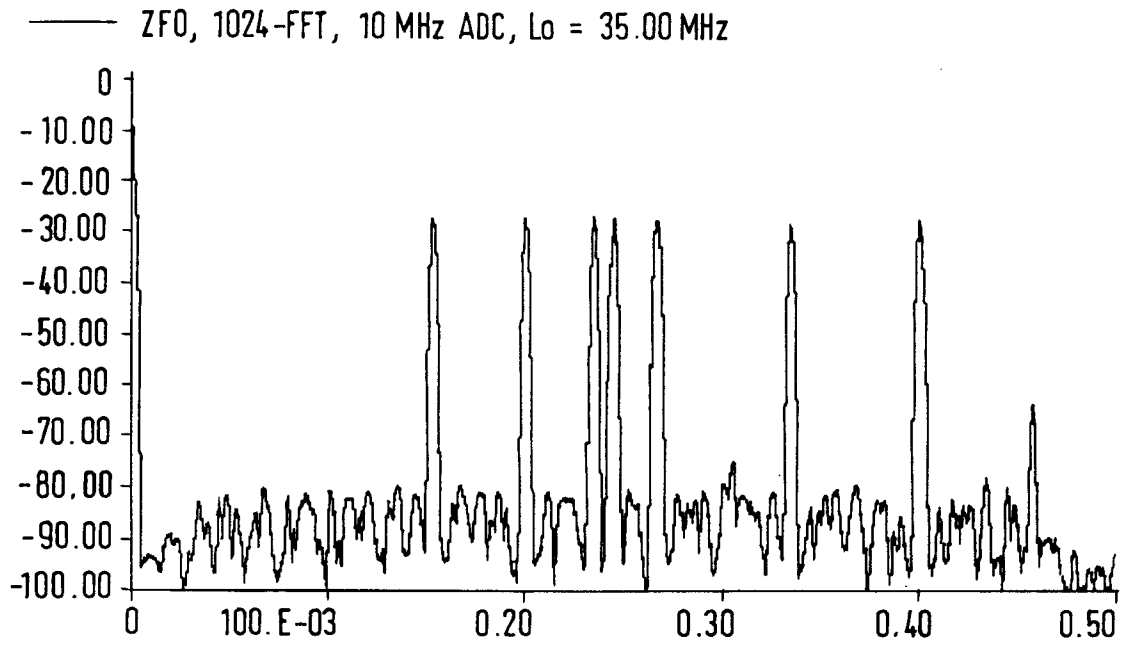


FIG.2B

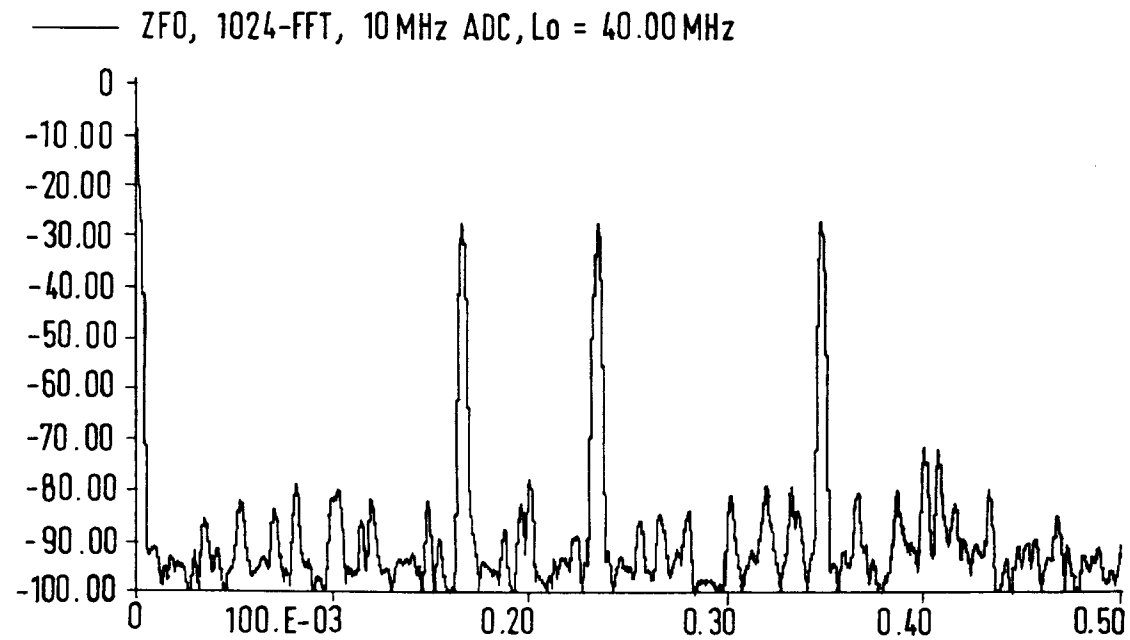


FIG.2C

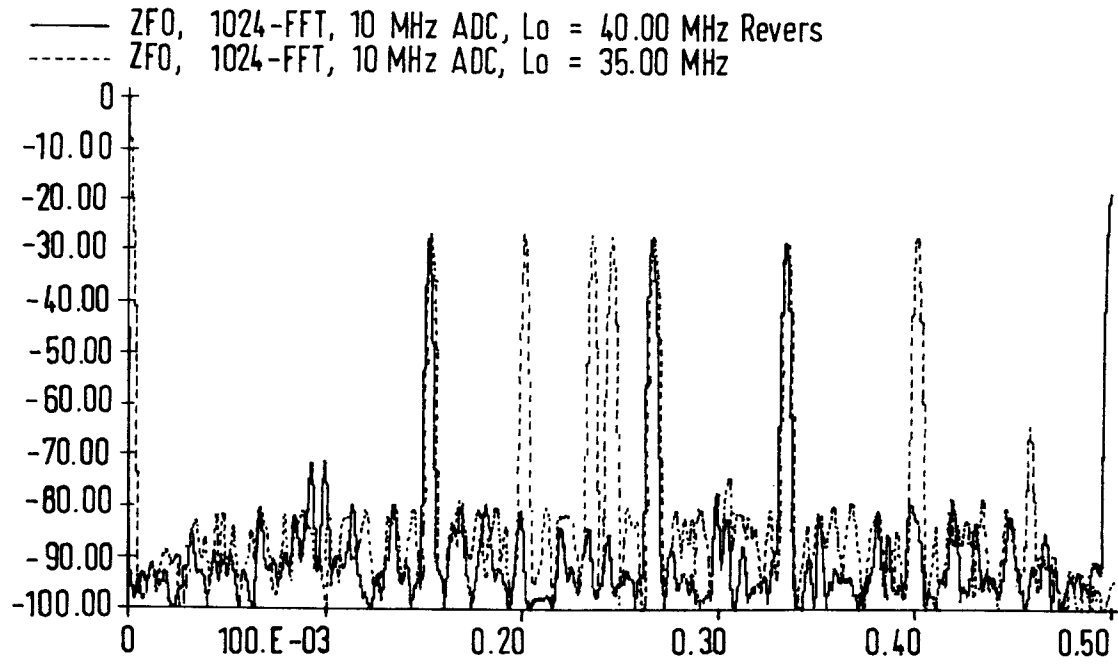


FIG.2D

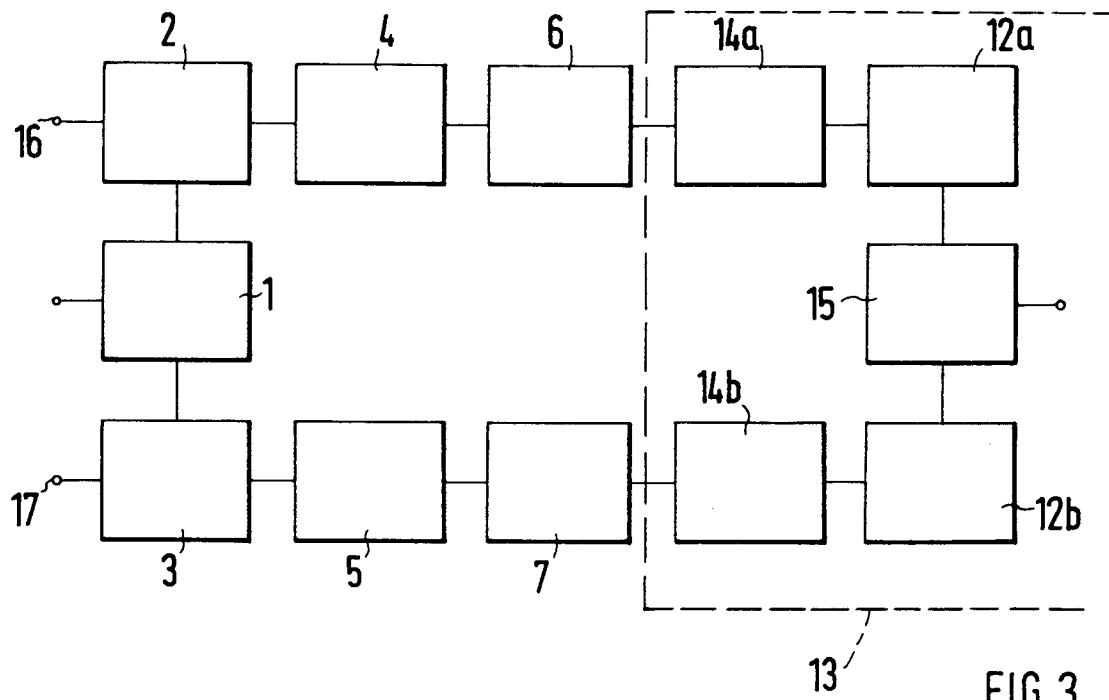


FIG.3